

В РАМКАХ НАУЧНОЙ СЕССИИ НИЯУ МИФИ-2021

XXI ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ



ДНИ НАУКИ -2021 ОТИ НИЯУ МИФИ



Материалы конференции

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

XXI ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ДНИ НАУКИ — 2021



Посвящается году науки и технологий

Материалы конференции

27 – 30 апреля 2021 г.

ОЗЕРСК 2021

УДК 001
Д 54

XXI всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2021». Посвящается году науки и технологий: Материалы конференции. Озёрск, 27 - 30 апреля 2021 г. г. Озёрск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2021 – 306 с.

ISBN 978-5-905620-38-6 – 292 с.

Сборник содержит материалы тематических секций конференции:

- Химия и радиохимическая технология
- Экология и радиозоология
- Механика, машиностроение и технология обработки материалов
- Математика. Информатика и вычислительная техника
- 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), Акопян Р. Р. (г. Озёрск), 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), Карпеев Д. Л. (г. Озёрск), Комаров А. А. (г. Озёрск), Малышев А. И. (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 978-5-905620-38-6

© ОТИ НИЯУ МИФИ, 2021

© Авторы публикаций, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИВЕТСТВИЕ М. Н. СТРИХАНОВА	9
ПРИВЕТСТВИЕ Б. Ф. МЯСОЕДОВА	10
ПРИВЕТСТВИЕ М. И. ПОХЛЕБАЕВА.....	11
ХИМИЯ И РАДИОХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ	12
Синтез перовскитоподобной SrTiO_3 матрицы для иммобилизации радиоактивного стронция по технологии реакционного искрового плазменного спекания.....	12
<i>Белов А. А., Папынов Е. К., Шичалин О. О., Тананаев И. Г.</i>	
Изучение возможности переработки бракованных изделий смешанного уран – плутониевого топлива.....	15
<i>Быков А. А., Гулиев Р. Э., Федорова О. В., Кочкина Г. В.</i>	
Современные тенденции в области создания ядерных генераторов	18
<i>Габбасова Н. Р., Золотарева В. К.</i>	
Технология селективного извлечения и разделения криптона и ксенона в процессах переработки отработавшего ядерного топлива: экономический расчет.....	21
<i>Гурин М. С., Машкина В. А., Стрелюк В. В., Султанова А. Р., Цой О. Р., Шичалина В. А., Шайдуллин С. М., Красицкая С. Г., Тананаев И. Г.</i>	
Модернизация технологий нанесения тонкослойных герметизирующих покрытий на источники ионизирующих излучений различных конструкций	25
<i>Злобина В. С., Сизова С. А., Сизов П. В., Федорова О. В., Печенкина М. В.</i>	
Создание на ПО «Маяк» радиохимических технологий с «естественной безопасностью» для переработки ОЯТ и фракционирования ВАО	28
<i>Смирнов И. В., Бояринцев А. В., Степанов С. И., Тананаев И. Г.</i>	
Заккрытие акватории технического водоема В-9 на ПО «Маяк».....	32
<i>Кисленков А. В., Крючкова К. А.</i>	
Технология искрового плазменного спекания как перспективное решение для производства керамических материалов практического назначения	35
<i>Лобкова Л. Ю., Шмакова А. В.</i>	
Изучение возможностей кавитационной очистки водных растворов.....	38
<i>Комаров А. А., Маклаков А. И., Федорова О. В.</i>	
Развитие радиационных технологий на ФГУП «ПО «Маяк».....	41
<i>Тананаев И. Г., Ермолаев Р. И., Шитов М. А.</i>	
Химическая устойчивость легкоплавких боросиликатных стекол для эвакуируемой малогабаритной установки остекловывания высокоактивных отходов	44
<i>Шайдуллин С. М., Козлов П. В., Ремизов М. Б., Джewelло К. А., Жиганов А. Н.</i>	
Тяжелые ионы в ядерной медицине.....	48
<i>Пичугова О. Д., Тряпицин В. О.</i>	

Концепции переработки отработавшего ядерного топлива в карбонатных средах.....	52
<i>Червяков Н. М., Франкив С. О., Теплов И. А., Бояринцев А. В., Степанов С. И.</i>	
ЭКОЛОГИЯ И РАДИОЭКОЛОГИЯ	57
Риск заболеваемости глаукомой в когорте работников ПО «Маяк», подвергшихся хроническому профессиональному облучению	57
<i>Азизова Т. В., Брагин Е. В., Григорьева Е. С.</i>	
Ионизирующее излучение как фактор риска развития рака кожи	60
<i>Банникова М. В.</i>	
Разработка адсорбентов для сбора нефтяных загрязнений с поверхности вод на основе дешевых и доступных алюмосиликатов (керамзита, перлита), гидрофобно-модифицированных углеродными соединениями химико-термическим методом	64
<i>Волков Д. А., Буравлев И. Ю., Юдаков А. А., Тананаев И. Г.</i>	
Факторы риска развития заболеваний печени в группе работников атомного предприятия.....	67
<i>Васина М. А., Поволоцкая С. В., Рабинович Е. И.</i>	
Риск смертности от артериальной гипертензии в когорте работников радиационно-опасного предприятия.....	70
<i>Брикс К. В., Банникова М. В., Азизова Т. В.</i>	
Метод исследования функциональной активности эритроцитов и их роль в гемостазе	73
<i>Лазарева Ю. Б., Ральченко И. В.</i>	
Оценка удельной активности изотопов урана и плутония в воде озер ЗАТО г. Озерск	76
<i>Легких И. В., Дмитриева А. В., Ишунина М. В.</i>	
Повышение экологической безопасности путем переработки технологической резины	79
<i>Кольжецов Д. А., Морозова А. В.</i>	
Описательная характеристика случаев опухолей мозга и центральной нервной системы в когорте работников, подвергшихся хроническому профессиональному облучению ...	83
<i>Мосеева М. Б., Азизова Т. В., Банникова М. В.</i>	
Действие ультрафиолетового излучения на численность цианобактерий <i>Spirulina subsalsa</i> и микроводорослей <i>Porphyridium cruentum</i>	87
<i>Огнистая А. В., Тананаев И. Г.</i>	
Комплексная биодозиметрическая система для оценки доз от инкорпорированного трития.....	90
<i>Осовец С. В., Азизова Т. В., Сотник Н. В., Козедуб А. С.</i>	
Характеристика бесплодия у женщин-работниц радиационно-опасного предприятия..	93
<i>Румянцева А. В., Азизова Т. В., Банникова М. В.</i>	
Радиочувствительность отдельных субпопуляций лимфоцитов	97
<i>Синельщикова О. А., Макеева В. С., Ослина Д. С., Рыбкина В. Л.</i>	

Патология щитовидной железы среди лиц, проживавших в детском возрасте на радиоактивно загрязненных территориях Южного Урала.....	100
<i>Сокольникова С. С., Поволоцкая С. В., Рабинович Е. И., Дегтева М. О.</i>	
Результаты некоторых генетических и эпигенетических исследований у работников ПО «Маяк» и их потомков	104
<i>Тельнов В. И.</i>	
Направления совершенствования системы эпидемиологических показателей на примере анализа масштабной эпидемии	109
<i>Обеснюк В. Ф.</i>	
МЕХАНИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ	114
Моделирование процесса съема припуска на примере круглого шлифования	114
<i>Акинцева А. В.</i>	
Производство дефектоскопа в рамках выпуска продукции гражданского назначения	118
<i>Вершинин И. В., Тутунина А. А.</i>	
Исследование параметров точности обработки текстолитовых дорожек концевой фрезой	121
<i>Дыдыкина О. А., Норкина А. В., Полковникова О. О., Самойлова С. И., Токарев А. С.</i>	
Сверление отверстий в широком диапазоне диаметров с использованием комплекта сверл	126
<i>Козлов А. В., Полковникова О. О., Самойлова С. И.</i>	
Повышение точности FDM-печати с использованием разработанного приложения....	130
<i>Кольжецов Д. А., Морозова А. В.</i>	
Использование оборудования учебной лаборатории сопротивления материалов в исследовательских целях.....	135
<i>Коробейников К. А.</i>	
Информационное обеспечение систем автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов для различных видов машиностроительного производства	138
<i>Сазонова Н. С.</i>	
Экзоскелетные технологии	142
<i>Миронова Е. Е., Мухомяев Г. А., Зубова Н. В.</i>	
МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	147
Распространенные уязвимости веб-приложений и методы защиты	147
<i>Абросимова П. И., Кащей В. М.</i>	
Использование стратегии вычисления future/promise для работы с топографическими данными	151
<i>Абросимова П. И., Горишнев Д. О.</i>	

Информационная система лаборатории.....	155
<i>Баляс В. Н.</i>	
Онлайн-система организации адаптации персонала и формирования цифрового профиля работника.....	157
<i>Баляс В. Н., Кардашин А. В., Цимбалюк Б. Р., Зубаиров А. Ф., Фадеев Л. В.</i>	
Web-приложение «расписание учебных занятий»	160
<i>Войцех П. Р., Зубаиров А. Ф.</i>	
Использование методов сетевого планирования и управления при разработке плана производства	162
<i>Кардашин А. В.</i>	
Разработка программного обеспечения для автоматизации измерительного комплекса	165
<i>Ледовских М. Д., Тараканов А. А.</i>	
Интеллектуальная система техподдержки	167
<i>Цимбалюк Б. Р.</i>	
Объектно-ориентированная реализация компартментальных эпидемиологических моделей в виде стадий и потоков	169
<i>Подзолков П. Н.</i>	
Критическое осмысление практики применения метода профиля правдоподобия в параметрической статистике.....	173
<i>Обеснюк В. Ф.</i>	
Способность решать задачи как аспект компетентности инженера атомной отрасли .	177
<i>Акопян О. В., Ананьина Е. В.</i>	
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА.....	179
Разработка аккумулятора с расширенными возможностями зарядки.....	179
<i>Гибатова А. А.</i>	
Анализ возможностей программ DIALUX 4.13 И DIALUX EVO 9.2 при создании проектов освещения	183
<i>Иксанова А. Р., Усенкова А. А.</i>	
Анализ преобразователя напряжения по топологии SEPIC. Преимущества и недостатки.	186
<i>Левичев Д. Г., Шаймурзина Л. Р.</i>	
Автономная система управления уличным освещением	191
<i>Леонтьев Н. А.</i>	
Разработка конвейерного метода производства графена	193
<i>Томозов Н. В.</i>	

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ	198
Модернизация программ практик специальности 38.05.01 «Экономическая безопасность» в соответствии с профессиональными стандартами ГК «Росатом»	198
<i>Борисова В. С., Посохина С. А.</i>	
Определение угроз кадровой безопасности организации	202
<i>Глазкова С. С., Попова К. В.</i>	
Особенности модернизации рабочего учебного плана специальности 38.05.01 «Экономическая безопасность» в соответствии с требованиями атомной отрасли.....	206
<i>Посохина С. А., Борисова В. С.</i>	
Управление социальными проектами в образовательных учреждениях	209
<i>Серегина И. Т.</i>	
Особенности взаимоотношения Госкорпорации «Росатом» с ЗАТО, на территории которых действуют предприятия ядерного оружейного комплекса	213
<i>Софронов В. Н.</i>	
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ	217
Астрономия в колледже: проблемы и решения	217
<i>Карпеев Д. Л.</i>	
Настольные игры в работе педагога–психолога с подростками	219
<i>Фаткуллина М. Б.</i>	
Тьюторство в современной системе образования	223
<i>Филонова А. А., Гаман Л. А.</i>	
ГУМАНИТАРНОЕ ЗНАНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА	227
Метафизическая формула закона достаточного основания.....	227
<i>Борчиков С. А.</i>	
Социальное пространство закрытых атомных городов Урала в 1990-е годы.....	230
<i>Алехина Л. Э., Васильев М. Ю.</i>	
Всесилен ли разум, основанный на информации?	233
<i>Войцехович В. Э.</i>	
Гибкий позвоночник — гибкий ум.....	235
<i>Ганцева А. С.</i>	
Моделирование взросления человека на примере сказки Л. Кэрролла «Алиса в Зазеркалье»	240
<i>Зубаирова К. Ф.</i>	
Когнитивные искажения: за и против.....	244
<i>Калмыков Д. К.</i>	
К формализации закона достаточного основания.....	248
<i>Моисеев В. И.</i>	

Формирование духа предпринимательства в российской ментальности	253
<i>Комаров А. А.</i>	
Экстремистские угрозы современного общества: террористические акты в Европе и их причины.....	258
<i>Лобковская П. А., Худотеева К. И.</i>	
Универсальность как новая оптика видения универсального и уникального	260
<i>Подзолкова Н. А.</i>	
Художественный образ зеркала в произведениях изобразительного искусства	265
<i>Показаньева Д. Е.</i>	
Проблема понимания внутреннего мира животных.....	269
<i>Пургина Т. А.</i>	
ЛИНГВИСТИКА И МЕЖКУЛЬТУРНАЯ КОММУНИКАЦИЯ	274
Англицизмы в русском языке	274
<i>Деденев Е. А.</i>	
Языки Толкиена: на границе искусственного и естественного.....	278
<i>Давиденко Е. С., Рокутов С. А., Шлебин А. Д., Сулейманова И. В.</i>	
Особенности отрицательных коннотаций как языковых универсалий на примере художественного произведения Вальтера Скотта «Гобеленовая комната»	282
<i>Зубаирова К. Ф., Ползунова М. В.</i>	
Речевое портретирование личности, как способ раскрытия характера человека на примере художественных произведений А.С. Пушкина «Капитанская дочка» и «История Пугачева».....	286
<i>Карамнов А. С., Насыров Д. А.</i>	
Мондегрин как одно из следствий ошибочного восприятия и понимания речи	289
<i>Сулейманова И. В., Смоленцева А. Д., Гришин Д. Е., Гнездилов М. И.</i>	
Сильбо Гомеро – язык или нет?.....	293
<i>Колесникова К. А., Мерзлякова А. А., Сулейманова И. В.</i>	
К вопросу об английском языке в Ирландии и его особенностях.....	296
<i>Ползунова М. В., Сулова В. М.</i>	
Песенный текст как лингвокультурологическое явление	299
<i>Трякин А. А., Безногова Т. Г.</i>	
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ.....	304

ПРИВЕТСТВИЕ М. Н. СТРИХАНОВА



Дорогие друзья и коллеги!

Искренне рад приветствовать участников XXI Всероссийской научно-практической конференции «Дни науки ОТИ НИЯУ МИФИ - 2021»!

В год науки и технологий особая роль в подготовке высококвалифицированных кадров отводится вузовской, студенческой науке, от качественного уровня которой зависит развитие всего научно-кадрового потенциала страны.

В современном мире неуклонно возрастают требования работодателей к высшему образованию. Университеты, способные генерировать научные достижения в перспективных областях, являются определенными лидерами в подготовке самых востребованных специалистов на рынках труда.

Роль и значение вузовской науки с каждым годом будет только расти. При этом на первый план будет выходить отдача от научных разработок, их глубина и качество с точки зрения признания профессиональным научным сообществом и их практической значимости.

Научно-практическая конференция – это та площадка, которая помогает и активно способствует раскрытию молодых научных дарований. Это обмен опытом лучших практик научных достижений. Это дискуссии и споры, которые непременно возникают после каждого доклада. Все это вместе и создает питательную среду для комфортного становления будущих ученых.

Желаю всем участникам конференции «Дни науки ОТИ НИЯУ МИФИ - 2021» творческих успехов, плодотворного общения, энтузиазма и благополучия!

Ректор Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ»,

д. ф.-м. н., академик РАО



М. Н. Стриханов

ПРИВЕТСТВИЕ Б. Ф. МЯСОЕДОВА

Уважаемые участники и члены организационного комитета Всероссийской научно-практической конференции «Дни науки ОТИ НИЯУ МИФИ - 2021», преподаватели и студенты Озёрского технологического института НИЯУ МИФИ!

Вы, конечно, знаете, что текущий 2021 год является юбилейным: 125 лет тому назад Анри Беккерель в Париже открыл явление радиохимии. Через призму времени уже сейчас можно сделать заключение, что ядерные технологии оказались востребованными цивилизацией как в сфере получения недорогой возобновляемой энергии, так и повышения качества жизни за счет развития ядерной медицины и др. Однако, к сожалению, за прошедшее время случился ряд радиационных инцидентов и аварий. Поэтому совершенствование действующих ядерных технологий и создание новых – важнейшая задача ученых радиохимиков и радиоэкологов.




На путях развития современной радиохимии необходимо сосредоточиться на решении самых крупных и сложных задач – замыкание ядерного топливного цикла, повышение его рентабельности, окончательное решение проблем обращения с радиоактивными отходами (РАО), расширение номенклатуры в изотопной промышленности и других. Развивать перечисленные современные направления радиохимии, без сомнения, возможно только путем совместной научной координации и обмена мнениями ученых и практиков. Именно в этой плоскости Всероссийская конференция «Дни науки ОТИ НИЯУ МИФИ - 2021» выступает важнейшей платформой, на которой осуществляется важнейший информационный обмен, представление и обсуждение новейших научных достижений.

Наша конференция предоставляет прекрасную возможность молодым ученым и специалистам проявить свои научные амбиции, проверить свои научные идеи в дискуссии с коллегами.

От себя лично желаю участникам конференции новых научных достижений, творческих начинаний, и, главное, здоровья!

Советник Президиума РАН
Председатель Межведомственного научного
Совета по радиохимии при Президиуме РАН и
ГК «Росатом»

Академик РАН



Б. Ф. Мясоедов

ПРИВЕТСТВИЕ М. И. ПОХЛЕБАЕВА



Уважаемые участники XXI Всероссийской научно-практической конференции «Дни науки ОТИ НИЯУ МИФИ - 2021»! От всей души поздравляю Вас с этим замечательным событием!

2021 год по инициативе Президента Российской Федерации Владимира Путина был объявлен Годом науки и технологий. Главные задачи проекта – привлечь талантливую молодёжь в сферу науки и технологий и рассказать о научных достижениях российских учёных. Современная российская наука стремительно развивается. Только за последние несколько

месяцев ученые запустили самый мощный в мире нейтронный реактор, провели десятки морских экспедиций и разработали несколько вакцин от коронавируса, эффективность которых признана за рубежом.

Объявление Года науки и технологий общественность встретила на редкость единодушно. Этой же теме посвящена и научно-практическая конференция ОТИ НИЯУ МИФИ.

Сегодня ФГУП «ПО «Маяк» - первенец и ведущее предприятие отечественной атомной промышленности – выполняет важнейшие задачи инновационной диверсификации действующих технологий в сфере оборонного производства, переработки отработавшего ядерного топлива, выпуска изотопной продукции и обращения с радиоактивными отходами.

Участие высококвалифицированных специалистов, получивших комплексное ядерное образование, крайне необходимо в процессе создания новых методов и подходов к оптимизации действующих радиохимических производств.

Обновленный за прошедшее 10-летие ОТИ НИЯУ МИФИ ориентирован на выпуск молодых специалистов высокой квалификации и огромного творческого потенциала. Очевидно, что подготовить такие кадры можно только привив со студенческой скамьи тягу к научно-исследовательской деятельности. На конференции Вам предстоит представить результаты своих научных изысканий, оценить успехи и свершения своих коллег. Убежден, что проведение конференции «Дни науки ОТИ НИЯУ МИФИ - 2021» поможет выявить талантливых и перспективных студентов и будет способствовать закреплению творческой и инициативной молодежи в сфере науки и высоких технологий атомной отрасли. Блестящих Вам выступлений, огромной веры в себя и в лучшее!

Генеральный директор ФГУП «ПО «Маяк»

М. И. Похлебаев

ХИМИЯ И РАДИОХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 546.05: 546.02: 544.016.2:54.052

СИНТЕЗ ПЕРОВСКИТОПОДОБНОЙ SrTiO_3 МАТРИЦЫ ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ РАДИОАКТИВНОГО СТРОНЦИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ РЕАКЦИОННОГО ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ

Белов А. А., Папынов Е. К., Шичалин О. О., Тананаев И. Г.

*Дальневосточный федеральный университет,
Институт химии ДВО РАН,
г. Владивосток*

nefryty@gmail.com

В настоящем исследовании впервые представлен способ получения реакционным методом перовскитоподобной матрицы SrTiO_3 на основе смеси SrCO_3 и TiO_2 для иммобилизации радиоактивного стронция-90. Способ основан на технологии реакционного искрового плазменного спекания. Способами РФА, РЭМ изучен фазовый состав, структура, исследована динамика консолидации реакционной смеси в диапазоне температур 900-1300 °C

Ключевые слова: керамика, титанат стронция, перовскит, радионуклиды, стронций, иммобилизация, реакционный синтез, искровое плазменное спекание.

SYNTHESIS OF PEROVSKITE-LIKE MATRIX SrTiO_3 FOR IMMOBILIZATION OF RADIOACTIVE STRONTIUM USING THE TECHNOLOGY OF SPARK PLASMA SINTERING-REACTIVE SYNTHESIS

Belov A. A., Papynov E. K., Shichalin O. O., Tananaev I. G.

*Far Eastern Federal University, Vladivostok
Institute of Chemistry, Vladivostok*

In the present study, for the first time, a method for obtaining a perovskite-like matrix SrTiO_3 based on a mixture of SrCO_3 and TiO_2 for the immobilization of radioactive strontium-90 is presented by the reaction method. The method is based on the technology of reaction spark plasma sintering. The phase composition and structure were studied using XRD and SEM methods, and the dynamics of consolidation of the reaction mixture in the temperature range 900-1300 °C was investigated.

Keywords: ceramics, strontium titanate, perovskite, radionuclides, strontium, immobilization, reaction synthesis, spark plasma sintering.

Из всех известных изотопов стронция самым долгоживущим является ^{90}Sr с периодом полураспада 28,9 года, также являясь основным загрязнителем окружающей среды из-за радиационных аварий. Как важный компонент облученного ядерного топлива и радиоактивных отходов после переработки отработавшего топлива, ^{90}Sr используется в производстве радиоизотопных термоэлектрических генераторов, в качестве источника бета-излучений [1, с. 25-42] для радиометрических и дозиметрических применений, а также в ядерной медицине в качестве материнского нуклида для изотопных генераторов на ^{90}Y [2, с. 89; 3, с. 108235].

Безопасное использование радионуклида достигается путем его иммобилизации в твердотельные матрицы различного типа. В качестве соответствующих материалов используют стекло, керамику, стеклокерамику. Наибольшую перспективу представляют

матрицы на основе керамических материалов из-за термодинамической стабильности, а также возможности в достижении подобия природным материалам, например, в виде простых и сложных оксидов, каркасных силикатов, структурных фосфатов и алюминатов [4, с. 2638]. Подобные материалы также представляют основу технологий безопасного обращения с радиоактивными отходами [5, с. 528; 6, с. 230-295; 7, с. 267-295].

В работах [8, с. 625-639; 9, с. 1807; 10, с. 1179; 11, с. 89] сообщается о перспективных свойствах керамики на основе SrTiO_3 для иммобилизации стронция-90. Это соединение имеет подобную перовскиту структура с общей формулой ABO_3 и представляет идеальный перовскит с кубической решеткой, где ионы Ti^{4+} шестикратно координированы ионами O^{2-} , а каждый из ионов Sr^{2+} окружен четырьмя октаэдрами TiO_6 . Такая структура приводит к уникальным возможностям для химического связывания стронция.

Синтез SrTiO_3 может быть проведен различными способами: твердофазный синтез, золь-гель синтез, гидротермальный синтез и другими, перечень которых представлен в обзорной статье [12, с. 5151]. На основе данных методов могут быть получены дисперсные формы SrTiO_3 , в дальнейшем из которых, путем традиционных способов консолидации, получают объемные керамические материалы в виде твердотельных матриц [13, с. 2052; 14, с. 1091; 15, с. 1].

В этой связи, целью настоящего исследования явилась оценка возможности применения технологии реакционного искрового плазменного спекания для получения перовскитодобной SrTiO_3 матрицы, перспективной для иммобилизации стронция. Исследование включает результаты исследования фазового состава и структуры полученных образцов керамик, а также динамику их консолидации в диапазоне температур 900-1300 °С.

Для получения исходной смеси SrTiO_3 были взяты реагенты SrCO_3 и TiO_2 в соотношении 1:1. Синтез смеси производили механохимическим перемешиванием в шаровой мельнице. Скорость 870 об/мин., время цикла 10 минут. Количество шаров: 10 больших, 20 малых.

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. Для предотвращения припекания консолидируемого порошка к пресс-форме и плунжерам, а также для беспрепятственного извлечения полученного образца использовали графитовую фольгу толщиной 200 мкм. 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).

ИПС консолидацию порошков проводили при температурах 900°С, 1000 °С, 1100 °С, 1200 °С, 1300 °С, скорость разогрева регулировали стадиями: 300 °С/мин в диапазоне температур от 0 до 650 °С, затем от 650 °С и выше (рабочая область пирометра) – 50 °С/мин. Образец выдерживали при максимальной температуре 5 мин и далее охлаждали до комнатной температуры в течение 30 мин. Давление прессования при консолидации составляло 21,5 МПа.

Методы исследования включали идентификацию фаз с помощью рентгенофазового анализа, определение структуры растровой электронной микроскопией, определение динамики спекания.

В ходе работы были получены образцы плотной перовскитодобной керамики на основе SrTiO_3 при температурах 900 °С, 1000 °С, 1100 °С, 1200 °С, 1300 °С. По результатам исследования динамики спекания можно сказать, что процесс консолидации порошкового

материала происходит в основном в первые 2-3 минуты процесса, сопровождаясь резким уплотнением материала при температурах 600-700 °С. Исследование фазового состава показало, что в диапазоне температур 900-1200 °С в составе керамик присутствует исходные реагенты SrCO₃ и TiO₂, а также полное их отсутствие в образце, полученном при 1300 °С. Это свидетельствует о полноте протекания реакции при температуре, достаточной для термического разложения SrCO₃. Исследование структуры керамик показало увеличение степени аморфизации материала с увеличением температуры спекания, переход в монолитную структуру.

Результаты работы показывают эффективность применения технологии реакционного искрового плазменного спекания для получения перовскитоподобных керамик, перспективных для иммобилизации стронция.

Работа выполнена при финансировании гранта РФФИ № 19-03-00119

Библиографический список

1. Semenishchev V.S., Voronina A.V., Isotopes of Strontium: Properties and Applications // Handb. Environ. Chem., Springer Nature, Switzerland. – 2020. – pp. 25–42.
2. DeNardo S.J., DeNardo G.L. // Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. – 2006. – V. 66. – №. SUPPL.2. – P. 89.
3. Silva R.M.V., Belinato W., Santos W.S. et al. // Radiat. Phys. Chem. 2020. V. 167. № November 2018. P. 108235.
4. Orlova A.I., Ojovan M.I. // Materials (Basel). – 2019. – V. 12. – №. 16. – P. 2638.
5. Donald I.W. // Glasses, Glass-Ceramics and Ceramics for Immobilization of Highly Radioactive Nuclear Wastes: Radioactive, Toxic and Hazardous Wastes, Wiley-Blackwell, Wiltshire. Chippenham. – 2010. – p.526
6. Jantzen C.M. Development of glass matrices for high level radioactive wastes // Handb. Adv. Radioact. Waste Cond. Technol., Woodhead Publishing Limited, Sawston. – 2011. – pp. 230–292
7. Vance E.R., Begg B.D., Gregg D.J. Immobilisation of spent nuclear fuel and high-level radioactive waste for safe disposal in geological repository systems // Geol. Repos. Syst. Safe Dispos. Spent Nucl. Fuels Radioact. Waste, Isevier Ltd. – 2017. – pp. 269–295
8. Zhang R., Yang J., Yan D. et al. Consolidation of high-level radioactive wastes into Strontium Titanate by CS method // Mater. Sci. Forum. – 2012. – pp. 625–630
9. Zhang R., Gao Y., Wang J. et al. // Adv. Mater. Res. – 2011. – V. 332–334. – P. 1807.
10. Zhang K., Wen G., Yin D. et al. // J. Wu an Univ. Technol. Mater. Sci. Ed. – 2015. – V. 30. – № 6. – P. 1179.
11. Mu W., Yu Q., Li X. et al. // J. Wu an Univ. Technol. Mater. Sci. Ed. – 2017. – V. 32. – № 1. – P. 89.
12. Phoon B.L., Lai C.W., Juan J.C. et al. // Int. J. Energy Res. – 2019. – V. 43. – № 10. – P. 5151.
13. Chang H.Y., Liu K.S., Lin I.N. // J. Mater. Res. – 1995. – V. 10. – № 8. – P. 2052.
14. Yan L.C., Hassan J., Hashim M. et al. // World Appl. Sci. J. – 2011. – V. 14. – № 7. – P. 1091.
15. Dehkordi A.M., Bhattacharya S., Darroudi T. et al. // J. Vis. Exp. – 2015. – V. 2015. – № 102. – P. 1.

УДК 621.038.75:621.039.743
ГРНТИ 58.91.31

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ БРАКОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ СМЕШАННОГО УРАН – ПЛУТОНИЕВОГО ТОПЛИВА

Быков А. А., Гулиев Р. Э., Федорова О. В., Кочкина Г. В.

*ФГУП «Производственное объединение «Маяк»,
Озёрский технологический институт – НИЯУ МИФИ,
г. Озёрск, Челябинская область*

ovfedorova@mephi.ru

Целью данной работы является оценка возможности получения МОКС-топлива из переработанных или забракованных спеченных топливных таблеток (скрапа)

Ключевые слова: МОКС-топливо, уран, плутоний, скрап, микроструктура, топливные таблетки, прессование.

STUDY OF THE POSSIBILITY OF REPROCESSING DEFECTIVE MIXED URANIUM - PLUTONIUM FUEL PRODUCTS

Bykov A. A., Guliev R. E., Fedorova O. V., Kochkina G. V.

FSUE "Mayak PA", OTI NRNU MEPhI, Ozersk

The purpose of this work is to assess the possibility of obtaining MOX fuel from recycled or rejected sintered fuel pellets (scrap)

Keywords: MOX - fuel, uranium, plutonium scrap, microstructure, fuel pellets, pressing.

Одна из приоритетных задач атомной энергетики – замкнуть ядерный топливный цикл, сведя к минимуму количество отходов, образующихся при производстве и переработке ядерного топлива.

Главной причиной того, что ядерная энергетика пытается идти сегодня по пути использования МОКС-топлива, является стремление избавиться от накопленного избыточного плутония путем сжигания его в реакторе. При изготовлении МОКС-топлива может использоваться обедненный (отвальный) или природный уран в виде двуокси и плутоний – энергетический или оружейный.

Высокое качество конечного продукта обеспечивается отработкой оптимальных режимов и стабилизация технологического процесса для каждой партии.

Тестовая партия проходит полный производственный цикл и, в зависимости от результата, технологические параметры могут варьироваться в пределах, оговорённых в технических условиях.

Спеченные таблетки МОКС-топлива, забракованные по геометрическим параметрам, внешнему виду или массе столба, а также фрагменты и осколки от спеченных таблеток называются скрапом. Скрап содержит в себе более 95% ценного компонента и целесообразно использовать его повторно.

Общая схема типичного процесса изготовления МОКС-топлива показана на рисунке 1.

В технических условиях на таблетку МОКС топлива также имеется ряд требований по распределению плутония по объему топливной таблетки.

В связи с накоплением на установке «Пакет» значительного количества технологических отходов в виде скрапа была проверена возможность утилизировать его

наименее затратным способом - повторно использовать в качестве сырья для производства МОКС-топлива.

На первом этапе работы была исследована возможность измельчения спеченных таблеток с помощью аппарата вихревого смешивания (АВС). Данные исследования проводились на лабораторном АВС при оптимальном режиме работы, который был определен ранее. Этот этап работы был проведен на спеченных таблетках из диоксида урана, которые были изготовлены для определения керамических свойств исходного порошка UO_2 для производства таблеток МОКС-топлива на установке «Пакет».



Рисунок 1 – Схема типичного процесса изготовления МОКС-топлива

При предварительном механическом разрушении таблеток на крупные фрагменты размером от 2 до 4 мм в ступке и последующей обработке полученного гранулята в АВС в течение пяти циклов по 1,5 мин происходило образование сфероидальных частиц и небольшого количества мелкодисперсного порошка.

Далее порошки, просеивали через сито, а непросев направляли на помол следующей партии. В рабочий порошок добавляли стеарат цинка, для увеличения текучести и после перемешивания в «Турбуле» отпрессовали шашки.

После измерения геометрической плотности шашек, из них готовили гранулят, затем прессовали таблетки в пресс-форме и спекали по штатному режиму на установке «Пакет».

Для сравнения результатов параллельно с обработкой «вторичных» порошков из скрапа были изготовлены таблетки из исходного порошка диоксида урана керамического качества. Прессование шашек проводили при удельном давлении 1,5 т/см, прессование таблеток из

гранулята — при удельном давлении 2,5 т/см². Данные таблетки были спечены вместе с таблетками из скрапа.

Установлено, порошок, полученный в результате измельчения скрапа имеет значительно большую насыпную плотность и значительно меньшую удельную поверхность. После приготовления гранулята данная тенденция повторяется, но с меньшим различием.

Показано, что технологические характеристики гранулята, полученного из скрапа неудовлетворительные из-за отсутствия текучести. При выбранных давлениях прессования, характерных для технологии установки «Пакет», плотности шашек и сырых таблеток из исходного порошка диоксида урана были в нормируемом диапазоне. У спеченных таблеток из скрапа значения плотностей значительно выше, чем у таблеток из исходного порошка UO₂, это можно объяснить более высокой плотностью самого «вторичного» порошка. Плотности спеченных таблеток во всех случаях были в требуемом интервале (10,4 ± 0,2 г/см³).

На следующем этапе были проведены аналогичные операции с бракованными таблетками МОКС-топлива, полученными с установки «Пакет». Так же, как и со скрапом из UO₂, из размолотого порошка фракции менее 100 мкм были спрессованы шашки при удельном давлении 1,5 и 2,0 т/см. При прессовании таблеток при давлениях аналогичных с урановыми выяснилось, что сырые таблетки получаются непрочными, поэтому было принято решение увеличить давление прессования. Последующие таблетки были спрессованы при удельном давлении 3,0 и 3,5 т/см². Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики порошка и таблеток МОКС-топлива

Материал (скрап МОКС)	После ABC			Гранулят			Плотность, г/см ³		Усадка, %
	НП, г/см	НПУ, г/см ³	Суд, м /г	НП, г/см	НПУ, г/см ³	Текучесть, г/с	шашка	спечен. табл.	
шашка 1,5 т/см ²	3,05	5,67	0,8	4,01	6,02	0	7,4	10,38	10,0
шашка 2 т/см ²				4,20	5,95	0	7,6	10,37	10,0

Примечание: НП - насыпная плотность, НПУ - насыпная плотность с утряской, Суд - удельная поверхность порошка.

Таким образом, порошок, полученный из скрапа МОКС-топлива проявил совершенно отличные от чистого диоксида урана технологические свойства. Он оказался более жестким. При прессовании топливных таблеток, даже при увеличенных давлениях, они оказались непрочными и частично разрушались при измерении геометрических размеров.

На основании проведенного эксперимента, были сделаны следующие выводы:

После спекания таблетки из МОКС-скрапа имели неудовлетворительный внешний вид согласно «Атласу допустимых отклонений внешнего вида таблеток» технических условий из-за разрушившихся граней. У спеченных таблеток были измерены геометрические размеры и рассчитана усадка. Измерение плотности спеченных таблеток показало, что все таблетки имеют плотность, соответствующую техническим условиям по данному показателю.

На завершающем этапе было проведено исследование микроструктуры спеченных таблеток. Установлено, что в структуре спеченных таблеток из МОКС-скрапа присутствует незначительная пористость, что благоприятно влияет на эксплуатационные свойства топливных таблеток при облучении, они снимают напряжения, в результате этого не происходит растрескивания материала, также в порах задерживаются газы, образующиеся в результате облучения.

Показано, что изготовление топливных МОКС-таблеток из размолотого скрапа потенциально возможно. Однако качество таких таблеток пока не удовлетворяет техническим условиям по показателю внешний вид.

В перспективе такой метод поможет уменьшить затраты на производство и позволит переработать большую часть брака, образующуюся на установке «Пакет», при дальнейшем проведении экспериментов и модернизации технической базы.

Библиографический список

1. Департамент коммуникаций АО «ТВЭЛ» В «Росатоме» освоено промышленное производство МОКС-топлива для реактора на быстрых нейтронах БН-800. URL: <https://www.rosatom.ru/journalist/news/v-rosatome-osvoeno-promyshlennoe-proizvodstvo-moks-topliva-dlya-reaktora-na-bystrykh-neytronakh-bn-8/>
2. Жиганов А.Н., Гузеев В.В., Андреев Г.Г. Технология диоксида урана для керамического ядерного топлива: учебное пособие для вузов. - Томск, 2002 — 328 с
3. Александр Никитин, д.т.н., профессор Владимир Кузнецов, к.э.н. Леонид Андреев, Андрей Золотков, к.т.н. Валерий Меньшиков, к.х.н. Алексей Шукин Ядерные делящиеся материалы (практика обращения, обзор технологий, проблемы и перспективы) – ЭПЦ «Беллона», 2012. – 154 с.

УДК 615.849.2
ГРНТИ 76.13.25

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ ЯДЕРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Габбасова Н. Р., Золотарева В. К.

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

gabbasova.nadya@mail.ru, vladenisemozlat@live.ru

Перспективами ядерной медицины является разработка новых генераторов для позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ). Данное направление развития позволит обеспечить медицинские учреждения необходимым количеством радиофармпрепаратов (РФП). В ходе работы были рассмотрены генераторы, используемые в России ($^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$, $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$), а также представлена возможность создания двух генераторов – ультракороткоживущих позитрон-излучающих радионуклидов ($^{82}\text{Sr}/^{82}\text{Rb}$, $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$).

Ключевые слова: ядерная медицина, позитронно-эмиссионная томография, радиофармпрепараты, ядерные генераторы, радионуклиды.

CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF NUCLEAR GENERATORS

Gabbasova N. R., Zolotareva V. K.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

The prospects for nuclear medicine are the development of new generators for positron emission tomography (PET). This direction of development will provide medical institutions with the required amount of radiopharmaceuticals (RFP). In the course of the work, the generators used in Russia ($^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$, $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$) were considered, and the possibility of creating two generators - ultrashort-lived positron-emitting radionuclides ($^{82}\text{Sr}/^{82}\text{Rb}$, $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$) was presented.

Keywords: nuclear medicine, positron emission tomography, radiopharmaceuticals, nuclear generators, radionuclides.

Ядерная медицина является одним из самых передовых и востребованных в мире направлений современной высокотехнологичной медицины, основанном на использовании свойств ядер атомов.

Сейчас ядерная медицина разделяется на три основных направления [6]:

- радионуклидная диагностика (позитронно-эмиссионная томография);
- лучевая терапия (прямое облучение раковой опухоли);
- радионуклидная терапия (радиоактивный изотоп вводится в опухоль).

Основной рынок, который влияет на мировые показатели по ядерной медицине, – это рынок США, который занимает 40% отрасли. Лидерами в отрасли ядерной медицины в мире считаются компании GE Healthcare, Bayer Diagnostics, Toshiba, Siemens и Philips. Доля России в мировом рынке ядерной медицины составляет 4,9%, а среднегодовая тенденция роста измеряется в 5%. По прогнозам Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», такая динамика может привести к тому, что к 2021 году рынок ядерной медицины РФ будет составлять \$15 млрд [8].

В настоящее время в России действуют несколько ПЭТ центров. Они находятся в таких городах, как Москва, Санкт – Петербург, Воронеж, Челябинск и др.

Базовые аппараты для диагностики с использованием радионуклидов — гамма-томографы. Они используются при диагностических исследованиях внутренних органов и систем человека, прежде всего при онкологических и кардиологических заболеваниях. Более высокой чувствительностью и расширенными диагностическими возможностями обладают позитронно-эмиссионные томографы. Такую технику могут позволить себе только крупные научные медицинские центры, финансируемые из федерального бюджета.

Так как же быть онкологическим центрам, которые не могут себе позволить собственный ускоритель для ПЭТ? Одним из возможных способов решения этой проблемы является использование генераторов позитрон-излучающих нуклидов. Генератор радионуклидов представляет из себя устройство, в котором находится относительно долгоживущий «родительский» изотоп, который распадаясь постоянно продуцирует необходимый для ПЭТ короткоживущий изотоп. Он выделяется методами хроматографии, экстракции или сублимации. Большинство коммерческих генераторов радионуклидов хроматографического типа и представляют собой стеклянную, металлическую или пластиковую колонку, помещенную в защитный кожух. Колонка заполнена сорбентом, содержащим материнский радионуклид. При этом сорбент не должен связывать дочерний радионуклид, который вымывают (элюируют) из генератора, прокачивая специальный раствор (элюент) через колонку с помощью шприца, вакуумированных насосов или перистальтического насоса [2; 5].

Поговорим немного об истории развития генераторов. Началом истории развития принято считать время начала использования естественной пары радий-радон (1920 г.) для получения радиоактивного газа Rn-222, применяемого в медицине. В дальнейшем поиски подобных систем проводились, главным образом, среди искусственных радионуклидов. В 1951 г. на основе теллура-132 был создан генератор йода-132. К 1965 г. было предложено уже порядка 120 генераторных систем [2].

Технология производства генераторов в России не только возможна, но для многих из них уже разработана. Рассмотрим несколько примеров генераторов радионуклидов используемые в России.

Генератор $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$. Родительский радиоизотоп ^{99}Mo адсорбирован в колонке на поверхности силикагеля, модифицированного диоксидом марганца. Система коммуникаций позволяет надежно проводить элюирование образующегося $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Генератор технеция-99m предназначен для получения стерильного апиrogenного пертехнетата натрия ($\text{Na } ^{99\text{m}}\text{TcO}_4$) в изотоническом растворе хлорида натрия (0,9% NaCl). Пертехнетат натрия используется в медицине для внутривенного введения в организм человека при сцинтиграфии щитовидной и слюнной желез, желудка, мозга, а также для получения радиофармпрепаратов, применяемых

при диагностике новообразований щитовидной железы, заболеваний сердечно-сосудистой и кроветворной системы [1].

Вслед за генератором технеция-99m стали разрабатывать технологии выделения радиоактивных изотопов, предназначенных для обширного применения в медицинских целях.

Генератор $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$. Родительский радиоизотоп ^{188}W адсорбирован в колонке на поверхности инертного носителя. Система коммуникаций позволяет быстро и безопасно в автоматическом режиме проводить элюирование образующегося ^{188}Re . Генератор рения-188 Предназначен для получения стерильного апирогенного перрената натрия ($\text{Na } ^{188}\text{ReO}_4$) в изотоническом растворе хлорида натрия (0,9% NaCl). Перренат натрия совместно со специальными наборами используется для синтеза радиофармпрепаратов, применяемых для терапии онкологических заболеваний с одновременной визуализацией распределения препарата в организме человека [1].

На данном этапе развития рассматривается возможность создания двух генераторов - ультракороткоживущих позитрон-излучающих радионуклидов Ga-68 и Rb-82.

Генератор $^{82}\text{Sr}/^{82}\text{Rb}$ предназначен для получения ^{82}Rb , используемого в позитронно-эмиссионной томографии для выявления и оценки: ишемической болезни сердца и различных сердечных патологий, коронарной недостаточности, риска инфаркта миокарда, некоронарогенной дилатационной кардиомиопатии [6].

Радиоизотоп ^{82}Rb образуется в результате распада ^{82}Sr . Активная фармацевтическая субстанция ^{82}Sr используется для зарядки генераторов $^{82}\text{Sr}/^{82}\text{Rb}$, которые размещаются в лечебных учреждениях [4].

Элюат генератора (радиофармпрепарат $^{82}\text{RbCl}$) вводят пациентам внутривенно, непосредственно перед исследованием. Также РФП $^{82}\text{RbCl}$ используют для ПЭТ исследования функций головного мозга, желудочно-кишечного тракта, печени и почек.

Генератор $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ предназначен для получения ^{68}Ga . Радиофармацевтические препараты на основе ^{68}Ga имеют большой потенциал для диагностики онкологических заболеваний методом ПЭТ.

Большой период полураспада материнского ^{68}Ge ($T_{1/2} = 270,9$ сут) обеспечивает продолжительный срок эксплуатации генератора, а малый период полураспада ^{68}Ga ($T_{1/2} = 67,7$ мин.) позволяет использовать радиофармпрепараты необходимой активности, не создавая при этом значительной дозовой нагрузки на пациента. Кроме того, катион $^{68}\text{Ga}^{3+}$ может формировать устойчивые комплексные соединения со многими лигандами, что делает его пригодным для синтеза большого количества комплексов и макромолекул различного функционального назначения. При этом уже показано, что в диагностике целого ряда достаточно распространенных онкологических заболеваний методом ПЭТ РФП с ^{68}Ga являются более информативными, чем, например, ^{18}F -фтордезоксиглюкоза (ФДГ). По мнению некоторых экспертов, не исключено, что усилия исследователей будут направлены на разработку новых РФП с ^{68}Ga , которые со временем заменят РФП с $^{99\text{m}}\text{Tc}$ [3].

Таким образом, можно сказать, что с развитием ядерной медицины методы диагностики и лечения становятся все более точными. ПЭТ дает возможность ранней диагностики онкологических и сердечно-сосудистых болезней, поэтому для обеспечения потребностей населения необходим многократный рост аппаратной базы и производства радиофармпрепаратов.

Библиографический список

1. Генераторы короткоживущих радионуклидов $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$, $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$: АО Государственный научный центр Российской Федерации – ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ имени А.И. Лейпунского
2. Генераторы радионуклидов. URL:http://www.isotop.ru/for_media/industrial_directory/radionuclide_generators/ (дата обращения: 23.03.2021)

3. Ларенков А.А., Кодина Г.Е., Брускин А.Б., Радионуклиды галлия в ядерной медицине: радиофармацевтические препараты на основе изотопа ^{68}Ga . URL: <https://pharmacopoeia.ru/wp-content/uploads/2017/08/Radionuklidy-galliya-v-yadernoj-meditsine.pdf> (дата обращения: 23.03.2021)
4. Организация полного технологического цикла производства АФС стронция-82 и генераторов $^{82}\text{Sr}/^{82}\text{Rb}$. URL: <https://www.ippe.ru/cooperation/medicine/55-sr-82-production> (дата обращения: 23.03.2021)
5. Производство радиоизотопов. URL: http://nuclphys.sinp.msu.ru/nuc_techn/med/production.htm (дата обращения: 23.03.2021)
6. Производство радиофармпрепаратов и изотопов. URL: <http://cdnm.ru/production/> (дата обращения: 23.03.2021)
7. Статус и перспективы развития ядерной медицины и лучевой терапии в России на фоне мировых тенденций (аналитическая справка). URL: https://vk.com/doc99119960_596291321?hash=99276bfd7e5778e8cb&dl=37d4c9c7dfa6beafca (дата обращения: 23.03.2021)
8. Ядерная медицина и перспективы ее развития в России и в мире. URL: <https://mhealthcongress.ru/ru/article/yadernaya-meditsina-i-perspektivi-ee-razvitiya-v-rossii-ivmire-95822> (дата обращения: 23.03.2021)

УДК 661.9+66.061.352

ГРНТИ 58.91.29

ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЕКТИВНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ И РАЗДЕЛЕНИЯ КРИПТОНА И КСЕНОНА В ПРОЦЕССАХ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА: ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Гурин М. С., Машкина В. А., Стрелюк В. В., Султанова А. Р., Цой О. Р., Шичалина В. А., Шайдуллин С. М., Красицкая С. Г., Тананаев И. Г.

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ, Владивосток

Кафедра менеджмента ШЭМ ДВФУ, г. Владивосток

Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Озёрск, Челябинская область

Школа естественных наук ДВФУ, г. Владивосток

tananaev.ig@dvfu.ru

Проведена экономическая оценка спроса и предложения на рынке инертных газов с целью понимания целевого производства, сбыта, а также анализ эффективности технологии по наработке благородных радиоактивных газов (БРГ), прежде всего, ксенона, криптона, в процессах переработки отработавшего ядерного топлива на комплексе РТ-1 ФГУП «ПО «Маяк». Показано, что РБГ представляют большой интерес в мировом изотопном бизнесе, что говорит о целесообразности включения ксенона и криптона в потребительскую корзину в развитии изотопной продукции в РФ.

Ключевые слова: переработка отработавшего ядерного топлива, ксенон, криптон, концентрирование, извлечение, разделение.

TECHNOLOGY FOR SELECTIVE EXTRACTION AND SEPARATION OF KRYPTON AND XENON IN THE PROCESSES OF REPROCESSING SPENT NUCLEAR FUEL: ECONOMIC CALCULATION

Gurin M. S., Mashkina V. A., Strelyuk V. V., Sultanova A. R., Tsoi O. R., Shichalina V. A.,
Shaydullin S. M., Krasitskaya S. G., Tananaev I. G.

Base Department of Chemical and Resource Saving Technologies SHEN FEFU, Vladivostok

Department of Management SHEM FEFU, Vladivostok

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

FEFU School of Natural Sciences, Ozersk

An economic assessment of supply and demand in the inert gas market was carried out in order to understand the target production, sales, as well as an analysis of the efficiency of the technology for the production of noble radioactive gases (RGG), primarily xenon, krypton, in the processes of spent nuclear fuel reprocessing at the RT-1 complex PA Mayak. It is shown that RBGs are of great interest in the global isotope business, which indicates the advisability of including xenon and krypton in the consumer basket in the development of isotope products in the Russian Federation.

Keywords: reprocessing of spent nuclear fuel, xenon, krypton, concentration, extraction, separation.

Принятая в РФ концепция замкнутого ядерного топливного цикла предусматривает переработку отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). Это обеспечивает более полное использование природного ядерного сырья, вовлечение в топливный цикл искусственных делящихся материалов, образующихся при работе ядерных реакторов и минимизацию количества радиоактивных отходов (РАО). Полномасштабной реализации этой концепции препятствуют экономические факторы: стоимость переработки ОЯТ превышает стоимость получаемых при этом продуктов - урана и плутония, которые повторно используются. Их выделение и реализация позволяет (по зарубежным оценкам) компенсировать только 50% стоимости переработки ОЯТ. В 2001 г. Президент РФ В.В. Путин подписал пакет законов, изменяющих часть 3 статьи 50 Закона «Об охране окружающей природной среды», в котором было впервые законодательно сформулировано понятие «отработавшее ядерное топливо» как возобновляемое комплексное сырье, при переработке которого образуются дополнительные ресурсы технически важных металлов. Можно было предполагать, что извлечение ценных компонентов из упомянутого сырья с последующей реализацией позволит снизить стоимость переработки ОЯТ. Их выделение и реализация радионуклидов может скомпенсировать не менее 10% стоимости переработки ОЯТ. Дополнительный экономический эффект (не менее 5% стоимости переработки ОЯТ) от выделения ценных компонентов из ОЯТ возникнет на стадии отверждения и окончательного захоронения ВАО. После выделения плохо совместимых со стеклом (платиноиды, технеций) и части тепловыделяющих (^{137}Cs) компонентов количество остеклованных ВАО, направляемых на захоронение, можно уменьшить на 15 - 20%, а объем промежуточного хранилища (выдержка ВАО для уменьшения тепловыделения) сокращается почти в 2 раза.

В состав ОЯТ входит значительное количество стабильных и радиоактивных элементов. К наиболее значимым по массе элементам в ОЯТ можно отнести РЗЭ, Zr, Mo, Tc, Ru, Pd, Cs, Sr, Rh, Te, Xe, Kr, I, T и др. Наибольший вклад в смесь продуктов деления вносят РЗЭ – 25 %, платиновые металлы – 16 %, Zr – 15 %, Mo – 12 %, Cs – 6 %. В области радиационной технологии для осуществления разнообразных радиационных процессов используют ^{137}Cs . При изготовлении радионуклидных источников тепла могут быть применены ^{90}Sr , ^{144}Ce , ^{147}Pm , ^{241}Am , ^{242}Cm , ^{244}Cm . В ядерной медицине в подавляющем большинстве радиоизотопных диагностических процедур используют $^{99\text{m}}\text{Tc}$, получаемый из ^{99}Mo ; возможно также использование радионуклидов иода, ^{169}Yb . Из ПД к таким

радионуклидам относятся ^{90}Sr , ^{90}Y , ^{106}Ru , ^{147}Pm . Для терапии онкологических и воспалительных заболеваний пригодны ^{57}Co , ^{57}Fe , ^{119}Sn , ^{125}Sb , ^{91}Y . В приборах технологического контроля на базе радиоактивных изотопов находят применение ^{137}Cs , ^{241}Am , ^{90}Y - ^{90}Sr (уровнемеры, плотномеры, реле, счетчики), ^{147}Pm (толщиномеры, нейтрализаторы статического электричества) и др. В дефектоскопии используются ^{75}Se , ^{99}Tc , ^{170}Tm , ^{153}Gd и ^{169}Yb , а для рентгенорадиометрического анализа и каротажных работ находят применение ^{55}Fe , ^{109}Cd , $^{119\text{m}}\text{Sn}$, ^{145}Sm , ^{153}Gd , ^{241}Am . Значительное накопление в ОЯТ платиновых металлов и серебра делает перспективным их выделение и использование в технике. В РФ и Японии разработаны процессы химического и электрохимического выделения индивидуальных платиноидов и их смесей: Pd, Pd - Rh, Ru, Ru - Rh.

При переработке ОЯТ выделяется также ряд изотопов благородных радиоактивных газов (БРГ), которые разрушительны для окружающей среды [1]. Однако эти продукты деления перспективны: области применения криптона достаточно разнообразны: производство сверхмощных эксимерных лазеров; компонент ракетного топлива; заполнения пространства между стеклопакетами; ксенона же применяется в лампах накаливания, фары; для пассивации металлов; ингаляторного наркоза; рабочей среды лазера; как компонент в конструкции ячейки Голея и химический катализатор. Однако если в настоящее время имеется ряд надежных методов захвата летучих форм йода, то технологии концентрирования БРГ исследованы и развиты мало. На данный момент чрезвычайно актуальным является разработка технологии селективного извлечения, концентрирование Хе и Кг из ОЯТ с последующим разделением. Это обосновывается тем, что упомянутые элементы являются ценным продуктом во многих областях деятельности, а получение их традиционным, криогенным методом очень энергозатратное [2,3].

Для решения упомянутого выше вопроса в ОТИ НИЯУ МИФИ были предложены шаги по разработке технологии селективного выделения ксенона и криптона из газовой фазы продуктов деления (ПД - йод, нерадиоактивные газы, высококипящие примеси) с последующей очисткой и выделением газовых форм элементов с применением микропористых карбида кремния, модифицированных углеродных адсорбентов и мелкопористых аминированных силикагелей, разработанных профессором, д.х.н. А.А. Фомкиным (ИФХЭ РАН) [4]. Было сделано предположение, что данные адсорбционные материалы могут быть применены для выделения целевых газовых продуктов при переработке летучих форм высокоактивных отходов (ВАО) при переработке ОЯТ на комплексе РТ-1 ПО «Маяк». Однако для осуществления масштабных процессов по разработке технологии извлечения, концентрирования и разделения изотопов криптона и ксенона было необходимо провести экономический расчет и оценку мирового предложения применения данных БРГ методом извлечения из ВАО в сравнении с известными криохимической наработкой ксенона и криптона в мире.

Показано [5-7], что на 2021 г. рынок целевого производства выглядит так: 30% всего произведенных газов приходится на Восточную Европу; 20% - Китай; 19% - Западная Европа; 16% - Средний Восток, включая Индию и Африку; 15% - США. Всего традиционных криоустановок по получению газов в мире 20 из которых две находятся в России. Данные 20 установок в год производят 11,8 тыс. м³ ксенона, что в денежном эквиваленте составляет 112 млн.\$ (в среднем по 8000\$ за 1 м³). И 130 тыс. м³ криптона, что в денежном эквиваленте – 50 млн.\$ (в среднем 500\$ за м³). Следует отметить, что на сегодняшний день предложение на рынке инертных газов немного превышает спрос. К примеру, спрос на ксенон составляет 11, 3 тыс. м³ против предложения в 11,8 тыс. м³. На криптон спрос – 118 м³ против предложения в 130 м³. При этом основными потребителями инертных газов являются: США; Германия; Китай; Япония; Франция и Ю. Корея. Отметим, что Китай обеспечивает все свои нужды в газах самостоятельно, не импортируя газ из-за границы, и 90% выработанного газа внутри страны в ней же и остается, на экспорт идет только 10%.

В России есть крупный завод «Криогенмаш» (г. Балашиха, Московская обл.) который занимается производством традиционных установок [8]. Завод также выпускает различные виды оборудования для производства, транспортирования и хранения технических газов. Предприятие изготовило 2 установки для получения ксенона и криптона для России, а также 2 установки были экспортированы в Китай. Мощности завода позволяют производить по 960 л ксенона в сутки и 10800 л криптона в сутки. Исходя из средних цен за 1 м³ по рынку за эти инертные газы, ксенон в сутки приносит «Криогенмашу» 7680\$, а криптон 5400\$, итого в сумме 13080\$. Это «чистые деньги» без учета затрат на электроэнергию (а традиционный метод достаточно энергоёмкий) и прочих издержек. Сам «Криогенмаш» заявляет, что срок окупаемости этих установок в России 3-5 лет, при чем эти же установки в Китае окупаются за 2-2,5 года.

На основании изложенного можно заключить, что в связи с широким спектром применений БРГ можно сделать уверенный прогноз, что запрос на БРГ будет только увеличиваться, а технология их выделения из ВАО будет востребована.

Авторы благодарят Ю.А. Занору (ПО «Маяк») за помощь в подготовке данной статьи.

Библиографический список

1. Yan Z., Gong Y., Chen B. [et al.] Methyl functionalized Zr-Fum MOF with enhanced Xenon adsorption and separation // Separation and Purification Technology. – 2020. – Vol. 239. – P. 1-7
2. Nandanwar S.U., Coldsnow K., Porter A. [et al.] Adsorption of radioactive iodine and krypton from off-gas stream using continuous flow adsorption column // Chemical Engineering Journal. – 2017. – Vol. 320. – P. 222-231.
3. Nandanwar S.U., Coldsnow K., Utgikar V. [et al.] Capture of harmful radioactive contaminants from off-gas stream using porous solid sorbents for clean environment // Chemical Engineering Journal. – 2016. – Vol. 306. – P. 369-381.
4. Потапов С.В., Фомкин А.А., Синицын В.А., Школин А.В. Адсорбция ксенона на микропористых адсорбентах в области повышенных давлений // Физикохимия поверхности и защита материалов. -2010.- Т. 46. № 6. -С. 574-577
5. Источник доступа: <https://expert.ru/2017/04/4/millionyi--v-vozduhe/> - журнал «Эксперт»
6. Источник доступа: https://newchemistry.ru/letter.php?n_id=7855 – NC, аналитический портал
7. Источник доступа: <https://finance.rambler.ru/economics/36390866-krypton-i-ksenon-kitay-vybiraet-rossiyskie-tehnologii-polucheniya-gazov/> - «Рамблер»
8. Источник доступа: <https://cryogenmash.ru> – официальный сайт «Криогенмаш»

УДК 10167
ГРНТИ 61.65.81

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ НАНЕСЕНИЯ ТОНКОСЛОЙНЫХ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ НА ИСТОЧНИКИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Злобина В. С., Сизова С. А., Сизов П. В., Федорова О. В., Печенкина М. В.

*ФГУП «Производственное объединение «Маяк»,
Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,
г. Озёрск, Челябинская область*

ovfedorova@mephi.ru

Цель данной работы являлась оценка возможности повышения эффективности нанесения тонкослойных покрытий для герметизации источников ионизирующих излучений за счет использования различных методов получения тонких пленок, а также корректировки технологических режимов. В задачу данной работы также входило экспериментальное подтверждение эффективности предложенных способов.

Ключевые слова: тонкослойные покрытия, герметизация, источники ионизирующего излучения, хром.

MODERNIZATION OF TECHNOLOGIES FOR APPLYING THIN-LAYER SEALING COATINGS ON SOURCES OF IONIZING RADIATION OF VARIOUS DESIGNS

Zlobina V. S., Sizova S. A., Sizov P. V., Fedorova O. V., Pechenkina M. V.

*FSUE “Mayak PA”, Ozersk
OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

The purpose of this work was to assess the possibility of increasing the efficiency of applying thin-layer coatings to seal sources of ionizing radiation through the use of various methods for producing thin films, as well as adjusting technological modes. The task of this work also included experimental confirmation of the effectiveness of the proposed methods.

Keywords: thin-layer coatings, sealing, sources of ionizing radiation, chromium.

Проблемы, возникающие при нанесении тонкослойных покрытий, связаны с тем, что при изготовлении источников около 5 % бракуется по причине негерметичности.

В рамках выполнения данной работы были предприняты попытки получить качественные беспористые покрытия, обеспечивающих надежную герметизацию источников ионизирующего излучения.

В последние десятилетия активно развиваются химические методы осаждения пленок.

Химические методы получения пленок классифицируют на две группы: одна основана на осаждении из газообразных веществ, а другая – на осаждении из жидких растворов.

На первом этапе работы тонкослойные покрытия диоксида титана наносили на ИИИ типа Т при гидролизе тетрахлорида титана из паровой фазы (далее – титанирование).

Вид источника представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид источника типа Т-1

На втором этапе работы тонкослойные покрытия хрома наносили на ИИИ типа «Альфа» при термическом разложении ХОЖ. Вид источника представлен на рисунке 2.

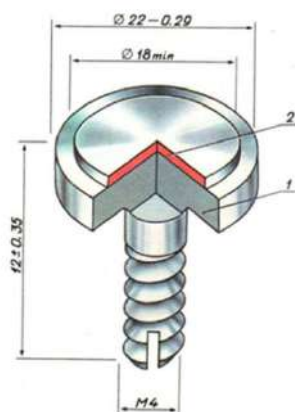


Рисунок 2 – Общий вид источника «Альфа»

Для выяснения причин брака, были изучены технологические параметры изготовления данных источников.

Процесс образования пленки диоксида титана протекает на нагретой поверхности подложки в соответствии с реакциями:



Схема установки титанирования приведена на рисунке 3.

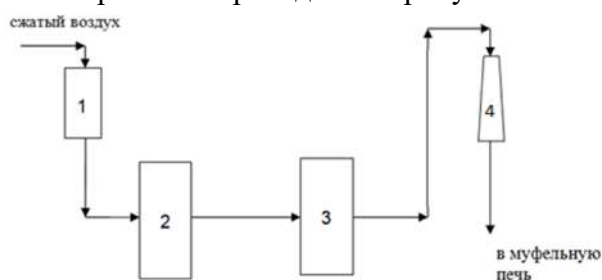


Рисунок 3 – Схема установки титанирования

В нагретую муфельную печь до 350 °С устанавливали на специальную подставку подложки с обезжиренной рабочей поверхностью, далее сжатый воздух пропускали через емкость, заполненную силикагелем, после чего обдували источник парами $TiCl_4$ до появления второго или третьего цвета зелени.

Анализ технологических параметров изготовления источников позволил предложить следующие пути их усовершенствования:

- 1) Для первого слоя необходимо увеличить время обжига до 2-3 мин
- 2) Температуру титанирования увеличить до 620-680.
- 3) Режимы нанесения силикатной пленки корректировки не требуют

На основании проведенного анализа технологических параметров изготовления источников были предложены пути их усовершенствования:

- 1) Для первого слоя необходимо увеличить время обжига до 2-3 мин
- 2) Температуру титанирования увеличить до 620-680.
- 3) Режимы нанесения силикатной пленки корректировки не требуют

Для экспериментальной проверки было изготовлено 2 партии источников Т-1, титанирование которых осуществлялось при разных температурах: для партии 1 – (550 ± 30) °С; для партии 2 – (650 ± 30) °С.

После титанирования каждую партию разделили на 2 части, на одну из которых наносили защитное покрытие в виде силикатной пленки, на вторую часть – не наносили.

Так же для сравнения была изготовлена партия 3 источников Т-1 по существующей технологии до ее усовершенствования.

После чего все источники подвергались испытаниям на устойчивость к воздействию различных факторов, таких как:

- на воздействие пониженной температуры (-50 до -60 ; 1,5 ч)
- на воздействие повышенной температуры ($+50$ до $+60$; 1,5 ч)
- на воздействие повышенной влажности (92-100% 5 ч при 30°С)
- на воздействие синусоидальной вибрации (частота колеб 40-60 Гц с амплитудой 2 мм 1,5 ч).

Полученные результаты представлены на рисунке 4.

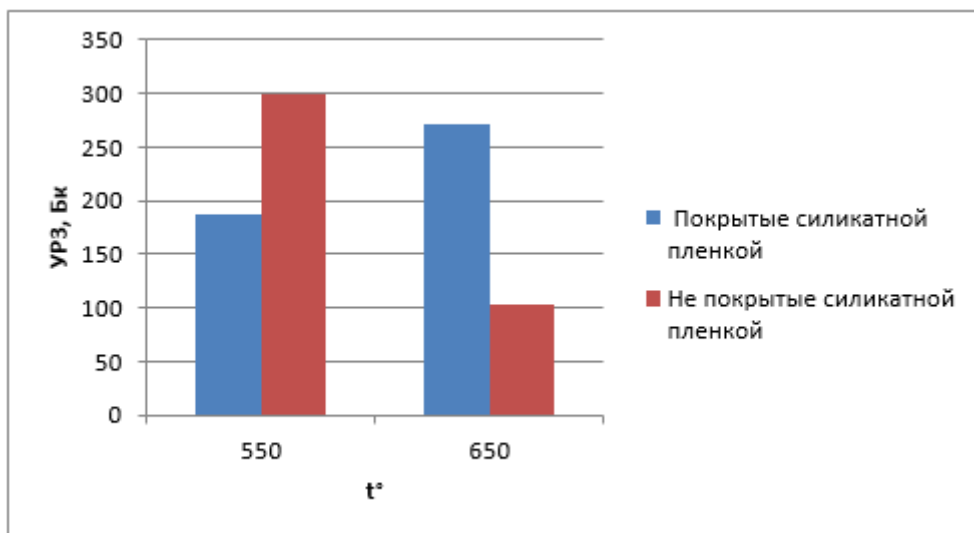


Рисунок 4 – Результаты испытаний источников Т-1 (2 партии), затитанированных при высоких температурах

Видно, что все источники прошли испытания. УРЗ не превышало 1500 Бк.

Установлено, что для увеличения адгезии тонкослойного покрытия необходимо проводить операцию титанирования при более высоких температурах, близких к точке плавления эмали.

На следующем этапе работы были определены оптимальные режимы нанесения ПХП. Среди определяющих параметров были:

- 1) изучение влияния давления в РК (0,13-13,3 Па);
- 2) изучение влияния температуры в РК (390-530 °С);
- 3) использование добавки в ХОЖ NH_4Cl (для устранения дефектов в покрытии);
- 4) изучения влияния расхода ХОЖ (23-25 делений);
- 5) расположение подложек на круге держателя;
- 6) изучение влияния порядка включения вращения держателя.

В процессе формирования покрытия вакууметрическое давление не превышало 9,3 Па и в среднем составляло 5,8 Па.

Отмечено, что эффективнее при нагреве РК ориентироваться только на температуру испарителя, так как при изменении температуры РК, автоматически изменяется температура испарителя, которая не д.б. ниже 260 °С.

Определен оптимальный расход жидкости от 23-25 делений.

Управление параметрами процесса нанесения покрытий позволило наносить хромовые покрытия равномерные по толщине и составу.

Далее подложки с нанесенными ПХП были исследованы на пористость покрытий.

Методика основана на взаимодействии основного металла или металла подслоя с реагентом в местах пор с образованием окрашенных соединений.

Определение проводили как методом погружения в раствор реагента, так и методом наложения фильтровальной бумаги, смоченной в растворе реагента.

Установлено, что значения пористости ПХП не превышали 3 поры на 1 см², т.е. соответствовали требованиям, предъявляемым в нормативной документации.

Таким образом, процесс нанесения ПХП на установке МОСхром в присутствии хлорида аммония позволяет получать качественные беспористые покрытия равномерной толщины. В остальном технология не требует существенной корректировки.

Библиографический список

1. Борило Л.П. Тонкопленочные неорганические наносистемы / под ред. д-ра техн. наук, проф. В.В. Козика. – Томск: Томский государственный университет, 2012. – 134 с.
2. Молодечкин М.О., Богуш В.А. Особенности формирования и свойства пленок диоксида титана. Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники П. Бровки. 6. Минск, 220013. Беларусь 2015.
3. Соколов В.Ф. и др. Защитное пиролитическое хромовое покрытие. Технология, свойства, применение: Обзор. М.: ЦНИИАтоминформ. 1989. – 72 с.

УДК 66.061.352:546.798.23 + 546.661 + 546.36 + 547.7

ГРНТИ 58.91.31+58.91.29

СОЗДАНИЕ НА ПО «МАЯК» РАДИОХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ С «ЕСТЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ» ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ И ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ ВАО

Смирнов И. В., Бояринцев А. В., Степанов С. И., Тананаев И. Г.

АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина», г. Санкт-Петербург,

СПбГУ, г. Санкт-Петербург,

РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва,

ОТИ НИЯУ МИФИ, г. Озёрск, Челябинская область

geokhi@mail.ru

С целью повышения эффективности и безопасности при осуществлении процессов переработки ОЯТ и обращения с ВАО на ПО «Маяк» проведены систематические исследования по созданию перспективных технологий с «естественной безопасностью» с использованием карбонатных сред, обеспечивающих высокую эффективность и взрывопожарную безопасность основных радиохимических операций. Получены основные научные результаты: оптимальные условия селективного выщелачивания урана из смесей оксидов и имитаторов ОЯТ в карбонатные растворы; экспериментальные данные о поведении

основных продуктов деления в процессе селективного выщелачивания урана; результаты по растворении оксидов урана и плутония в карбонатных средах в присутствии различных окислителей; экспериментальные данные по извлечению целевых радионуклидов и основных стабильных компонентов ВАО каликс- и тиакаликсареновыми экстрагентами, гидроксидами и карбонатами четвертичного аммония из модельных щелочных сред и карбонатов ВАО.

Ключевые слова: технологии, переработка ОЯТ, фракционирование ВАО, карбонатные среды, макроциклические соединения, экстракция.

CREATION OF RADIOCHEMICAL TECHNOLOGIES WITH "NATURAL SAFETY" AT PA MAYAK FOR SNF REPROCESSING AND HLW FRACTIONATION

Smirnov I. V., Boyarentsev A. V., Stepanov S. I., Tananaev I. G.

*AO "Khlopin Radium Institute", St. Petersburg,
Saint Petersburg State University, St. Petersburg,
Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow
OTI NRNU MEPhY, Ozersk*

In order to improve the efficiency and safety of SNF reprocessing and HLW management at PA Mayak, systematic studies have been carried out to create advanced technologies with “natural safety” using carbonate media, which guarantee high efficiency and explosion and fire safety of basic radiochemical operations. The following main scientific results have been obtained: conditions for selective leaching of uranium from mixtures of oxides and from simulators of spent nuclear fuel into carbonate solutions, experimental data on the behavior of the main fission products in the process of selective leaching of uranium, experimental data on the dissolution of uranium and plutonium oxides in carbonate media in the presence of various oxidants, experimental data on the extraction of target radionuclides and main stable HLW components with calix- and thiacalixarene extractants and quaternary ammonium hydroxides and carbonates from model alkaline media and carbonate HLW.

Keywords: technologies, SNF reprocessing, HLW fractionation, carbonate media, macrocyclic compounds, extraction.

Подавляющее большинство жидких сред на предприятиях атомной промышленности России относятся к азотнокислым: процессы на их основе наиболее изучены. Однако все эти преимущества не отменяют того, что контакт азотной кислоты с используемым в технологических схемах органическим экстрагентом повышает взрыво- и пожароопасность системы, что подтверждается рядом аварий, происходивших на радиохимических производствах. Этот недостаток азотнокислых сред можно устранить их заменой на карбонатные, что обеспечит «естественную» взрыво- и пожаробезопасность радиохимических производств, однако приведёт к образованию щелочных отходов. Применительно к нуждам радиохимии карбонатно-щелочные среды изучаются ещё с конца 50-х годов XX века - уже тогда велись исследования по экстракции урана и тория из карбонатных растворов солями четвертичных аммониевых оснований [1]. К началу 70-х гг. относятся первые попытки экстракционного извлечения из щелочных сред актинидов, когда было установлено, что соли аминов склонны образовывать с анионными формами радионуклидов координационные соединения [2]. Развитие данного направления связано с серией работ по экстракционному выделению актинидов из карбонатно-щелочных сред, отделению трансплутониевых элементов (ТПЭ) от редкоземельных (РЗЭ) и внутригрупповому разделению ТПЭ, проведённых научной группой под руководством Б.Ф. Мясоедова. Эти исследования охватывают различные классы соединений – от алифатических аминов и солей четвертичных аммониевых оснований до алкилпирокатехинов и алкил-аминометилфенолов [3-5]. Позже в качестве экстрагентов для выделения актинидов и осколочных элементов из карбонатно-щелочных сред были предложены макроциклические соединения - каликсарены - сначала в

комбинации с уже изученными соединениями (например, с 5-алкилбензил-диэтаноламином – для выделения из щелочных сред цезия, стронция, америция и плутония). Затем каликсарены стали рассматриваться и в качестве индивидуальных компонентов: так, в Радиовом институте (Санкт-Петербург) совместно с ГЕОХИ РАН (Москва) и ИОФХ им. А.Е. Арбузова (Казань) на протяжении нескольких последних лет проводился систематический поиск соединений на основе каликсаренов для экстракции радионуклидов из карбонатно-щелочных сред. Были изучены каликс[*n*]арены с различными функциональными группами в верхнем и/или нижнем ободе [6-8]. Разрабатываемая нами технология переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) в карбонатных средах предполагает его двухстадийное растворение, осадительное выделение основной части урана, совместное экстракционное выделение урана и плутония и переработку образующихся карбонатных высокоактивных отходов (ВАО). При карбонатном растворении оксидов актинидов (волоксидированного ОЯТ) в «мягких» окислительных условиях (перекись водорода) можно селективно растворить оксиды урана, не растворяя диоксид плутония. Эта особенность карбонатных сред позволяет провести выщелачивание основной части урана из ОЯТ, а остаток направить на полное растворение всех актинидов в «жестких» окислительных условиях (персульфаты) с последующим их разделением. Растворимость урана в карбонатных средах сильно зависит от концентрации карбонат-аниона и рН среды, что открывает возможность для «безреагентного» осадительного выделения урана диоксидом углерода. Фракционирование маточных растворов - карбонатных ВАО - обеспечит выделение ценных компонентов (радионуклиды, платиноиды) и сокращение объема остеклованных отходов. В ходе исследований в 2020 году были получены экспериментальные данные о химическом поведении основных продуктов деления (ПД) в процессе окислительного растворения имитатора волоксидированного ОЯТ. Были рассчитаны значения коэффициентов очистки урана от примесей для всех изученных ПД, определены оптимальные условия селективного выщелачивания урана из шихты имитатора волоксидированного ОЯТ на основе смеси U_3O_8 и оксидов стабильных изотопов (CeO_2 , MoO_3 , ZrO_2 , SrO , SnO , La_2O_3 , Nd_2O_3 , Sm_2O_3 , Y_2O_3) в условиях окислительного растворения в растворах Na_2CO_3 – H_2O_2 , проведены систематические исследования изучения кинетики окислительного растворения UO_2 , U_3O_8 и PuO_2 в карбонатных средах в присутствии окислителей (H_2O_2 , $Na_2CO_3 \cdot 1,5H_2O_2$, Na_2O_2 , $M_2S_2O_8$, где $M = Na^+$; K^+ или NH_4^+) при различных режимах подачи окислителя и условиях. Для всех изученных систем рассчитаны значения величин констант скоростей реакции и кажущейся энергии активации, измерены значения окислительно-восстановительного потенциала (ОВП), установлена динамика его изменения при различных условиях. Изучена кинетика разложения H_2O_2 и $Na_2CO_3 \cdot 1,5H_2O_2$ в карбонатных средах, а также экстракция $^{241}Am(III)$ и стабильных компонентов ОЯТ (Al , Na , Cr^{VI} , Mo^{VI}) из карбонатных сред карбонатом метилтриалкиламмония и метилтриоктиламмония в толуоле и экстракция ^{137}Cs , ^{241}Am и 15 стабильных компонентов карбонатных ВАО 0,01 М растворами изононил-каликс[8]арена, изононил-каликс[6]арена и смеси изононил/третбутил-(1:3)каликс[8]арена в тетрачлорэтилене при рН водной фазы от 10 до 14. Исследованные соединения экстрагируют K^+ и Rb^+ также эффективно, как и Cs^+ . При этом Y и другие РЗЭ экстрагируются немного хуже, чем Am , а для $Cr(VI)$, Mo , $Mn(II)$ и Ni отмечено отсутствие соэкстракции. В качестве экстрагентов для ТПЭ были исследованы различные тиакаликсарены, однако наилучшие экстракционные свойства проявил *n*-трет-бутил-тиакаликс[4]арен.

Разработана принципиальная технологическая схема процесса экстракционной переработки щелочных ВАО, включающая только операции экстракции и реэкстракции, без промывки экстракта и без регенерации оборотного экстрагента. Работоспособность предложенной технологической схемы подтверждена в ходе динамических испытаний на 16-ти ступенчатом стенде смесителей-отстойников с использованием модельного щелочного ВАО и экстрагента на основе изононил-каликс[6]арена в легком смесевом растворителе (*m*-нитробензотрифторид и диглим в *n*-додекане). Установка стабильно проработала 105 ч. За это

время было переработано около 10,5 л исходного модельного раствора ВАО, а экстрагент совершил более 10 оборотов. Активность ^{137}Cs в оборотном экстрагенте в ходе испытаний не превышала 10^5 Бк/л ($< 1\%$ от исходного). В ходе испытаний не было отмечено образования осадков, плохо расслаивающихся эмульсий или взаимного уноса фаз. Использование 10 ступеней экстракции обеспечивало извлечение из модельного ВАО более 99,8% ^{137}Cs , как в режиме максимального извлечения (на экстракции О:В = 1:1), так и в режиме максимального концентрирования (на экстракции О:В = 1:2). Активность ^{137}Cs в реэкстракте в режиме максимального концентрирования превышает исходную в 9 – 11 раз, а в режиме максимального извлечения в 1,6 – 2,7 раза, при ожидаемых коэффициентах концентрирования 10 и 2, соответственно. Реэкстракция радионуклидов раствором 1 М HNO_3 в обоих проверенных режимах проходила полностью и активность ^{137}Cs в оборотном экстрагенте была $< 10^5$ Бк/л. За все время испытаний коэффициент очистки ВАО от ^{137}Cs стабильно превышал 500 при 10-кратном концентрировании ^{137}Cs в реэкстракте.

Исследование выполнено при поддержке РНФ, проект № 20-63-46006

Библиографический список

1. Clifford W.E., Bullwinkel E.P., McClaine L.A., Noble P. The Solvent Extraction of Uranium(VI) from Carbonate. // J. Am. Chem. Soc. – 1958. - V. 80. № 12. - P. 2959-2961.
2. Шмидт В.С., Шестериков В.Н. О влиянии нуклеофильности анионов-лигандов на экстракцию солей металлов солями аминов. // Радиохимия – 1971. – № 6. – С. 815-821.
3. Каралова З.К., Мясоедов Б.Ф., Родионова Л.М., Кузнецова В.С. Экстракция трансплутониевых элементов из карбонатных растворов алкилпирокатехином // Радиохимия. – 1983. – № 2. – С. 187-191.
4. Каралова З.К., Букина Т.В., Мясоедов Б.Ф. Экстракция трансплутониевых элементов из карбонатных растворов первичными аминами // Радиохимия – 1983. – № 5 – С.595.
5. Каралова З.К., Мясоедов Б.Ф., Букина Т.В., Родионова Л.М. Использование дециламина для экстракции актиноидов и лантаноидов из карбонатных растворов. // Радиохимия. – 1985. – № 1. – С.47-49.
6. Смирнов И.В., Караван М.Д., Степанова Е.С., Кальченко В.И. Экстракция америция и европия функционализированными тиакаликс[4]аренами из щелочных сред. // Радиохимия. – 2016. – № 6. – С. 528-534.
7. Smirnov I.V., Stepanova E.S., Ivenskaya N.M., Karavan M.D., Zaripov S.R., Kleshnina S.R., Solovieva S.E., Antipin I.S. Cesium and americium extraction from carbonate-alkaline media with O-substituted p-alkylcalix[8]arenes. // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. – 2017. - V. 314. - № 2. – P. 1257–1265.
8. Смирнов И.В., Степанова Е.С., Ивенская Н.М., Караван М.Д., Зарипов С.Р., Соловьёва С.Е. и Антипин И.С. Экстракция цезия-137 и америция-241 каликс[n]аренами из карбонатно-щелочных сред. // Доклады Академии Наук. – 2018. - №3. – 277–282.

УДК 621.039.07
58.91.29

ЗАКРЫТИЕ АКВАТОРИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОЕМА В-9 НА ПО «МАЯК»

Кисленков А. В., Крючкова К. А.

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

ksenya.kryuchkova.98@mail.ru, Shinnok_kislenkov@mail.ru

В статье приводятся информация о консервации акватории технического водоема В-9 (оз. Карачай) на промышленной площадке ПО «Маяк». Представлены сведения, включающие цель закрытия приповерхностного водоема, этапы выполнения, а также методы его консервации. Приводится также информация о составе высокоактивных отходов (ВАО), сбрасываемых в водоем В-9 в течение длительного времени, а также сведения о том, в каком состоянии находится водоем сейчас.

Ключевые слова: водоем В-9, радионуклиды, захоронение, засыпка, мониторинг.

CLOSURE OF THE WATER AREA OF THE TECHNICAL RESERVOIR B-9 AT THE PO «MAYAK»

Kislenkov A. V., Kryuchkova K. A.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

In our work, we will consider what methods were taken to close the reservoir and what was filled in with V-9. Let's find out how the radioactive waste that was dumped and accumulated in the reservoir for many years, after the conservation of this reservoir, behaves. We will also find out what condition the reservoir is in now.

Keywords: V-9, radionuclides, burial, backfill, monitoring.

С 1951 года предприятие «ФГУП ПО Маяк», одно из крупнейших ядерных предприятий в Советском Союзе, сбрасывало радиоактивные отходы в озеро Карачай, переименованное в водохранилище В-9. За время эксплуатации в озере В-9 скопилось более 120 млн. Кюри ЖРО и до 190 тыс. м³ техногенных осадков. С учетом радиационных выбросов в 1967 на прилегающие территории, в таких условиях единственным вариантом ликвидации водоема являлся вариант его консервации с локализацией отходов на месте их нахождения.

Для консервации В-9 необходимо было провести анализ активности радионуклидов, которые находятся в грунтовых водах. Созданная на технической площадке ПО «Маяк» вокруг В-9 сеть наблюдательных скважин позволила показать: (1) миграции загрязнения в подземных водах обусловлена конвективным переносом, гравитационным перемещением растворов высокой плотности и действием факторов рассеяния (фильтрационная дисперсия, радиоактивный распад, физико-химическое взаимодействие растворов с водовмещающими горными породами); (2) загрязненные воды обладают различной минерализацией от рассолов до 82,8 г/л в центральной части ореола, до практически пресных вод во фронтальной части водоема; при этом для загрязненных вод характерно зональное строение и в плане концентрации компонентов с уменьшением к периферии, удалением от источника загрязнения, по вертикали – возрастанием с глубиной вплоть до 50-100 м от земной поверхности; (3) основными загрязняющими веществами являются нитрат-, нитрит-ионы и радионуклиды техногенного происхождения (⁹⁰Sr, ³T, уран, ⁶⁰Co, ¹⁰⁶Ru, ¹³⁷Cs); (4) протяженность ореолов по отдельным компонентам-загрязнителям различна; она

определяется их концентрациями, периодом радиоактивного распада, кислотными и редокс-условиями транспортной среды, физико-химическими свойствами мигрирующих элементов, растворимостью и устойчивостью их миграционных форм в существующих условиях массопереноса, а также способностью участия в геохимических процессах (сорбции, ионном обмене, соосаждении, гидролизе и т.д.). Индикатором техногенного загрязнения подземных вод явился нитрат-ион NO_3^- как компонент загрязнения. Внешняя граница ореола загрязнения в подземных водах по содержанию в водах нитрат-иона был определен до 0,045 г/л с площадью загрязненных подземных вод до 10 км². Показано, что такие радионуклиды, как ¹⁰⁶Ru и ⁶⁰Co не взаимодействуют с породами ложа водоема и водовмещающей средой, тогда как ¹³⁷Cs, и прежде всего, ⁹⁰Sr накапливаются в подстилающих породах ложа водоема и водовмещающих трещиноватых вулканогенно-осадочных породах, окружающих В-9. В центральной части, вблизи водоема, находятся ореолы урана и минорных актинидов. Натурное обследование водоема Карачая в 2002-2005 показало, что общий запас β -активных нуклидов в незакрытой части водоема составляет 25 млн кКи, из них в воде находится 11%, в техногенных илах – 75%, в суглинках ложа водоема – 14%. Суммарный запас α -активных нуклидов составил 700 кКи, в том числе 0,8% в воде, 3,4% – в суглинках ложа, 95,8% – в техногенных илах. По результатам исследований был сделан вывод: обводненные породы твердого ореола после прекращения эксплуатации В-9 будут являться источником вторичного загрязнения подземных вод. При этом экспериментально было доказано, что коэффициенты десорбции нуклидов не являются обратными величинами коэффициентов сорбции в идентичных химических условиях, и с увеличением степени разбавления промышленных растворов скорость десорбции радионуклидов будет уменьшаться.

Засыпка первых 15-20 тыс. м² береговой загрязненной полосы суглинистым грунтом были начаты в 1969-1972. Обнаружилось, что при засыпке, донные отложения вытеснялись на поверхность воды, создавая предаварийную ситуацию. Поэтому с 1973 для засыпки В-9 начали использовать скальный грунт. В 1980-1981 была проведена засыпка северо-восточной части водоема калиброванным бутом диаметром до 0,3 м, однако это приводило к вытеснению илов на поверхность воды. В дальнейшем с 1983 по 1985 для засыпки были взяты специально сконструированные полые железобетонные кубы с открытой нижней гранью ПБ-1 с эффективной пористостью блочного массива до 0,65. Это оказалось достаточным для эффективной локализации техногенных илов.

В 1988 и 1990 были разработаны проекты ликвидации (консервации) В-9 первой и второй очереди. По проекту первой очереди закрытию подлежала северо-восточная часть акватории водоема и отсыпка разделительных дамб с разбивкой акватории водоема на чеки. К началу 90-х было локализовано 60% всего объема подвижных донных отложений и 70% всех радионуклидов, накопленных в В-9, площадь акватории водоема была уменьшена на треть. Проект консервации В-9 второй очереди предусматривал полную ликвидацию акватории и ее рекультивацию, а также реабилитацию ближайших окрестностей водоема. Однако изменение метеорологических условий (превышение количества атмосферных осадков над испарением, начиная с середины 1980-х годов) вызвало повышение уровня водоема, поэтому работы были приостановлены. Потребовалась разработка новых проектных решений по консервации водоема с учетом изменившихся метеорологических условий. Была создана третья очередь проекта с учетом использования локальной геофильтрационной модели района оз. Карачай и выполнения базового прогнозного расчета изменения уровня В-9. Основными техническими мероприятиями признаны гидроизоляция закрытой части водоема, сооружение водоотводного нагорного канала и водоотводной канавы. Эти работы начались в 2005-2007, когда площадь водоема снизилась с 11,6 до 7,8 га.

Последний квадратный метр на водоёме засыпан 26 ноября 2015 года. Это было символично для сотрудников ПО «Маяк» да и всего города Озёрска. На реализацию этого важного проекта выделили около 17 миллиардов. Водоём В-9 был полностью закрыт скальным грунтом и бетонными квадратными блоками. После этого дополнительно построили

ещё несколько гидроизолирующих слоёв. Следующий этап - серьёзная система мониторинга за подземным контуром вод, состоянием элементов засыпки. В перспективе ближайших 10-20 лет водоём будет переведен сначала из пунктов размещения в пункт консервации особых РАО, а затем в пункт захоронения особых радиоактивных отходов с выполнением всех технических и юридических требований.

Сегодня выполняется необходимый комплекс работ по обеспечению безопасного состояния водоема В-9. Основу составляют работы по мониторингу состояния В-9 и окружающей среды. Наблюдаются параметры загрязнения радионуклидами атмосферного воздуха, подземных вод и поровой воды массива засыпки, почвы, растительности, снега; отслеживаются уровни подземных вод и поровой воды массива засыпки. Результаты мониторинга свидетельствуют о достаточно безопасном состоянии системы: критических подъемов уровня воды в массиве засыпки не наблюдается, уровень воды находится в нескольких метрах от поверхности массива. Всего оборудовано 1090 пунктов контроля с последующим использованием установленных пунктов для определения координат и высот один раз в квартал. Начиная с 2017 результаты геодезического мониторинга стали основой для построения моделей поверхности массива на базе геоинформационных систем. Основные радиационные параметры (плотности потока альфа- и бета-частиц, мощность эквивалентной дозы) ежемесячно измеряются в 37 пунктах контроля на поверхности массива засыпки. Наибольшие уровни МЭД наблюдаются на участке вблизи оголовка сбросной линии, где завершались работы по закрытию акватории водоема и где были сконцентрированы наибольшие мощности донных отложений. Измеренные здесь значения МЭД потребовали проведения дополнительной отсыпки наиболее радиационно опасных участков для снижения дозового воздействия на персонал и предотвращения загрязнения атмосферного воздуха. В настоящее время результаты всех видов мониторинга свидетельствуют о безопасном состоянии всех систем бывшего открытого водоема-хранилища ЖРО. В озеро также будут добавлены новые твердые слои щебня и почвы. В будущем территория будет покрыта травой и кустами. Никакие деревья не допускаются, поскольку их корни могут повредить блоки бетона, являющиеся частью процесса консервации.

Библиографический список

1. Алексахин А.И. История эксплуатации водоема Карачай. Обзорный очерк по архивным и отчетным материалам ПО «Маяк» / Алексахин А.И. // Вопросы радиационной безопасности -2005.- № 4. -С. 42-50.
2. Баторшин Г.Ш. Концепция вывода из эксплуатации поверхностных водоемов хранилищ ЖРО ПО «Маяк» / Баторшин Г.Ш., Мокров Ю.Г. // Безопасность ядерных технологий и окружающей среды -2013.- № 3-4. -С. 88-94.
3. Глаголенко Ю.В. Современное состояние и обеспечение вывода из эксплуатации водоемов-хранилищ жидких среднеактивных отходов - озера Карачай и хранилища Старое Болото / Глаголенко Ю.В., Дрожко Е.Г., Мокров Ю.Г. // Вопросы радиационной безопасности -2003.- № 1. -С. 14-19.
4. Глинский М.Л. Озеро Карачай: объектный мониторинг при выводе из эксплуатации / 5/ Глинский М.Л., Глаголева М.Б., Дрожко Е.Г., Иванов И.А. // Безопасность ядерных технологий и окружающей среды -2009.- № 4. С. 96-99.
5. Глаголенко Ю.В. Стратегия обращения с радиоактивными отходами на производственном объединении «Маяк» / Глаголенко Ю.В., Дзекун Е.Г., Дрожко Е.Г. // Вопросы радиационной безопасности – 1996. – № 2. – С. 3–11
6. Дрожко Е.Г. Водоем-9 — хранилище жидких радиоактивных отходов и воздействие его на геологическую среду / Под ред. Дрожко Е.Г., Самсонов Б.Г. — М.: Изд-во Росатом, 2007. - 250 с.

7. Дрожко Е.Г. Современное состояние подземной гидросферы в районе ПО «Маяк» / Дрожко Е.Г., Иванов И.А., Алексахин А.И., Самсонова Л.М., Глаголев А.В. // Вопросы радиационной безопасности -1996.- № 1. С. 11—19.
8. Иванов И.А. Миграция урана и трансурановых элементов в подземных водах района размещения открытого хранилища жидких радиоактивных отходов оз. Карачай (ПО «Маяк», Челябинская область); 25.00.36 — Геоэкология: автореф. дис. ... к. т. н. — Озерск, 2004. — 28 с.
9. Мокров Ю.Г. Мониторинг - основа обеспечения безопасности при выполнении работ по консервации водоема Карачай / Мокров Ю.Г., Алексахин А.И. // Радиоактивные отходы. - 2018. - № 3-4. -С. 60-68.
10. Карачай или спецводоём В-9. Радиоактивное секретное озеро. /интернет ресурс/
<https://zen.yandex.ru/media/mximnovikovski/karachai-ili-specvodoem-9-radioaktivnoe-sekretnoe-ozero-kotorogo-net-5fdd0aa9f5a6f429fc0fadd1> (дата обращения: 24.03.2021).

УДК:66 666.3
ГРНТИ 61.31.49

ТЕХНОЛОГИЯ ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Лобкова Л. Ю., Шмакова А. В.

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

nastikshmakova@yandex.ru, lyubochka.lobkova@mail.ru

Осуществлен обзор научной литературы на тему перспектив развития метода искрового плазменного спекания (ИПС) для получения перспективных керамических материалов, в том числе, для атомной отрасли. Показано, что при использовании ИПС технологии синтезируются образцы высокоплотной «ядерной керамики», такие как стеклокерамика для иммобилизации опасных радионуклидов, топливные композиции, источники ионизирующего излучения и др. Показано, что при использовании продукции, произведенной методом ИПС получают образцы исключительного качества благодаря уникальным свойствам технологии, которая выступает наиболее перспективной в развитии получения функциональных материалов.

Ключевые слова: искровое плазменное спекание, атомная энергетика, керамика, ядерная керамика, радионуклиды.

SPARK PLASMA SINTERING TECHNOLOGY AS A PROMISING SOLUTION FOR THE PRODUCTION OF PRACTICAL CERAMIC MATERIALS

Lobkova L. Yu., Shmakova A. V.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

A review of scientific literature on the prospects for the development of the method of spark plasma sintering (IPA) for obtaining promising ceramic materials, including for the nuclear industry, is carried out. It has been shown that when using the IPS technology, samples of high-density "nuclear

ceramics" are synthesized, such as glass ceramics for immobilizing hazardous radionuclides, fuel compositions, sources of ionizing radiation, etc. It has been shown that when using products manufactured by the IPS method, samples of exceptional quality are obtained due to the unique properties of the technology, which is the most promising in the development of obtaining functional materials.

Keywords: spark plasma sintering, nuclear power engineering, ceramics, nuclear ceramics, radionuclides.

Цивилизация находится в постоянном развитии технологических процессов. Человечество использует объекты окружающей среды, механизмирует производство; стремится создать эффективный уровень управления государством, гражданами и экономикой. Сегодня контуры современной мировой экономики складываются в формировании новых, наукоемких технологий. Новый технологический уклад затрагивает нано- и биотехнологии, нанозергетику, молекулярные, клеточные и ядерные технологии, нанобиотехнологии, биомиметика, нанобионика, нанотроника, а также другие наноразмерные производства, прежде всего, в экономически развитых странах (США, Японии, КНР).

Экономическая ситуация в нашей стране заставляет ведущих экономистов России искать альтернативные модели экономического развития. Одним из аспектов данного развития является развитие научных технологий, путем индивидуализации производства и потребления новой продукции в нанобионике, транспорте, коммуникациях, персонализированной медицине и фармацевтике для достойного повышения продолжительности и качества жизни человека. Этой продукцией выступают современные материалы, качество которых превышает известные. России необходимо войти в элиту мирового экономического сообщества, не оставаясь отсталой сырьевой провинцией, что требует осуществления в Государстве научно-технической и технологической революции.

Переход на новые технологические уклады современности требуют не только создания новых технологий развития, но и усовершенствование имеющихся, например, атомной энергетике требуются новые подходы к получению качественной продукции. В поисках методов получения таковых возникает новая технология искрового плазменного спекания, позволяющего создавать ультрасовременные керамики, которые не имеют аналогов в мире (продукт XXI века) и широко востребованы во всех отраслях промышленности без исключения.

Искровое плазменное спекание (ИПС) является одной из самых перспективных технологий синтеза новых порошковых материалов и получает все более широкое распространение в мире, также известная в России как электроимпульсное спекание под давлением (ЭИСД), а за рубежом как Spark Plasma Sintering (SPS). ИП-спекание-это совмещенные методы горячего прессования и электростимулированного спекания. Особенности этого метода обработки материалов состоят в том, что нагрев вещества происходит через пропускание импульсов электрического тока, что позволяет существенно снизить температуру и сократить время спекания по сравнению с обычным спеканием и горячим прессованием, тем самым улучшить качество спекенного материала, так как позволяет свести к минимуму рост зёрен и сохранить нано- и суб- микроструктуры в нанодисперсных порошковых материалах. Конечным результатом ИПС является образование материалов нового типа с уникальными композициями и свойствами. Фундаментальная характеристика технологии ИПС весьма обширна и не имеет однозначного обоснования, в виду исключительной сложности физической картины всего процесса, связанного с наложением целого ряда механических, теплофизических и электрофизических эффектов [1]. Однако, несмотря на это, совокупность таких доказанных и возникающих при ИПС процессе физических явлений, как генерация тепла Джоуля-Ленца, электромиграция, электропластичность, пондеромоторные силы, эффект перколяции, электромагнитный эффект «пинча», эффект Пельтье, электротранспорт, поляризация, корреляционные эффекты,

межфазные реакции, диффузия атомов и др., дает возможность исключительно варьировать составом и структурной архитектурой получаемых керамик, включая операции с далеко неравновесными нано- и микроструктурными системами. Кроме этого, неоспоримыми технологическими преимуществами ИПС технологии перед традиционными методами являются низкие температуры синтеза (в среднем ниже на 300 °С), высокая скорость разогрева (среднее 150-200 °С/мин) и охлаждения (400 °С/мин), короткое время термовыдержки (минуты), одновременное спекание и прессование (одностадийность), не требуется введение спекающих добавок, возможность достижения максимальной плотности материала (100 % от теоретического значения).

Результат такого технологического подхода в рамках настоящего исследования были воплощены в виде создания эксклюзивных и практически ориентированных наноструктурированных материалов, в частности:

- магнитная керамика на основе композитных систем ($\text{Fe}/\text{Fe}_3\text{O}_4$, $\text{Fe}_3\text{O}_4/\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, Co/Sm), с намагниченностью насыщения (M_s) ~ 150 эме/г, коэрцитивной силой (H_c) $\sim 4\text{--}3000$ Э, площадью удельной поверхности ($S_{уд}$) ~ 10 м²/г, механической прочностью при сжатии ($\sigma_{сж}$) ~ 250 МПа [2]. Область применения – электротехника (постоянные магниты, сегнето- и пьезоэлектрики, конденсаторы и др.);
- сверхвысокотемпературная карбидокремниевая керамика (SiC и $\text{HfB}_2\text{-SiC}$), пористость до 30%, устойчивая в потоке диссоциированного воздуха при температуре разогрева >2600 °С [3]. Область использования - авиация и ракетостроение (носовые обтекатели и острые кромки крыльев летательных аппаратов и боеголовок);
- биоактивная/инертная керамика на основе CaSiO_3 , ZrO_2 , TiO_2 и их композитных форм с ГАП, ТКФ и благородные металлы, с бимодальной пористой структурой (размер пор 100-500 нм и 1-500 мкм), площадь удельной поверхности ($S_{уд}$) ~ 10 м²/г, механическая прочность при сжатии ($\sigma_{сж}$) $\sim 50\text{--}400$ МПа [4]. Область использования – хирургия, костная инженерия (импланты/искусственные матриксы, каркасы для восстановления, замещения, регенерации поврежденных костных тканей);
- керамические и стеклокерамические матрицы различного состава для иммобилизации радионуклидов, количество вмещаемых радионуклидов от 20 масс.%, скорость выщелачивания по ^{137}Cs , ^{90}Sr не менее $10^{-6}\text{--}10^{-7}$ г/см²сут, механическая прочность при сжатии ~ 490 МПа, погрешность при дозировании удельной активности ± 5 масс.% [5-6]. Область применения – атомная промышленность/радиоизотопная продукция (источники ионизирующего излучения, РИТЭГи, радионуклидные сорбционные генераторы и др.);
- ядерная керамика на основе диоксида урана (UO_2), диоксида тория (ThO_2) с высокой плотностью таблеточного изделия до 98,4 % от теоретического значения, с полным отсутствием примеси углерода и средним размером зерна не более 3 мкм [7-8]. Область применения – атомная промышленность (керамическое ядерное топливо);
- прозрачная (оптическая) керамика на основе иттрий-алюминиевого граната (ИАГ) допированного неодимом $\text{Nd}^{3+}:\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, с высоко гомогенной структурой со средним размером частиц ~ 710 нм и величиной пропускания света в диапазоне видимых волн более 75% [9]. Область применения – лазерная оптика.

Библиографический список

1. Anselmi-Tamburini U., Groza J.R., Critical assessment: electrical field/current application – a revolution in materials processing/sintering? // Mater. Sci. Technol. – 2017. P. 1–8.
2. Папынов Е.К., Драньков А.Н., Ткаченко И.А., Буравленв И.Ю., Майоров В.Ю., Меркулов Е.Б., Федорец А.Н., Огнев А.В., Самардак А.С., Дренин А.С., Тананаев И.Г. Синтез и сорбционные характеристики магнитных материалов на основе оксидов кобальта и их восстановленных форм // Журнал неорганической химии – 2020. - Т. 65, № 6. –С. 748-757

3. Simonenko E.P., Simonenko N.P., Papynov E.K., Shichalin O.O., Golub A.V., Mayorov V.Yu., Avramenko V.A., Sevastyanov V.G., Kuznetsov N.T. Preparation of porous SiC-ceramics by sol – gel and spark plasma sintering // J. SG. Sci. Tech. – 2017. – Vol. 82. – P. 748-759
4. Papynov E.K., Shichalin O.O., Skurikhina Y., Turkutyukov V.B., Medkov M.A., Grishchenko D.N., Portnyagin A.S., Merkulov E.B., Apanasevich V.I., Geltser B.I., Evdokimov I.O., Afonin I.S., Zakharenko A.M., Tananaev I.G., Agafonova I.G. ZrO₂-phosphates porous ceramic obtained via SPS-RS “in situ” technique: Bacteria test assessment // Ceramics International -2019. - doi: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.04.081>
5. Papynov E.K., Shichalin O.O., Buravlev I.Yu., Belov A.A., Portnyagin A.S., Fedorets A.N., Azarova Yu.A., Tananaev I.G., Sergienko V.I. Spark plasma sintering-reactive synthesis of SrWO₄ ceramic matrices for ⁹⁰Sr immobilization // Vacuum – 2020. - Vol. 180 -P. 109628
6. Papynov E.K., Shichalin O.O., Mayorov V.Yu., Kuryavyi V.G., Kaidalova T.A., Teplukhina L.V., Portnyagin A.S., Tananaev I.G., Aramenko V.A., Sergienko V.I. SPS technique for ionizing radiation source fabrication based on high-density cesium core // Journal of Hazardous Materials – 2019- Vol. 369 –P. 25-30
7. Papynov E.K., Shichalin O.O., Buravlev I.Y., Portnyagin A.S., Mayorov V.Y., Belov A.A., Sukhorada A.E., Gridasova E.A., Tananaev I.G., Sergienko V.I., UO₂-Eu₂O₃ compound fuel fabrication via spark plasma sintering // Journal of Alloys and Compounds -2021. - Vol. 854 -P. 155904
8. Шичалин О.О., Фролов К.Р., Буравлев И.Ю., Тананаев И.Г., Фаизова В.В., Азон С.А., Андреева Н.И., Папынов Е.К. Синтез и искровое плазменное спекание микрокристаллического диоксида тория для изделий топливного назначения // Журнал неорганической химии – 2020. - Т. 65, № 8. –С. 1119-1127
9. Kosyanov D.Yu., Yavetskiy R.P., Vorona I.O., Shichalin O.O., Papynov E.K., Vornovskikh A.A., Kuryavyi V.G., Vovna V.I., Golokhvast K.S., Tolmachev A.V. Transparent 4 at% Nd³⁺: Y₃Al₅O₁₂ Ceramic By Reactive Spark Plasma Sintering // AIP Conf. Proc. – 2017. – Vol. 1874. – Art. no. 040017.

УДК 628.168.2

ГРНТИ 55.13

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КАВИТАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Комаров А. А., Маклаков А. И., Федорова О. В.

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

aakomarov@mephi.ru

Целью данной работы являлась оценка возможности применения гидрокавитационных процессов в различных отраслях науки и промышленности. Показана перспективность применение данной технологии как для дезактивации поверхностей, так и для очистки сточных вод от различных видов загрязнений. В задачу данной работы также входило экспериментальное подтверждение эффективности предложенных способов.

Ключевые слова: гидрокавитационная технология, водные растворы, дезактивация, дизельное топливо, ионообменная очистка, хром.

STUDY OF THE POSSIBILITIES OF CAVITATION CLEANING OF AQUEOUS SOLUTIONS

Komarov A. A., Maklakov A. I., Fedorova O. V.

ОТИ NRNU MEPhI, Ozersk

The purpose of this work was to assess the possibility of using hydrocavitation processes in various branches of science and industry. It is shown that the application of this technology is promising both for the decontamination of surfaces and for the purification of wastewater from various types of contamination. The task of this work also included experimental confirmation of the effectiveness of the proposed methods.

Keywords: hydrocavitation technology, aqueous solutions, decontamination, diesel fuel, ion exchange cleaning, chromium.

Одним из современных методов, применяемых в различных отраслях науки и промышленности, является гидрокавитационная технология. Принцип ее работы заключается в том, что кавитационные пузырьки, схлопываясь, порождают ударно температурные волны, которые разрушают частицы загрязнений или отделяют их от поверхности. Одновременное воздействие на поверхность высокой температуры и энергии схлопывания кавитационных пузырьков, значительно ускоряет ее очистку. После удаления загрязнений поверхность остаётся сухой из-за температурного воздействия. Рабочее место не заливается отработанной водой. Твердые отходы легко собираются и утилизируются. Таким образом, снижается потребность в опасных и вредных для здоровья и экологии чистящих веществах во многих промышленных и коммерческих процессах.

По мнению ряда авторов, кавитация может быть использована как для очистки различных поверхностей, так и для переработки природных и сточных вод, в медицинских, косметических целях и в ряде других направлений.

Гидрокавитационная установка была разработана и запатентована сотрудниками ОТИ НИЯУ МИФИ. Представляло интерес изучить возможные направления ее использования, как для задач ФГУП «ПО «Маяк», так и для других промышленных предприятий.

Изучение возможности применения кавитационной установки для дезактивации поверхности оборотного оборудования при его ремонте и выводе из эксплуатации было выполнено по заказу ФГУП «ПО «Маяк».

В настоящее время основным методом дезактивации металла и оборудования на ФГУП «ПО «Маяк» является жидкостная дезактивация погружным методом в ваннах, что требует применения большого количества химических реагентов и производственных мощностей. Химическая дезактивация сопряжена с большим расходом технической воды и накоплением большого количества вторичных жидких отходов, которые необходимо направлять на переработку.

В рамках выполнения данной работы проведено сравнение эффективности дезактивации образцов МРАО с использованием гидрокавитационной установки и аппарата высокого давления типа «KARCHER» (АВД).

Проведенные испытания показали, что гидрокавитационная обработка поверхности МРАО из углеродистой стали, загрязнённых бета-продуктами, позволяет увеличить качество дезактивации по сравнению с использованием АВД как минимум в 2 раза. Кроме того, применение гидрокавитационного оборудования вместо АВД позволит снизить объемы вторичных ЖРО не менее, чем в три раза.

Также показана принципиальная возможность дезактивации строительных поверхностей и асфальтового покрытия. Дезактивация достигается за счет полного удаления поверхностных слоев дезактивируемых объектов.

В тоже время было отмечено, что для дезактивации объектов, находящихся на значительном удалении от электро- и водосетей необходимо разработать мобильный лабораторный комплекс ГКУ.

Разработка мобильного комплекса позволила еще больше расширить возможности ее применения.

Так, мобильный комплекс ГКУ планируется использовать при очистке городской среды, в частности, при очистке памятников. Такой вид очистки является весьма перспективным как с экологической, так и с экономической стороны.

Во второй части работы была изучена возможность применения ГКУ для переработки отходов гальванических производств.

Гальваническое производство – это одно из наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды, в основном поверхностных и подземных вод, из-за образования большого количества сточных вод, а также большого количества твердых отходов, в частности, от реагентного способа нейтрализации сточных вод.

Соединения металлов, переносимые сточными водами гальванического производства, обладают токсическим, канцерогенным, мутагенным, тератогенным и аллергенным действием.

Кроме того, некоторые неорганические соединения оказывают негативное воздействие на микроорганизмы очистных сооружений, прерывая или задерживая процессы биологической очистки сточных вод.

Со сточными водами гальванических цехов в водоемы могут быть сброшены значительные количества соединения трех- и шестивалентного хрома.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) хрома в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования составляет: для Cr(VI) - 0.05 мг/дм³, для Cr(III) - 0.5 мг/дм³.

В рамках выполнения данной работы было определено общее содержание хрома в сточных водах реального гальванического производства, определены формы состояния катиона и содержание хрома (VI) и хрома (III), проведено сравнение эффективности очистки сточных вод без предварительной обработки кавитационной установкой и с ее использованием.

Определение содержания хрома осуществлялось согласно ГОСТ 31956-2012.

Установлено, что содержание хрома (III) в водных стоках гальванического производства превышают ПДК примерно в 1 000 000 раз, а хрома (VI) – в 8 000 раз.

Очистка сточных вод проводилась на анионите АВ-17 в динамическом режиме (скорость пропускания 1 мл/мин).

Результаты испытаний показали, что предварительная обработка стоков на кавитационной установке позволила повысить эффективность последующей ионообменной очистки с использованием смолы АВ-17. Степень очистки от хрома достигает 90%.

Далее была изучена возможность очистки сточных вод гальванических производств от соединений хрома (после предварительной обработки сточных вод на кавитационной установке) осадительным методом, который основан взаимодействии ионов хрома (VI) с реагентом-восстановителем в кислой среде и последующим добавлением осадителя. В качестве реагента-восстановителя использовалась щавелевая кислота. Осаждение проводили хлоридами щелочноземельных металлов или хлоридом магния после предварительного добавления карбоната натрия.

Установлено, что степень очистки от хрома (VI) осадительным методом менее эффективна и не превышает 60%.

Предварительная обработка сточных вод позволяет повысить эффективность последующей очистки от загрязняющих элементов и требует дополнительного изучения.

В следующей части работы было изучено влияние обработки дизельного топлива на кавитационной установке. В качестве объекта исследования было выбрано дизельное топливо,

не удовлетворяющее требованиям Технического регламента Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту (ТР ТС 013/2011) по ряду показателей.

Переработка топлива с использованием кавитационной технологии и добавление к топливу H_2O (переработанной с использованием кавитационной технологии) в объеме 5% позволила улучшить качество топлива, и по заключению НОРЦ «Топливные и смазочные материалы» данное топливо соответствует требованиям ТР ТС 013/2011 и требованиям ГОСТ Р 52368-2005 по всем физико-химическим показателям.

Результаты проведенных исследований показывают широкие возможности и высокую эффективность применения кавитационных установок и могут представлять интерес для широкого круга исследователей.

Исследования возможностей применения кавитационной установки в различных направлениях, проведенные с активным участием студентов и сотрудников ОТИ НИЯУ МИФИ, безусловно будут продолжены в дальнейшем.

Библиографический список

1. ГОСТ 31956-2012. Вода. Методы определения содержания хрома (VI) и общего хрома.
2. ГН 2.1.5.689-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
3. Будников, Г.К. Тяжёлые металлы в экологическом мониторинге водных систем. // Соросовский образовательный журнал. - N 5, 1998. - С.23.

УДК 541.15 + 66.085.3/5

РАЗВИТИЕ РАДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ФГУП «ПО «МАЯК»

Тананаев И. Г., Ермолаев Р. И., Шитов М. А.

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

ermolaev@po-mayak.ru

В статье приведен обзор современной информации о развитии в Российской Федерации радиационных технологий. Приведены основные научные направления и практическая их направленность. Представлена информация о создании нового подразделения - Регионального центра облучательных технологий «Эра» при ПО «Маяк», а также основные этапы развития.

Ключевые слова: радиационная технология, ускорительные установки, облучательное оборудование, региональный центр облучательных технологий.

DEVELOPMENT OF RADIATION TECHNOLOGIES AT FSUE PA MAYAK

Tananaev I. G., Ermolaev R. I., Shitov M. A.

FSUE "Mayak PA", Ozersk

The article provides an overview of modern information on the development of radiation technologies in the Russian Federation. The main scientific directions and their practical orientation are given. Information on the creation of a new subdivision at FSUE PA Mayak - the Regional Center for Irradiation Technologies "Era", as well as the main stages of development are presented.

Keywords: radiation technology, accelerator installations, irradiation equipment, regional center of irradiation technologies.

Тенденции и практика инновационного пути развития в мире свидетельствуют о постоянно расширяющемся использовании радиационных технологий как в промышленности, медицине, так и в сельском хозяйстве и сфере производства функциональных материалов. В радиационных технологиях используется полезный эффект воздействия проникающего ионизирующего излучения на вещества. Преимущества радиационных технологий – простота и универсальность, безотходность и экологическая безопасность, высокое качество получаемых продуктов и экономическая выгода. Важнейшим достоинством применения радиации в промышленном масштабе является возможность реализовать физико-химические преобразования в объёме конденсированного материала при комнатной температуре и без внесения в него дополнительных реагентов. Мировая практика свидетельствует о том, что успешные радиационные технологии должны давать продукты, которые или нельзя, или очень дорого получать с помощью традиционных методов – химических, термических, плазмохимических и др. [1]. Кроме того, радиационные технологии представляет собой яркий пример соответствия принципам “зелёной химии”.

Как известно, в радиационных технологиях в качестве ионизирующего излучения используются либо γ -излучающие радиоактивные изотопы (^{60}Co , ^{137}Cs) или электроны высокой энергии (≥ 200 кэВ), генерируемых ускорителями. Ускоренные электроны (с энергией < 10 МэВ) и γ -излучение не инициируют ядерные реакции в облучаемом материале, поэтому такие материалы не представляют радиационной опасности. Радиоллиз, то есть физико-химические превращения вещества под действием ионизирующего излучения, применяется для получения модифицированных полимеров и изделий из них, контролируемого изменения характеристик средств электронной техники, стерилизации материалов медицинского назначения и других целей [2].

Необходимо отметить, что исторически радиационная химия и технологии в СССР за счет коллективных усилий и с участием академического сообщества находились на передовых позициях в мире. Силами научных коллективов Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Института химической физики им. Н.Н. Семёнова РАН, Института проблем химической физики РАН, НИИ гигиены и НИИ питания РАМН, ВНИИ сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии РАСХН, учреждений периметра ГК «Росатом» – Физико-химического института им. Л.Я. Карпова, НИИ электрофизической аппаратуры им. Д.В. Ефремова (НИИЭФА) и НИИ технической физики и автоматизации (НИИТФА) под руководством выдающихся учёных, академиков А.Н. Фрумкина, В.И. Спицына, Г.И. Будкера, В.И. Гольданского, членов-корреспондентов РАН А.М. Кузина, А.К. Пикаева, В.Л. Тальрозе, Б.Г. Ершова и др. были достигнуты впечатляющие успехи в изучении фундаментальных основ взаимодействия ионизирующего излучения с веществом и биообъектами, предложены и обоснованы пути практического использования полученных результатов.

Начало же развития радиационных технологий можно отнести к концу 1950-х годов, когда были внедрены радиационная стерилизация медицинских изделий и радиационное сшивание полиэтиленовой кабельной изоляции. В дальнейшем были осуществлены успешные и получившие распространение технологии модифицирование имеющихся и создание новых материалов; подавление опасной биологической деятельности; охрана окружающей среды и решение экологических проблем.

К сожалению, на переломе XX и XXI веков в Российской Федерации сложилась ситуация замедления научно-технического прогресса и потери мирового лидерства в области радиационных технологий. В начале 2012 г. в мире использовалось > 1400 технологических ускорителей электронов только для радиационного модифицирования полимеров (ежегодный прирост – несколько десятков). В Китае в строй вводилось > 50 ускорителей в год, а объём

мирового рынка продуктов и услуг, производимых с применением радиационных технологий, оценивалась до 100 млрд. \$ США. Напротив, согласно оценке [2], в Российской Федерации функционировало не более 50–60 ускорителей, значительная часть которых были физически и морально устарели.

Для выхода из кризисной ситуации в 2012 г. генеральный директор ГК «Росатом» С.В. Кириенко инициировал создание в Российской Федерации масштабной программы «Радиационные технологии», ставящая своей задачей достижение технологического лидерства «на профильных существующих и новых сформированных рынках ядерной медицины, экологии, центров облучения и досмотровых систем в части радиационных технологий» [3].

В тренде развития радиационных технологий в Российской Федерации ПО «Маяк» внес существенный вклад путём создания на промышленной площадке предприятия нового, уникального Регионального центра облучательных технологий (РЦОТ) «Эра». Огромным преимуществом ПО «Маяк» по сравнению с другими организациями и предприятиями, реализующими услуги в сфере облучательных технологий, является возможность наработки на собственной базе необходимое количество высокоэнергетических радионуклидов для изготовления радиационных источников ионизирующего излучения и выполнения указанных задач. В свою очередь, это помогает ПО «Маяк» реализовывать конверсионную программу.

Строительно-монтажные работы на РЦОТ завершены уже к маю 2020 г. силами строительных подразделений ПО «Маяк». Работы по монтажу «сердца» регионального облучательного центра были завершены отраслевым предприятием АО «НИИТФА» в июле 2020 г. Через пять месяцев были проведены холодные испытания на макетах источников ионизирующего излучения. В октябре-ноябре 2020 г. были проведены выездные проверки объекта контролирующими органами ФМБА и УМТУ Ростехнадзора. По итогам проверки получены положительные заключения.

Основное технологическое оборудование РЦОТ – радиационно-технологическая гамма-установка РТУ-3000. Гамма-установка (далее – установка) относится к стационарным установкам с подвижным облучателем и смешанной защитой (железобетон и вода). Установка размещена в изолированной части здания, в рабочей камере размерами 6,4х10,9 м. В камере облучения размещается два панорамных четырехсекционных облучателя, перемещающихся в вертикальной плоскости в рабочей камере. Облучатель может занимать два положения – положение «облучения», когда он находится в центре рабочей камеры для облучения продукции, и положение «хранения», когда он находится в защитном бассейне глубиной 5,5 м, заполненном обессоленной водой. Источники излучения предусматривается доставлять на РЦОТ от изготовителя (завода радиоактивных изотопов) в оборотной таре, имеющейся у него в наличии: упаковочных комплектах транспортных. Транспортирование закрытых источников излучения на основе радионуклида ^{60}Co предусматривается в соответствии с требованиями НП 053 16 «Правил безопасности при транспортировании радиоактивных материалов». Сбор отработавших источников на установке предусматривается в бассейне-хранилище. Со стороны УМТУ Ростехнадзора 09.12.2020 г. было получено изменение в условия действия лицензии ПО «Маяк», которое позволяет эксплуатировать радиационные источники на установке РТУ-3000. В первый день 2021 г. РЦОТ начал свою работу.

Деятельность РЦОТ на ПО «Маяк» предполагает организацию центра для оказания услуг по облучению медицинской и сельскохозяйственной продукции, модификации материалов предприятий-производителей Уральского региона в рамках программы «Развитие радиационных технологий» и реализации концепции организации в ЗАТО г. Озерск территории опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР). Работа РЦОТ позволит: отработать проектные, строительные, инженерные и технологические решения, ввести в эксплуатацию оборудования с использованием источников ионизирующего излучения; уточнить требования к предприятиям ГК «Росатом» с аналогичными производствами; способствовать развитию существующих и появлению новых бизнес-

направлений, производств и оказания услуг предприятием; расширить применение продукции предприятия с использованием ионизирующего излучения в медицине и других отраслях экономики; создать новые рабочие места для высококвалифицированного персонала на предприятии. РЦОТ предназначен также для оказания комплексной услуги по стерилизации медицинских изделий различного назначения, радиационной модификации материалов, обработки пищевых продуктов и сельскохозяйственных культур методом холодной стерилизации. Номенклатура облучаемой продукции и производственная программа облучения определяется коммерческим спросом на облучаемую продукцию.

С точки зрения экологической безопасности, при эксплуатации РЦОТ образование твёрдых радиоактивных отходов, жидких радиоактивных отходов и газообразных радиоактивных отходов не предполагается. Оценке воздействия на окружающую среду свидетельствуют о безопасности намечаемой деятельности по сооружению радиационного источника для окружающей среды и населения района расположения ПО «Маяк».

Важнейшей задачей для руководства ПО «Маяк» и РЦОТ «Эра» является набор и обучение персонала. Для этой задачи в ноябре 2020 подписан договор о сотрудничестве с ОТИ НИЯУ МИФИ для подготовки специалистов по механике, роботехнике, мехатронике, автоматике и дозиметрии планируется набирать из числа выпускников ВУЗа.

Приятно осознавать, что ПО «Маяк», как всегда, подставил плечо под развитие новых передовых технологий, существенно повышающих экономическую мощь Челябинской области по глобальной повестке, разработанной руководством ГК «Росатом».

Библиографический список

1. Пикаев А.К. Радиационная химия и технология на рубеже веков. Современное состояние и перспективы развития // Химия высоких энергий. 2001. Т. 35. С. 403–426.
2. Ершов Б.Г. Радиационные технологии: возможности, состояние и перспективы применения // Вестник Российской академии наук -2013. - Т.83, № 10 -С. 885–895
3. Сайт Госкорпорация по атомной энергии (ГК «Росатом») // <https://rosatom.ru/about-nuclear-industry/ves-spektr-radiatsionnykh-tehnologiy/>

УДК 621.039.736

ГРНТИ 58.91.31

ХИМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЛЕГКОПЛАВКИХ БОРОСИЛИКАТНЫХ СТЕКОЛ ДЛЯ ЭВАКУИРУЕМОЙ МАЛОГАБАРИТНОЙ УСТАНОВКИ ОСТЕКЛОВАНИЯ ВЫСОКОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Шайдуллин С. М., Козлов П. В., Ремизов М. Б., Джewelло К. А., Жиганов А. Н.

ФГУП «Производственное объединение «Маяк», г. Озёрск, Челябинская область
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г. Северск, Томская область
Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Озёрск, Челябинская область

cp1@po-mayak.ru

Боросиликатные стекла, содержащие ядерные отходы, столь же прочные, как и базальты, которым миллионы лет, что свидетельствует об их потенциальной долговечности. Эти стекла демонстрируют свою способность растворять весь спектр ядерных отходов. Они могут сделать это при температурах на сотни градусов ниже тех, которые необходимы для изготовления аналогичных силикатных стекол, не содержащих бор. Особую актуальность приобретают исследования в области уменьшения температуры варки боросиликатных стекол и изучения химической устойчивости полученных стекол.

В данной работе синтезировали легкоплавкие боросиликатные стекла с различным содержанием оксида натрия, провели определение температуры варки этих легкоплавких составов. Затем провели эксперименты по изучению химической устойчивости данных стекол, выявили лучший состав.

Ключевые слова: остекловывание, промышленные печи остекловывания, переработка жидких высокоактивных отходов, боросиликатное стекло, химическая стойкость.

CHEMICAL STABILITY OF LOW-MELTING BOROSILICATE GLASSES FOR EVACUATED SMALL-SIZED VITRIFICATION MELTER FOR HIGH-LEVEL WASTE

Shaidullin S. M., Kozlov P. V., Remizov M. B., Gevello K. A., Zhiganov A. N.

*FSUE "Mayak PA", Ozersk
STI NRNU MEPhI, Seversk
OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

Borosilicate glasses containing nuclear waste are as durable as basalts, which are millions of years old, indicating their potential longevity. These glasses have demonstrated their ability to dissolve the entire spectrum of nuclear waste. They can do this at temperatures hundreds of degrees below those required to make similar boron-free silicate glasses. Research in the field of reducing the melting temperature of borosilicate glasses and studying the chemical stability of the obtained glasses is of particular relevance.

In this work, we synthesized low-melting borosilicate glasses with different contents of sodium oxide, determined the melting temperature of these low-melting compositions. Then experiments were carried out to study the chemical stability of these glasses, and the best composition was revealed.

Keywords: vitrification, industrial vitrification furnaces, liquid high-level waste processing, borosilicate glass, chemical resistance.

Метод остекловывания обеспечивает перевод жидких ВАО в стеклообразное состояние для последующего безопасного длительного хранения. В настоящее время промышленные установки по остекловыванию ВАО работают в России, США, Франции, Великобритании, Германии и Японии. Функционируют они с применением двух технологий остекловывания – в электропечах прямого электрического нагрева и в индукционных печах. Наиболее распространенной и отработанной является первая технология.

Ориентировочно в 2027 г. на ФГУП «ПО «Маяк» должен быть запущен новый комплекс остекловывания, универсальный по составу отверждаемых ЖРО. Согласно разработанной концепции нового комплекса остекловывания в его составе предполагается использование двух эвакуируемых плавителей прямого электрического нагрева на алюмофосфатном стекле и эвакуируемого малогабаритного плавителя прямого электрического нагрева на боросиликатном.

Боросиликатное стекло характеризуется (по сравнению с алюмофосфатным стеклом) рядом преимуществ: большей емкостью по отношению к продуктам деления, химической и радиационной стойкостью, устойчивостью к раскристаллизации [1]. Боросиликатные стекла показывают, что они имеют уникальное сочетание характеристик, которые делают их почти идеальными для этого применения. Силикатные стекла, содержащие ядерные отходы, столь же прочны, как и базальты, которым миллионы лет, что свидетельствует об их потенциальной долговечности. Эти стекла демонстрируют свою способность растворять весь спектр ядерных отходов. Они могут сделать это при температурах на сотни градусов ниже тех, которые необходимы для изготовления аналогичных силикатных стекол, не содержащих бор. Например, температура расплава будет поддерживаться на уровне 1150 °С, в то время как стекловидные базальты потребуют температуры плавления около 1350 °С. При такой высокой

температуре ни один из летучих радионуклидов (например, Cs и Ru) не будет удерживаться в стекле [2]. Кроме того, коррозионное воздействие расплава стекла на конструкционные материалы плавителей напрямую зависит от температуры, причем зависимость эта носит нелинейный характер.

В свете сказанного особую актуальность приобретают исследования в области уменьшения температуры варки боросиликатных стекол и изучения химической устойчивости полученных стекол.

Цель настоящей работы состоит в поиске наиболее устойчивого легкоплавкого состава боросиликатного стекла, предназначенного для нового малогабаритного плавителя дизайна ФГУП «ПО «Маяк», разрабатываемого для нового комплекса остекловывания.

Для реализации обозначенной цели были приготовлены легкоплавкие составы боросиликатных стекол с различным содержанием оксида натрия (17,0 %, 20,0 %, 21,7 %, 23,4 % и 25,1 %) и проведено определение химической устойчивости этих стекол.

В процессе работы были приготовлены пять стеклообразующих составов. Синтезированные кальцинаты подвергались расплавлению при высоких температурах и дальнейшему превращению их в стекломассу. В ходе этого процесса фиксировалась температура варки стекла. Далее расплав стекла выливали на металлическую подложку из нержавеющей стали, в результате чего он быстро охлаждался при комнатной температуре. Таким образом получали закаленные стекла. Составы стекол и температура слива приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Составы синтезированных стекол

№ п/п	Состав	Температура слива, °С	Массовое содержание соединения, %					
			Na ₂ O	B ₂ O ₃	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO
1	БС-1	1150	17,0	22,8	0,6	4,4	50,0	5,1
2	БС-2	1100	20,0	22,0		4,2	48,2	4,9
3	БС-3	1100	21,7	21,8		4,1	47,0	4,8
4	БС-4	1050	23,4	21,6		4,0	45,8	4,6
5	БС-5	1050	25,1	21,4		3,9	44,5	4,5

Следует отметить, что стекла составов БС-1, БС-2, БС-3, БС-4, БС-5 после слива и охлаждения – гомогенные, без каких-либо включений. Температура варки всех представленных составов стекол лежит в интервале значений от 950 °С до 1050 °С, что существенно ниже максимальной рабочей температуры малогабаритного плавителя (1200 °С).

Это объясняется тем, что добавка в состав стекла натрия и бора понижает температуру варки.

В соответствии с ГОСТ Р 52126-2003 [3] стекла исследуют на химическую устойчивость для оценки скорости и степени выщелачивания радионуклидов из образцов, находящихся при длительном контакте с водой.

Исследование гидролитической устойчивости стекол (тест на выщелачивание), выполняли следующим образом:

1. Образцы стекол измельчали и отсеивали фракцию порошка с размерами частиц от 0,16 до 0,25 мм. Удельная поверхность порошка составляла 120 см²/г.

2. Далее навески порошка массой 0,33 г помещали в полиэтиленовые емкости и заливали деионизированной водой объемом 50 см³. Пробы выдерживали при температуре (23 ± 2) °С.

Контактный раствор меняли через 1, 3, 7, 10, 14, 21, 28, 35, 56 и 90 сутки от начала опыта. По истечении заданного времени раствор декантировали и анализировали на содержание элементов методом ICP-MS.

Химическую устойчивость стекол характеризовали по двум величинам:

- дифференциальной скорости выщелачивания,
- интегральной степени выщелачивания.

Графики зависимостей скорости и степени выщелачивания макрокомпонентов (Na, B) и микрокомпонентов (Mg) из стекол составов БС-1, БС-2, БС-3, БС-4, БС-5 от времени приведены на рисунках 1-6.

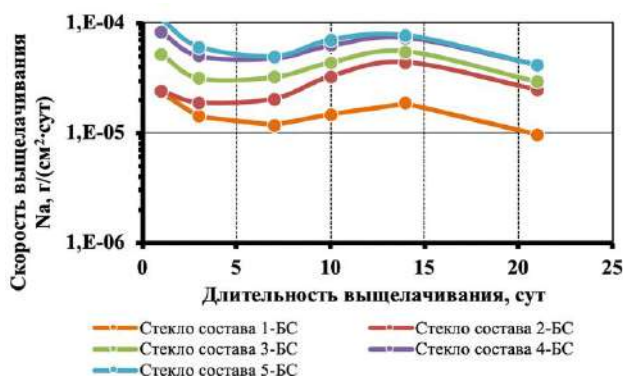


Рисунок 1 – Зависимость скорости выщелачивания натрия из исходных стекол от времени

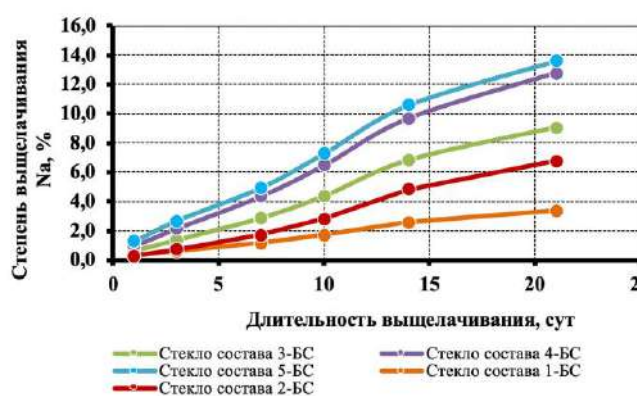


Рисунок 2 – Зависимость степени выщелачивания натрия из исходных стекол от времени

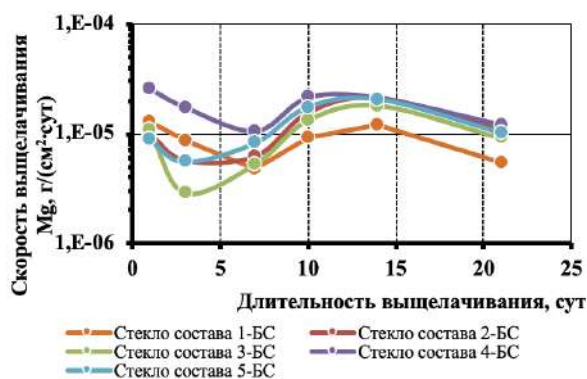


Рисунок 3 – Зависимость скорости выщелачивания магния из исходных стекол от времени

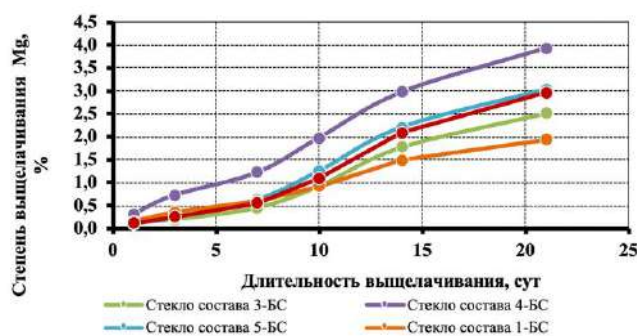


Рисунок 4 – Зависимость степени выщелачивания магния из исходных стекол от времени

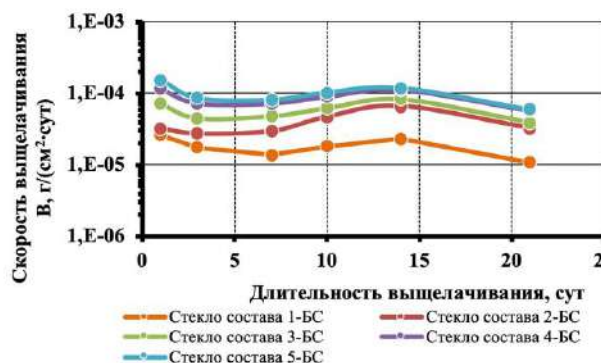


Рисунок 5 – Зависимость скорости выщелачивания бора из исходных стекол от времени

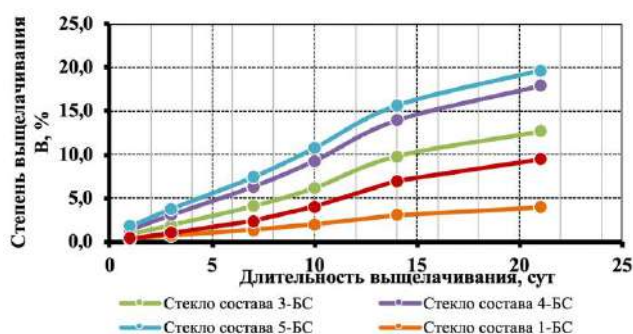


Рисунок 6 – Зависимость степени выщелачивания бора из исходных стекол от времени

При анализе результатов по выщелачиванию исходили из следующих предположений. Поскольку в нормативных требованиях [4] присутствуют ограничения только по отдельным радионуклидам (^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{239}Pu), то при оценке показателей выщелачивания стабильных

элементов группировали их по близости химических свойств с указанными радионуклидами, в частности – по типу и характеристикам связей с другими компонентами в структуре стекла. Исходя из этих соображений, натрий близок к цезию, магний – к стронцию.

Из представленных данных видно, что с увеличением массовой оксида натрия в боросиликатных стеклах уменьшается их химическая устойчивость.

Наибольшей химической устойчивостью обладают стекла состава БС-1. Скорость выщелачивания натрия, магния и бора на 21 сутки ниже нормативной величины. При этом степень выщелачивания трех элементов не превышает 4 % [5].

Замечено, что поведение бора при выщелачивании идентично поведению натрия.

В рамках данной работы были синтезированы пять составов боросиликатных стекол с содержанием оксида натрия от 17 до 25 %. Установлено, что температура варки стекол лежит в диапазоне от 950 °С до 1050 °С, а температура легкого слива от 1050 °С до 1150 °С. Это существенно ниже максимальной эксплуатационной температуры плавителя (1200 °С). При увеличении содержания оксида натрия от 17 % до 25 % температура варки снижается на 100 °С. Приемлемой химической устойчивостью обладает стекло с минимальным содержанием оксида натрия в пределах изученного диапазона. Результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего поиска альтернативных способов повышения легкоплавкости боросиликатного стекла для малогабаритного плавителя.

Библиографический список

1. Козлов П.В., Ремизов М.Б., Беланова Е.А., Власова Н.В., Орлова В.А., Мартынов К.В. Модификация состава алюмофосфатных стёкол с имитаторами ВАО для повышения их устойчивости. 1. Влияние модификаторов на вязкость и кристаллизационную способность расплавов // Вопросы радиационной безопасности. 2019. № 1. С. 3–15.
2. Thierry Advocat, Jean-Marc Delayve, Sylvain Peugeot, Oliver Pinet, Xavier Deschanel, Nuclear glass formulation, structure and properties, Nuclear Waste Conditioning, 2009, P. 33-49.
3. ГОСТ Р 52126-2003. Отходы радиоактивные. Определение химической устойчивости отвержденных высокоактивных отходов методом длительного выщелачивания. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2003.
4. НП-019-15. Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности [Текст]. – Введ. 2015–25–06. – М.: Ростехнадзор России, 2015. – 22 с.

УДК 539.1.047
ГРНТИ 29.15.35

ТЯЖЕЛЫЕ ИОНЫ В ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ

Пичугова О. Д., Тряпицин В. О.

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

oksana081998@mail.ru; rovarg@mail.ru

В статье рассматриваются современные тенденции развития ядерной медицины, в частности, преимущества, которыми обладают тяжелые ионы перед пучками протонов при применении в лучевой терапии. Авторы освещают и гипотетически перспективные области использования тяжелых ионов, в настоящий момент находящиеся в разработке.

Ключевые слова: тяжелые ионы, ядерная медицина, энергия ионизации, лучевая терапия, ядра малой энергии, онкологические заболевания.

HEAVY IONS IN NUCLEAR MEDICINE

Pichugova O. D., Tryapitsin V. O.

OTI NRNU MPhI, Ozersk

The article discusses modern trends of nuclear medicine development, in particular, the advantages of using heavy ions instead of proton beams in radiation therapy. Authors also elucidate hypothetically perspective heavy ions application areas, which are currently in development.

Keywords: heavy ions, nuclear medicine, ionization energy, radiation therapy, low energy atomic nucleus, cancer.

Развитие ядерной медицины не стоит на месте. Постоянно появляются новые технологии для исследования функционального и морфологического состояния организма, а также для лечения заболеваний человека. И с каждым годом ученые и медики ведут поиск наиболее эффективных и безопасных радионуклидов для своих исследований.

Долгое время для лучевой терапии, одного из основных направлений ядерной медицины, использовались в основном протонные пучки, обладающие рядом преимуществ, в числе которых: возможность точно совместить протонные пучки с мишенью, позволяющая очень равномерно облучать весь объем мишени, и наличие на кривой Брэгга, отображающей зависимость потери энергии частицы от глубины проникновения в вещество, плато [4, с. 43]. Но в определенный момент исследователи заметили, что пучки тяжелых ионов обладают выделением максимальной энергии ионизации на очень узком участке образца, так называемой узкой кривой Брэгга (рис. 1, Азот), т.о. у тяжелых ионов отношение дозы в пике Брэгга на поверхности несколько выше, чем у протонов.

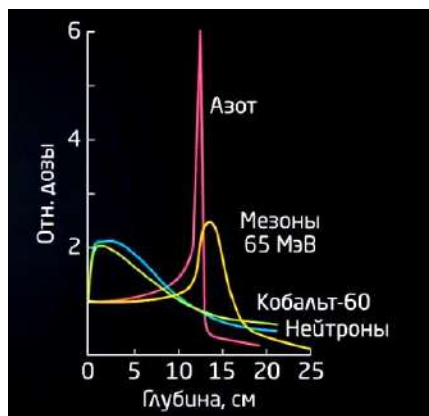


Рисунок 1 – Относительная доза распределения пучков по глубине образца

Кроме того, рассеяние тяжелых ионов в веществе слабее — оно обратно пропорционально корню квадратному массы частицы. Так, например, для ионов углерода уширение пучка по мере проникновения в вещество почти в четыре раза меньше, чем у протонов. Но не только эти достоинства заставили лучевых терапевтов обратить на тяжелые ионы свое внимание. «Тяжелые ионы, обладая высоким значением линейной передачи энергии (ЛПЭ) и, соответственно, высокой относительной биологической эффективностью (ОБЭ) и «безразличием» биологического эффекта к наличию или отсутствию кислорода в опухоли, позволяют преодолевать ее радиозернистость» [4, с.44]. Именно это обстоятельство

позволяет считать ускоренные пучки тяжелых ионов идеальным инструментом для лучевого лечения широкого класса радиозернистых опухолей.

Рассмотрим применение тяжелого иона углерода при лучевой терапии. Почему именно углерод? Дело в том, что при облучении электронными, протонными и гамма-пучками действует только один косвенный химический механизм воздействия излучения на живую ткань, который срабатывает лишь тогда, когда в облучаемых клетках в достаточном количестве имеется кислород. Если кислорода в клетках опухоли недостаточно, то химический механизм воздействия становится неэффективным, а немногочисленные повреждения ДНК, нанесенные свободными радикалами в разных местах, залечиваются самой раковой клеткой и, следовательно, эффективность радиотерапевтического лечения заметно снижается. В этом случае говорят, что опухоль резистентна. По данным источника [3, с. 3], опухоль является резистентной приблизительно в 20÷30% случаев. Именно в таких случаях и требуется облучение более сильно ионизирующими частицами, а именно – ионами углерода. Химический механизм воздействия для них тоже работает, но главной особенностью такого облучения является то, что на последних 3-4 см пробега, в Брэгговском пике, такие частицы повреждают молекулу ДНК новым способом. Плотность ионизации становится столь высокой, что молекула ДНК буквально перерезается на несколько частей и теряет жизнеспособность. Для такого прямого вида лучевого воздействия плотно ионизирующей частицей уже не имеет значения, резистентна опухоль или нет. В результате пучок ионов углерода за несколько сеансов успешно останавливает дальнейший рост раковой опухоли и приводит в 80÷90% случаев к успешному излечению.

Данная терапия используется для лечения следующих групп онкологических заболеваний [1]:

- опухоли головного мозга;
- рак поджелудочной железы;
- рак прямой кишки;
- рак предстательной железы;
- рак печени;
- опухоли ЛОР-каналов;
- опухоли слюнных желез;
- опухоли лимфоидной ткани (лимфомы);
- опухоли хрящевой ткани (хондромы, саркомы).

Помимо лучевой терапии тяжелым ионам можно найти и другие применения.

Существуют теоретические предположения использования пучков радиоактивных ядер тяжелых ионов для исследований в радиобиологии или микробиологии [2].

Так, в числе гипотетических сфер применения может быть возбуждение нейронов пучками ядер низких энергий (рис. 2) Благодаря ускорению ядер до малой энергии можно осуществлять посадку ядер, испускающих α -частицу, в область нейрона без его разрушения, что приведет к его возбуждению. При такой посадке α -частиц в нейрон внедряется микроэлектрод и, получая импульсы, можно извлечь информацию о нейроне, его свойствах.

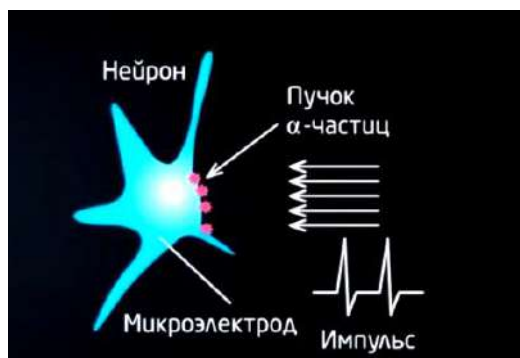


Рисунок 2 – Возбуждение нейронов пучками радиоактивных ядер низких энергий

К числу других областей применения тяжелых ионов можно отнести стабильное и нестабильное изменение хромосом (рис. 3). Стабильное образование хромосом в организме можно разрушать, что и происходит на самом деле под действием излучения, экологических катаклизмов и других внешних факторов. Стабильное образование нарушается, делится, а затем снова сливается и получается новое образование – нестабильное. После деления могут образовываться как положительные, так и отрицательные образования хромосом. Отрицательные образования хромосом приводят к онкологическим заболеваниям, а положительные – пагубно не влияют на организм человека. Таким образом, благодаря действию излучения тяжелых ионов низкой энергии, которое не разрушает объект, можно смоделировать процесс разрушения хромосомы. Воздействие такого рода позволило бы исследовать организм человека на предмет наличия предрасположенности к онкологическим заболеваниям.

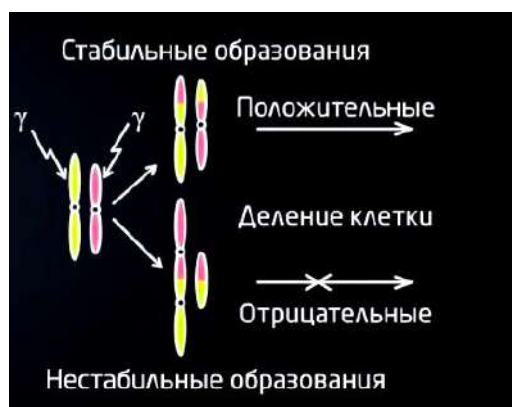


Рисунок 3 – Стабильные и нестабильные изменения хромосом

Таким образом, из всего выше сказанного, можно увидеть, что тяжелые ионы играют далеко не последнюю роль, как в настоящем ядерной медицины, так и в ее будущем.

Библиографический список

1. Лучевая терапия тяжелыми ионами углерода – инновация в лечение рака//lizard.ru: Лечение за рубежом. 11 октября 2019. URL: https://www.lezard.ru/novosti/luchevaya_terapiya_tyajelyimi_ionami_ugleroda_innovatsiya_v_lechenii_raka (дата обращения: 19.03.2021)
2. Тяжелые ионы и синтез новых элементов: современные тенденции. Физика тяжелых ионов и высокие технологии. Тяжелые ионы в медицине часть 2//edx.org: онлайн курсы. 8 апреля 2020. URL: <https://learning.edx.org/course/course-v1:MEPhI+MEPHI008x+1T2019/home> (дата обращения: 18.03.2021)
3. ФГУБ НИЦ «Курчатовский институт». Центр ионной лучевой терапии на базе ускорительного комплекса У-70. – Протвино, 2017. – 41 с
4. Хорошков В.С., Кленов Г.И. Физико-технические аспекты дистанционной лучевой терапии: от рентгена к адронам. – М.: Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. - 104 с.

УДК 621.039.59.001.57
ГРНТИ 31.17.39

КОНЦЕПЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА В КАРБОНАТНЫХ СРЕДАХ

Червяков Н. М., Франкив С. О., Теплов И. А., Бояринцев А. В., Степанов С. И.

*Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,
г. Москва*

chao_step@mail.ru

Рассмотрены концепции переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) в карбонатных средах с использованием процессов окислительного растворения в карбонатных растворах, осадительных и экстракционных методов выделения делящихся материалов из карбонатных растворов и их очистки от продуктов деления. Обсуждены принципы построения технологических схем переработки различных видов ОЯТ в карбонатных средах, обладающих «естественной безопасностью». Приведены примеры описанных в литературе карбонатных методов переработки ОЯТ и некоторых видов радиоактивных отходов.

Ключевые слова: отработавшее ядерное топливо, карбонатные растворы, окислительное растворение, осаждение, экстракция, КАРБЭКС-процесс

CONCEPTS FOR REPROCESSING SPENT NUCLEAR FUEL IN CARBONATES MEDIA

Chervyakov N. M., Frankiv S. O., Teplov I. A., Boyarintzev A. V., Stepanov S. I.

Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow

The concepts of spent nuclear fuel (SNF) reprocessing in carbonate media using the processes of oxidative dissolution in carbonate solutions, sedimentation and extraction methods for the separation of fissile materials from carbonate solutions and their purification from fission products are considered. The principles of constructing technological schemes for processing various types of SNF in carbonate media with "natural safety" are discussed. Examples of carbonate methods of processing spent nuclear fuel and some types of radioactive waste described in the literature are given.

Keywords: spent nuclear fuel, carbonate solutions, oxidative dissolution, precipitation, extraction, CARBEX process

Концепция переработки уранового ОЯТ в карбонатных растворах была сформулирована в середине 90-х годов XX века японскими исследователями [5]. В дальнейшем она была развита в трудах японских [6-7], американских [9,15] и корейских [10,13] специалистов. Предложенные варианты принципиальных схем переработки уранового ОЯТ базировались на процессах окислительного растворения ОЯТ в карбонатных растворах, осадительных операциях очистки урана от растворимых продуктов деления (ПД) и последующего его выделения из карбонатных растворов. В качестве окислителя U(IV) при растворении ОЯТ были предложены пероксид водорода, кислород, озон, а также анодное электрохимическое окисление. К наиболее растворимым ПД были отнесены соединения Cs, Mo(VI), Tc(VII), I. Менее растворимы соединения редкоземельных элементов (РЗЭ), Zr, Ba, Rh, Sn, Sr, трансурановых элементов (ТУЭ) в определенных степенях окисления. Эти плохо растворимые ПД легко осаждаются из карбонатных растворов при подщелачивании растворов. Цезий из растворов было предложено осаждать тетрафенилборатом натрия $\text{Na}(\text{C}_6\text{H}_5)_4\text{B}$ (ТФБН) [6], Tc – хлоридом тетрафенилфосфония (ТетФФ) $(\text{C}_6\text{H}_5)_4\text{PCl}$ [10], Pu – в форме нерастворимого соединения $\text{Na}_8\text{Pu}_2(\text{O}_2)_2(\text{CO}_3)_6 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ [9]. Для выделения U(VI) из

карбонатных растворов были предложены осаждение полиуранатов [5-7], оксикарбонатов и комплексов состава $(\text{Na}, \text{NH}_4)_4[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3]$ [9,15], пероксида уранила UO_2O_2 при подкислении карбонатных растворов [11]. Для выделения избытка карбоната (бикарбоната) натрия из растворов было предложено осаждение NaHCO_3 при пропускании через карбонатный раствор избытка CO_2 [5-7]. В рамках применяемых осадительных методов очистки U(VI) от растворимых ПД были получены концентраты урана, которые требовали дополнительной очистки от сопутствующих ПД. Основным преимуществом предложенных методов переработки уранового ОЯТ в карбонатных средах по сравнению с традиционной переработкой в азотнокислых растворах (различные варианты ПУРЭКС-процесса) являлось быстрое отделение U(VI) от основной массы ПД в условиях, характеризующихся «естественной безопасностью», присущей карбонатным системам и отсутствие в них сильных окислителей после окончания окислительного растворения ОЯТ. Выделяемые осадки ПД, представляющие твердые радиоактивные отходы (РАО), могли быть направлены на дальнейшую выдержку и последующее захоронение, что приводило к значительному снижению объема жидких радиоактивных отходов (ЖРО) и упрощению обращения с ЖРО.

Развитие карбонатных методов переработки ОЯТ осадительными методами позволило корейским специалистам разработать эффективный процесс переработки скрапа урангадолиниевое топлива $(\text{U}, \text{Gd})\text{O}_2$ с получением чистого UO_2 , так называемый COL-процесс [12]. Растворение облученного топлива АТМ-105, АТМ-106, АТМ-109 реакторов типа BWR и PWR с глубиной выгорания 30-60 Гвсут/тU в карбонатных растворах и последующее фракционирование урана, ТУЭ и ПД по схеме, приведенной в [16], позволили американским исследователям получить фракции U(VI) с выходом 99,1%, ^{137}Cs – 98,3%, ^{90}Sr – 38,5 %, фракцию ТУЭ с выходом в нее $^{239+240}\text{Pu}$ – 49,9 %, ^{237}Np – 65,5 %, ^{241}Am – 15,1 %, $^{243+244}\text{Cm}$ – 11,5 %. Требования по эффективности очистки U(VI) от ПД в карбонатных средах заставили японских разработчиков усовершенствовать первоначальную схему, введя в нее стадию сорбционной очистки урановых растворов [14].

В то же время, глубокая доочистка U(VI) от ПД может быть осуществлена только с применением таких эффективных методов, как экстракция или сорбция, широко используемых в ПУРЭКС-процессе. В 2008 г. в РХТУ им. Д.И. Менделеева была сформулирована концепция КАРБЭКС-процесса (аббревиатура слов **КАР**Бонатная **ЭК**Стракция) [1], в которой для выделения U(VI) из карбонатных растворов и очистки его от ПД применяется экстракция четвертичными аммониевыми солями (ЧАС), например, карбонатами метилтриалкиламмония (МТАА). Эта концепция включает традиционную стадию окислительного растворения уранового ОЯТ в карбонатных растворах в присутствии H_2O_2 , экстракционное извлечение U(VI) из карбонатных растворов карбонатом МТАА, твердофазную реэкстракцию U(VI) из органической фазы растворами $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{NH}_4\text{HCO}_3$ в виде кристаллической фазы $(\text{NH}_4)_4[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3]$ и последующий термолиз карбонатных осадков в восстановительной атмосфере с получением порошка UO_2 керамического качества. Для повышения степени очистки U(VI) от примесей ПД наряду с экстракционным извлечением урана из карбонатных растворов вводится стадия экстракционной очистки (экстракционный карбонатный аффинаж), заключающаяся в перерастворении твердой соли $(\text{NH}_4)_4[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3]$ в карбонатных растворах и проведении повторного цикла экстракция – промывка – твердофазная реэкстракция в карбонатных средах.

Экспериментальное развитие концепции КАРБЭКС-процесса [2,3] позволило определить химию всех основных стадий, что в свою очередь позволило оптимизировать условия проведения окислительного растворения UO_2 и U_3O_8 с получением исходных карбонатных растворов U(VI) с содержанием до 200 г/л по металлу. Получение карбонатных растворов с содержанием более 100 г/л по U(VI) в ходе окислительного растворения ОЯТ обусловлено образованием смешанных карбонатно-пероксидных комплексов состава $\text{Na}_4[\text{UO}_2(\text{O}_2)(\text{CO}_3)_2]$, имеющих более высокую растворимость в карбонатных растворах, чем комплексы $\text{Na}_4[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3]$ (их растворимость составляет 40-50 г/л U(VI)). Разработка

экстракционного карбонатного аффинажа позволила достигнуть коэффициентов очистки U(VI) от ПД 10^5 - 10^6 по основным хорошо растворимым примесям.

Следующим этапом применения карбонатных растворов в технологии ОЯТ явились работы по извлечению урана из фторидных огарков, образующихся при фторидно-газовой переработке уранового ОЯТ. Разработанный для этих целей процесс, получивший название КАРБОФТОРЭКС-процесса (экстракция из карбонатно-фторидных растворов), позволяет доизвлекать в процессе окислительного растворения UF_4 из фторидного огарка в карбонатный раствор с последующим экстракционным извлечением и очисткой от примесей фторидных соединений ПД U(VI) из таких растворов [8]. Особенностью этого процесса является коррозионная пассивность фторидов металлов в карбонатных средах, что позволяет проводить и растворение фторидных огарков, и экстракцию из смешанных карбонатно-фторидных растворов в стеклянном оборудовании.

Дальнейшее развитие концепции КАРБЭКС-процесса было связано с переработкой смешанного уран-плутониевого ОЯТ [4]. Основные проблемы при переработке ОЯТ МОКС-топлива заключаются в полноте перевода плутония в карбонатные растворы. Растворимость соединений Pu(IV) в карбонатных растворах значительно меньше растворимости соединений Pu(VI), что требует окислительного растворения. Однако H_2O_2 не окисляет Pu(IV) до Pu(VI). Для этих целей необходимо использовать окислители другой природы, одними из которых являются персульфаты натрия, калия, аммония. Второй проблемой является устойчивость карбонатных растворов, содержащих Pu(VI). Для переработки уран-плутониевого ОЯТ были разработаны две принципиальные схемы, включающие процессы последовательного окислительного растворения сначала урана в присутствии H_2O_2 , а затем плутония с другим окислителем, экстракционное извлечение U(VI) и его экстракционный карбонатный аффинаж с получением порошка UO_2 , экстракционное разделение U(VI) и Pu(IV) с последующим окислением Pu(IV) до Pu(VI) и очисткой Pu(VI) от ПД в экстракционном аффинаже. Вторая схема включала совместную экстракционную очистку U(VI) и Pu(VI) из карбонатных растворов с получением смешанных порошков $(U,Pu)O_2$. В настоящее время эти две схемы проходят экспериментальную проверку и оптимизацию условий, как окислительного растворения, так и последующих экстракционных переделов. Развитие концепции КАРБЭКС-процесса применительно к различным видам перерабатываемого ОЯТ и некоторым видам РАО позволило разработать концепцию «Семейства КАРБЭКС-процессов», представленную следующей схемой.

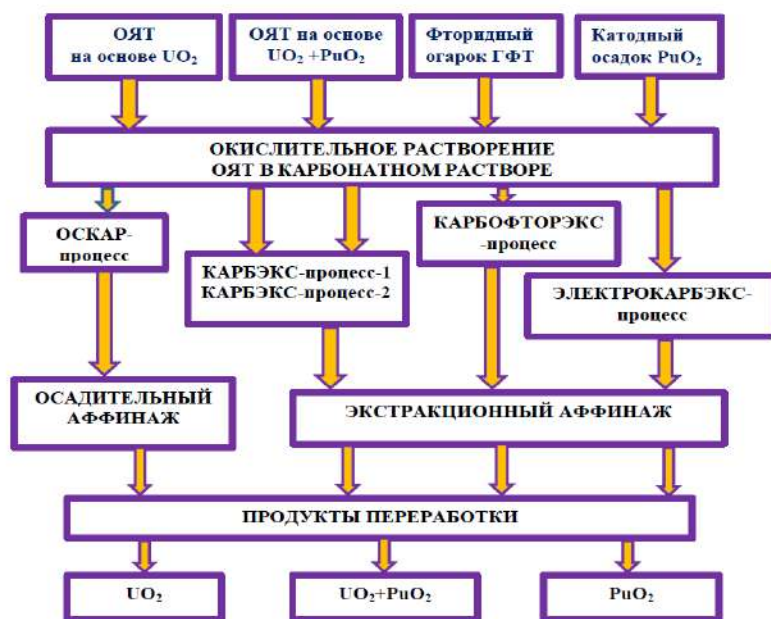


Рисунок 1 – Семейство концепций переработки ОЯТ на основе КАРБЭКС-процесса

Определяющими стадиями карбонатной переработки ОЯТ и некоторых видов РАО в представленном «Семействе концепций» являются окислительное растворение в карбонатных средах и операции очистки делящихся материалов. Наряду с традиционным подходом реагентным окислением оксидов U(IV) и Pu(IV) в ЭЛЕКТРОКАРБЭКС-процессе рассматривается возможность анодного окисления PuO_2 при растворении плутония в карбонатных растворах. Основным аффинажным процессом в рассматриваемой схеме является экстракция урана и плутония из карбонатных растворов с использованием ЧАС в качестве экстрагента. Также не исключается использование осадительных методов, как это предусмотрено в ОСКАР-процессе.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект №20-63-46006).

Библиографический список

1. Степанов С.И., Чекмарев А.М. Концепция переработки отработавшего ядерного топлива // Доклады академии наук. 2008. Т. 423, № 1. С. 69-71.
2. Степанов С.И., Бояринцев А.В., Чекмарев А.М. Физико-химические основы растворения отработавшего ядерного топлива в карбонатных растворах // Доклады Академии наук, 2009. Т.427, №6. – С.793-797.
3. Степанов С.И., Хан Вин Со, Сан Тун, Бояринцев А.В., Чекмарев А.М. Экстракция пероксидно-карбонатных комплексов U(VI) из карбонатных растворов карбонатом метилтриоктиламмония // Доклады Академии наук, 2013, том 453, №1. С. 55 – 60.
4. Степанов С.И., Чекмарев А.М. Перспективы применения КАРБЭКС-процесса для переработки ОЯТ РБН // Вопросы атомной науки и техники. Серия материаловедение и новые материалы. 2013. № 2(75). С. 108-115.
5. Asano Yu., Tomiyasu H. New reprocessing system using the complex formation of hexavalent actinide ions with carbonate / Proceedings of the 2nd Japan – Korea seminar of advanced reactors. 1996. P.175-182.
6. Asanuma N., Asano Yu., Tomiyasu H. Concept of a new nuclear fuel reprocessing in non-acidic aqueous solutions / RECOD 98. 5 International conference on recycling, conditioning and disposal. Paris (France), SFEN 1998. P. 709-716.
7. Asanuma N., Harada M., Ikeda Y., Tomiyasu H. New approach to the nuclear fuel reprocessing in non-acidic aqueous solutions // Journal of Nuclear Science and Technology, October 2001. Vol. 38, №10. P. 866-871.
8. Chekmarev A.M., Stepanov S.I., Boyarintsev A.V., et al. Physicochemical Foundations of the CARBOFLUOREX process // International Nuclear Fuel Cycle Conference Global 2017, September 24-29, 2017, Seoul, Korea. Abstracts. 2017, EA-216.
9. Goff G.S., Taw F.L., Peper Sh.M. et al. Separation of uranium from fission products in spent nuclear fuel using aqueous H_2O_2 carbonate solutions / Los Alamos Nat. Lab. AIChE Annual Meeting. - 2006. - № NM 87545.
10. Kim K.W., Kim Y.H., Kim S.M., et al. A study on a process for recovery of uranium alone from spent nuclear fuel in a high alkaline carbonate media // NRC7-Seventh Int. Conf. Nucl. and Radiochem. Annual Meeting. 2008. Abs. 259.
11. Kim K.W., Kim Y.H., Lee S.Y., et al. Precipitation characteristics of uranyl ions at different pHs depending on the presence of carbonate ions and hydrogen peroxide // J. Environ. Sci. Technol. 2009. Vol. 43, № 7. P. 2355-2361.
12. Kim K.W., Lee J.W., Chung D.Y., et al. Preparation of uranium oxide powder for nuclear fuel pellet fabrication with uranium peroxide recovered from uranium oxide scraps by using a carbonate-hydrogen peroxide solution // J. Radioanal. Nucl. Chem. 2012. Vol. 292. P.909-916.
13. Lee E.H., Lim J.K., Chung D.-Y., et al. The oxidative-dissolution behaviors of fission products in a $\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}_2$ solution // J. Radioanal. Nucl. Chem. 2010. Vol.281, № 3. P. 339-346.

14. Nogami M., Kim S.Y., Asanuma N., Ikeda Y. Adsorption behavior of amidoxime resin for separating actinide elements from aqueous carbonate solutions // J. Alloys and compounds. 2004. Vol. 374, № 1-2. P. 269-271.
15. Peper Sh.M., Brodnax L. F., Field S.E. et al. Kinetic study of the oxidative dissolution of UO_2 in aqueous carbonate media // Ind. Eng. Chem. Res. 2004. Vol.43, № 26. P. 8188 – 8193.
16. Soderquist Ch., Jonsen C.Z., McNamara A.M., et al. Dissolution of irradiated commercial UO_2 fuels in ammonium carbonate and hydrogen peroxide // Industrial Eng. Chem. Reserch. 2011. Vol 50. P.1813-1818.

ЭКОЛОГИЯ И РАДИОЭКОЛОГИЯ

УДК 617.7-001.32

ГРНТИ 76.29.56

РИСК ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ГЛАУКОМОЙ В КОГОРТЕ РАБОТНИКОВ ПО «МАЯК», ПОДВЕРГШИХСЯ ХРОНИЧЕСКОМУ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ОБЛУЧЕНИЮ

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

*ФГУП 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 пролонгированному облучению, на основе линейной модели не обнаружено статистически значимой зависимости заболеваемости первичной глаукомой в целом и ПОУГ от суммарной дозы внешнего гамма-облучения, как с поправкой, так и без поправки на дозу нейтронного облучения. Лаггирование, введение дополнительных поправок на нерадиационные факторы не оказывали влияния на полученный результат.

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

RISK OF GLAUCOMA INCIDENCE IN A COHORT OF MAYAK PA WORKERS CHRONICALLY EXPOSED TO IONIZING RADIATION

Azizova T V, Bragin E V, Grigoryeva E S

Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk

The dose response analysis based on a linear model that considered the cohort of Mayak PA workers exposed to ionizing radiation over prolonged periods did not found a significant association of either the total primary glaucoma or the primary open angular glaucoma with the cumulative dose of external gamma-ray exposure. These findings were not sensitive to adjustment for neutron exposure. Neither dose lags nor additional adjustments for non-radiation factors affected the observed results.

Keywords: ionizing radiation, chronic exposure, primary glaucoma, primary open angular glaucoma, primary angle closure glaucoma, glaucoma incidence risk.

Введение: Глаукома является важной медико-социальной проблемой и одной из ведущих причин слепоты как в мире, так и в России [13, с. 323 – 326]. Термином «глаукома» обозначается широкий круг заболеваний глаза, объединенных общими клиническими, патогенетическими и патоморфологическими особенностями, такими как периодически или постоянно повышенное внутриглазное давление (ВГД), типичное поражение головки зрительного нерва и ганглионарных клеток сетчатки глаза; при этом развиваются нарушения зрительной функции, вплоть до полной слепоты [9, с. 262 – 267].

В зависимости от причин возникновения выделяют врожденную, первичную и вторичную глаукому. Врожденная глаукома связана с антенатальными повреждениями. Первичная глаукома представляет собой мультифакториальное заболевание и связана с инволюционными изменениями в глазу. В зависимости от особенностей внутриглазной гидродинамики первичная глаукома делится на первичную открытоугольную глаукому

(ПОУГ) и первичную закрытоугольную глаукому (ПЗУГ). Вторичная глаукома является следствием сопутствующей глазной и/или соматической патологии. К факторам, повышающим риск развития глаукомы, относят пожилой возраст, наследственность (наличие глаукомы у родственников), сосудистые факторы (повышенное или пониженное артериальное давление, атеросклероз), эндокринную патологию (сахарный диабет, нарушение глюкокортикоидного обмена) и др. [6, с. 9; 7, с. 85 – 93].

Поскольку некоторые структуры глаза, такие, как хрусталик, являются высоко чувствительными к воздействию ионизирующего излучения, представляет интерес оценка риска развития глаукомы у лиц, подвергшихся воздействию радиации. Однако, число работ, посвященных изучению влияния ионизирующего излучения на развитие глаукомы, крайне ограничено [10, с. 40; 11, с. 21; 2, с. 199 – 206; 12, с. 599 – 605; 14, с. 32; 5, с. 422 – 430; 8], поэтому вопрос о влиянии ионизирующего излучения, особенно в малых дозах и при низкой мощности доз, на развитие глаукомы остается открытым.

Цель исследования: Целью настоящего исследования являлась оценка риска заболеваемости первичной глаукомой в когорте работников ПО «Маяк», подвергшихся профессиональному хроническому облучению.

Материалы и методы: Изучаемой когортой являлась когорта работников ПО «Маяк», впервые нанятых на один из основных заводов (реакторы, радиохимический, плутониевый) 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). Средний возраст работников на момент найма составил 24,9 лет (стандартное отклонение, СО = 7,5). В период работы на предприятии работники изучаемой когорты подвергались внешнему гамма-облучению. Средняя продолжительность работы на предприятии была 17,9 лет (СО = 14,1). На основе медико-дозиметрической базы данных «Клиника» [1, с. 449 – 458] были идентифицированы все случаи глаукомы, зарегистрированные в изучаемой когорте работников (коды по МКБ-9: 365.0 – 365.9), вне зависимости от ее типа – 634 случая. Диагноз «глаукома» установлен квалифицированным врачом-офтальмологом на основании общепринятых критериев (жалобы, измерение ВГД, осмотр глазного дна, измерение полей зрения, гониоскопия). Из 634 диагностированных заболеваний, 476 случаев (75,1%) приходилось на долю первичной глаукомы; из них 461 случай (96,8%) первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) и 15 случаев (3,2%) первичной закрытоугольной глаукомы (ПЗУГ). В настоящее исследование включены только случаи первичной глаукомы (ПОУГ и ПЗУГ) – 476 случаев, поскольку вторичная глаукома (158 случаев) развивается в результате осложнений сопутствующей глазной или соматической патологии.

Дозиметрия: В исследовании использованы поглощенные дозы внешнего гамма- и нейтронного излучения дозиметрической системы работников «Маяк»-2008 г. («ДСРМ-2008») [4, с. 366 – 378]. В настоящем исследовании была использована индивидуальная поглощенная доза равномерного гамма-излучения на глубине 10 мм в точке ношения дозиметра – $H_p(10)$ эквивалент и индивидуальная поглощенная доза нейтронного излучения на глубине 10 мм в месте ношения дозиметра – $H_p(10)_n$ эквивалент [3, с. 37 2 – 4]. Средняя суммарная поглощенная 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. Был проведен категориальный анализ и анализ зависимости доза-эффект. Избыточный относительный риск на единицу дозы (ИОР/Гр), описывался с помощью линейного тренда от дозы внешнего облучения с поправкой (с помощью стратификации) на нерадиационные факторы (пол, достигнутый возраст, когорта рождения, нейтронная доза)). Кроме этого, проведены анализы чувствительности для изучения влияния на полученные

оценки риска дополнительных нерадиационных факторов, таких как артериальная гипертензия; индекс массы тела; наличие сопутствующих заболеваний «катаракта» или «оперированная катаракта», «сахарный диабет» до даты установления диагноза «глаукома»; статус курения и употребления алкоголя; индекс курения; доза нейтронного облучения. Также изучена модификация радиогенного риска заболеваемости глаукомой в зависимости от пола и достигнутого возраста работников (с оценкой гетерогенности и лог-линейного тренда).

Результаты: К концу периода наблюдения в изучаемой когорте работников ПО «Маяк» было зарегистрировано 476 случаев первичной глаукомы в течение 482217 человеко-лет наблюдения. ОР заболеваемости глаукомой рассчитывался отдельно для первичной глаукомы и ПОУГ. Результаты анализа ОР заболеваемости ПЗУГ не представлены из-за малого количества случаев.

На первом этапе исследования дана оценка риска заболеваемости глаукомой в зависимости от известных нерадиационных факторов, способствующих ее развитию (пол, достигнутый возраст, курение, употребление алкоголя, наличие катаракты и проведенное оперативное лечение катаракты и др.).

ОР заболеваемости как первичной глаукомой, так и ПОУГ был статистически значимо ниже для женщин по сравнению с мужчинами. Риск заболеваемости первичной глаукомой и ПОУГ статистически значимо увеличивался с увеличением достигнутого возраста как у мужчин, так и у женщин. Не выявлено зависимости заболеваемости первичной глаукомой и ПОУГ от календарного периода найма, за исключением статистически значимого понижения заболеваемости у женщин в 1969 – 1972 гг. (ОР = 0,30 (95% ДИ: 0,05 – 0,97) и 0,31 (95% ДИ: 0,50 – 0,99) соответственно), что, возможно обусловлено небольшим количеством случаев ПОУГ в этой группе (2 случая). Не обнаружено влияния статуса курения, употребления алкоголя, индекса курения и индекса массы тела на заболеваемость первичной глаукомой и ПОУГ как у мужчин, так и у женщин. Заболеваемость первичной глаукомой и ПОУГ существенно увеличивалась у работников с установленным диагнозом катаракты; ОР у мужчин составил 12,09 (95% ДИ: 9,08 – 16,23) и 12,56 (95% ДИ: 9,40 – 16,95) соответственно; у женщин ОР = 8,43 (95% ДИ: 5,54 – 13,19) и 9,45 (95% ДИ: 6,09 – 15,16) соответственно. Также выявлены повышенные оценки риска заболеваемости первичной глаукомой и ПОУГ (но статистически незначимые) у работников с сахарным диабетом и у тех, которым проведена операция по удалению катаракты.

На следующем этапе исследования был проведен анализ ОР заболеваемости первичной глаукомой и ПОУГ в зависимости от суммарной дозы внешнего гамма-облучения. ОР заболеваемости первичной глаукомой и ПОУГ, были статистически незначимыми во всех дозовых категориях.

Был проведен анализ зависимости риска заболеваемости первичной глаукомой и, в частности, ПОУГ от дозы внешнего гамма-облучения с использованием линейной модели.

Не обнаружено статистически значимой зависимости заболеваемости первичной глаукомой в целом и ПОУГ от суммарной дозы внешнего гамма-облучения, как с поправкой (ИОР/Зв составил 0,02 (95% ДИ: - 0,10 – 0,18) и 0,01 (95% ДИ: - 0,11 – 0,17) соответственно), так и без поправки на дозу нейтронного облучения (ИОР/Зв составил 0,01 (95% ДИ: - 0,11 – 0,16) и - 0,003 (95% ДИ: - 0,12 – 0,15) соответственно). Лаггирование, введение дополнительных поправок на нерадиационные факторы (АГ, ИМТ, катаракта и оперированная катаракта, сахарный диабет, индекс курения) не оказывали влияния на полученный результат: оценка риска незначительно изменялась, но оставалась статистически незначимой, с широкими доверительными интервалами. Также не обнаружено статистически значимой модификации риска первичной глаукомы и ПОУГ в зависимости от пола работников, достигнутого возраста и возраста найма на предприятие (для первичной глаукомы $p = 0,22$, $p = 0,37$ и $p = 0,48$, соответственно; для ПОУГ $p = 0,21$, $p > 0,5$ и $p > 0,5$, соответственно).

Библиографический список

1. Thylefors, B. & Negrel, A.D. The global impact of glaucoma. *Bull World Health Organ.* 72, 323–326 (1994).
2. Quigley, H.A. & Broman, A.T. Number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol.* 90, 262–267 (2006).
3. Le, A., Mukesh, B.N., McCarty, C.A. & Taylor, H.R. Risk factors associated with the incidence of open-angle glaucoma: the visual impairment project. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 44(9), 3783–9 (2003).
4. Leske, M.C., Wu, S.Y., Hennis, A., Honkanen, R. & Nemesure, B. BESs Study Group. Risk factors for incident open-angle glaucoma: the Barbados Eye Studies. *Ophthalmology.* 115(1), 85–93 (2008).
5. Shields, C.L. *et al.* Plaque radiotherapy for retinoblastoma: long-term tumor control and treatment complications in 208 tumors. *Ophthalmology.* 108(11), 2116–21 (2001).
6. Shields, C.L. *et al.* Combined plaque radiotherapy and transpupillary thermotherapy for choroidal melanoma: tumor control and treatment complications in 270 consecutive patients. *Arch Ophthalmol.* 120(7), 933–40 (2002).
7. Dieckmann, K. *et al.* LINAC based stereotactic radiotherapy of uveal melanoma: 4 years clinical experience. *Radiother Oncol.* 67(2), 199–206 (2003).
8. Takeda, A. *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.* 44(3), 599–605 (1999).
9. Yamada, M., Wong, F.L., Fujiwara, S., Akahoshi, M. & Suzuki, G. Noncancer disease incidence in atomic bomb survivors, 1958–1998. *Radiat Res.* 161(6), 622–32 (2004).
10. Kuichi, Y. *et al.* Glaucoma in Atomic Bomb Survivors. *Radiat. Res.* 180, 422–430 (2013)
11. 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> (2018).
12. Azizova, T.V. *et al.* The "Clinic" medical-dosimetric database of Mayak production association workers: structure, characteristics and prospects of utilization. *Health Phys.* 94, 449–458 (2008).
13. Khokhryakov, V.V. *et al.* 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 (2013).
14. ICRP. 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 2-4 (2007).

УДК 61

ГРНТИ 76.29.49

ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КАК ФАКТОР РИСКА РАЗВИТИЯ РАКА КОЖИ

Банникова М. В.

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

clinic@subi.su

Обзор посвящен влиянию ионизирующего излучения на развитие злокачественных новообразований кожи. Результаты многочисленных исследований, посвященных оценкам риска возникновения меланомы кожи и немеланомных раков кожи в зависимости от дозы

ионизирующего излучения показывают, что ионизирующее излучение является одним из важных факторов риска развития немеланомного рака кожи, и, в первую очередь, БКР.

Ключевые слова: рак кожи, меланома, базально-клеточный рак, плоско-клеточный рак, немеланомный рак кожи, ионизирующее излучение, относительный риск, избыточный относительный риск.

IONIZING RADIATION AS A RISK FACTOR OF SKIN CANCER DEVELOPMENT

Bannikova M. V.

Southern Urals Biophysics Institute, Clinical department, Ozersk

The paper presents the review of literature on ionizing radiation impact on occurrence of malignant skin neoplasms. Findings of numerous studies assessing risks of skin melanomas and non-melanoma skin cancers in relation to ionizing radiation doses demonstrate that ionizing radiation is one of the important risk factors for non-melanoma skin cancers and, first of all, for basal cell carcinomas.

Keywords: skin cancer, melanoma, basal cell carcinoma, squamous cell carcinoma, non-melanoma skin cancer, ionizing radiation, relative risk, excess relative risk.

Влияние ультрафиолетового облучения и нерадиационных факторов (пол, возраст, генетические факторы, пигментные характеристики, количество невусов, актинические повреждения кожи, ожирение, эндокринный статус женщин, напитки и продукты питания, другие заболевания, лекарственные препараты), способствующих развитию злокачественных новообразований (ЗНО) кожи были подробно описаны в многочисленных публикациях [9, с.114-120; 10, с.1069-1080, 4, с.548-555]. В настоящей работе основное внимание обращено на ионизирующее излучение, как один из факторов риска развития ЗНО кожи.

В повседневной жизни и при профессиональной производственной деятельности человек может подвергаться различным сценариям и видам облучения.

Медицинское облучение

Влияние медицинского облучения на риск развития ЗНО кожи было изучено в исследовании по типу случай-контроль, включавшем 224 человек, со стригущим лишаем, подвергшихся радиотерапии в возрасте 1 – 15 лет (основная группа), и 1380 контролей, с таким же заболеванием, но лечившихся только с помощью медикаментов (контрольная группа) [16, с.410-418]. Показан повышенный относительный риск (ОР) заболеваемости для базально-клеточного рака кожи (БКРК) головы и шеи в основной группе в сравнении с контрольной группой. Установлено, что риск уменьшался на 12% с увеличением возраста на момент облучения. Не выявлено повышенного риска меланомы головы и шеи, но обнаружены несколько случаев плоско-клеточного рака кожи (ПКРК).

В результате другого исследования, проведенного в группе лиц, подвергшихся в детском возрасте химио и(или) радиотерапии по поводу ЗНО, обнаружен повышенный риск развития БКРК при поглощённой в коже дозе свыше 1 Гр. При сравнении лиц, подвергшихся радиотерапии (поглощённая доза в коже – 35 Гр и выше), и лиц, не подвергавшихся радиотерапии, отношение шансов (ОШ) развития БКРК составило 39,8 (95%ДИ: 8,6; 185,0) [21, с.1240-1250].

Облучение во время атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки в Японии

Воздействие ионизирующего излучения на кожу в когорте лиц, выживших после атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки, было изучено в многочисленных работах [14, с. 98-112; 15, с.393-401; 120 с.17-67]. Показана сильная связь раннего возраста на момент облучения (до 30 лет) и риска развития рака кожи. Оценки заболеваемости немеланомным

раком кожи (НМРК) были подобны для мужчин и женщин, росли с возрастом и увеличивались со временем. Найдено, что БКРК был связан с радиацией более сильно, чем ПКРК.

Позже в исследовании [12, с.1-64] было показано, что грубые оценки развития риска НМРК были немного выше для мужчин, чем для женщин. На основе линейной модели было обнаружено, что 23% случаев НМРК, зарегистрированных у тех, кто подвергся облучению в дозе более 0,005Гр, могут быть связаны с облучением. Среди членов когорты, подвергшихся облучению в дозах 1 Гр и более, более 50% случаев ЗНО кожи были связаны с радиационным воздействием. Используя сплайновую модель, для БКРК были получены оценки ИОР/Гр = 0,17 для дозы ниже 1 Гр и ИОР/Гр = 1,2 (90% ДИ: 0,57; 2,3) для дозы выше 1 Гр.

В исследовании [19, с.531-539] был изучен риск ЗНО кожи для различных гистологических типов. Установлено, что грубые оценки заболеваемости БКРК и ПКРК *In situ* были выше в дозовой категории выше 1 Гр, но почти одинаково низки в низких дозовых категориях. Оценки для ПКРК были подобны во всех дозовых диапазонах. Обнаружен значимый ИОР/Гр для НМРК, БКРК, для ПКРК *in situ*. Незначимый ИОР/Гр был установлен для меланомы и ПКРК. Был найден порог развития ЗНО кожи, равный 0,63 Гр.

Аварийное облучение

Также была изучена заболеваемость НМРК среди населения, проживающего вблизи Чернобыльской АЭС. Было установлено, что через 10 лет после аварии на Чернобыльской АЭС в Гомельской и Могилевской областях произошло повышение заболеваемости НМРК [11, с.8-12, 2, с.49-50]. Были выполнены оценки радиогенных рисков НМРК среди населения Гомельской и Могилевских областей [3, с.199-206]. Получены повышенные значения оценок ИОР, ИАР, и атрибутивных рисков развития НМРК у населения Гомельской и Могилевских областей.

Профессиональное облучение

В исследовании риска меланомы в когорте рентгенологов США [7, с.556-562] был обнаружен повышенный риск развития меланомы рака кожи (МРК) у тех, кто начал работать рентгенологом до 1950г.в сравнении с теми, кто начал работать в 1970-х и позже, хотя этот результат был получен всего на 4 случаях ЗНО кожи. Был показан повышенный риск при продолжительности работы 5 и более лет до 1950, в сравнении с наработавшими и риск был увеличен значимо ($p=0,03$). Риск меланомы не был связан ни с возрастом, когда рентгенологи начали работать, ни с общим количеством лет работы рентгенологом.

В исследование [22, с.828-834] когорты рентгенологов США был выявлен значимый повышенный ОР для БКРК, но не для ПКРК, для рентгенологов, начавших работать в течение 1950-х, 1940-х и до 1940 гг., в сравнении с теми, кто начал работать после 1960.

В другом исследовании когорты рентгенологов США [8, с.862-869] не обнаружена зависимость риска от суммарной, накопленной в течение жизни дозы облучения. Однако показано, что риск БКРК был увеличен при облучении в возрасте до 30 лет и облучении в календарный период до 1960 г.

Установлено, что латентный период развития рака у врачей-рентгенологов равняется в среднем 26 годам и напрямую зависит от суммарной дозы облучения [1, с.1171-1173]. Чаще регистрируется ПКРК с различной степенью ороговения. Редко под воздействием рентгеновского облучения развивается БКРК.

В исследовании работников ПО «Маяк» [5, с.8-24], подвергшихся профессиональному хроническому облучению, авторы установили значимую связь НМРК с суммарной дозой внешнего гамма-облучения. Связь МРК с суммарной дозой внешнего гамма-облучения не была значимой. В другом исследовании [6, с.9-22] показана значимая связь БКРК с поглощенной в коже дозой внешнего гамма-облучения. Для ПКРК ИОР/Гр был незначимым.

Исследование в когорте шахтёров, работавших на урановых рудниках, показало связь воздействия радона на кожу и заболеваемости ЗНО кожи в связи с проникновением альфа-частицы до базального слоя кожи [17, с.803-806].

В исследовании заболеваемости ЗНО кожи среди пилотов Норвежских авиалиний [136 с.56-69] было показано значимое увеличение ОР меланомы с увеличением облучения в течение полетов, эта зависимость была особенно сильной для меланомы туловища среди пилотов, подвергшихся облучению в суммарной дозе более 20 мЗв. Для других ЗНО кожи и БКРК значимых результатов не получено.

В исследовании Национального дозового регистра Канады [18, с.309-318] не установлено значимого повышенного риска меланомы кожи на единицу дозы как среди мужчин, так и среди женщин.

Заключение

Таким образом, ЗНО кожи, несмотря на невысокую летальность, но вследствие высокой частоты и наблюдаемой тенденции к росту заболеваемости, продолжает оставаться актуальной социально-экономической проблемой как в России, так и в большинстве развитых стран мира.

Влияние ионизирующего излучения на риск развития НМРК, первую очередь БКРК показано во многих исследованиях.

Библиографический список

1. Комлева Ю.В., Махонько М.Н., Шкробова Н.В. Заболевания медицинских работников от воздействия ионизирующего излучения и их профилактика. Бюллетень медицинских Интернет-конференций (ISSN 2224-6150) 2013. Том 3. № 11, с.1171-1173.
2. Малько М.В. Оценка популяционных доз облучения сельского населения Беларуси в вследствие аварии на ЧАЭС. Материалы международной конференции ведущих специалистов, молодых ученых и студентов «Сахаровские чтения 2003 года: экологические проблемы XXI века», Минск, 19-20 мая, 2003, с.49-50.
3. Малько М.В. Радиационный немеланомный рак кожи у населения Беларуси. Материалы III международной конференции "Медико-социальная экология личности: состояние и перспективы", Минск, 1-2 апреля, 2005, с.199-206.
4. Рыбкина В.Л., Азизова Т.В., Адамова Г.В. Факторы риска развития злокачественных новообразований кожи. Эпидемиология. Клиническая дерматология и венерология, 2019 т. 18, № 5, с. 548-555, <https://doi.org/10.17116/klinderma201918051548>.
5. Azizova TV at al. Risk of malignant skin neoplasms in a cohort of workers occupationally exposed to ionizing radiation at low dose rates, Plose One, 2018, 13 (10), pp.8-24.
6. Azizova TV at al. Risk of skin cancer by histological type in a cohort of workers chronically exposed to ionizing radiation. Radiation Environmental Biophysics, 2021, 60(1), pp.9-22.
7. Freedman DM at al. Risk of melanoma among radiologic technologists in the United States., International Journal of Cancer, 2003, 103, pp. 556–562.
8. Lee T, et al. Occupational ionizing radiation and risk of basal cell carcinoma in US radiologic technologists (1983–2005) Occupational and Environmental Medicine, 2015; 72: pp.862–869. doi:10.1136/oemed-2015-102880.
9. Little et al. Cumulative solar ultraviolet radiation exposure and basal cell carcinoma of the skin in a nationwide US cohort using satellite and ground-based measures. Environmental Health, 2019, 18:114 <https://doi.org/10.1186/s12940-019-0536-9>.
10. Lomas A at al. A systematic review of worldwide incidence of nonmelanoma skin cancer. Br. J. Dermatol. 2012;166, pp.1069–1080. <https://doi.org/10.1111/j.13652133.2012.10830>.
11. Malko, M.V. Assessment of radiation-induced malignant neoplasms in Belarus. Proceedings of the Fifth International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe. Prague, Czech Republic, 12-13 September 2000, pp.8-12
12. Preston DL. Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors: 1958–1998, Radiation Research, 2007, 168, pp.1–64
13. Pukkala E at al. Incidence of cancer among Nordic airline pilots over five decades: occupational cohort study., BMJ, 2002, volume 325, pp.56-69.

14. Ron E at al. Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors. Part IV: Comparison of Cancer Incidence and Mortality, Radiation Research, 1994, 137, pp.98-112.
15. Ron E at al. Skin tumor risk among atomic-bomb survivors in Japan. Cancer Causes and Control, 1998, 9, pp. 393-401.
16. Shore RE at al, Skin Cancer after X-Ray Treatment for Scalp Ringworm, Radiation Research, 2002, 157, pp. 410–418.
17. Sevcov M, Sevc J, Thomas J. Alpha irradiation of the skin and the possibility of late effects. Health Phys.1978; 35, pp.803-806.
18. Sont at al. First Analysis of Cancer Incidence and Occupational Radiation Exposure Based on the National Dose Registry of Canada. American Journal of Epidemiology, Volume 153, Issue 4, 15 February 2001, pp.309–318, <https://doi.org/10.1093/aje/153.4.309>.
19. Sugiyama H. Skin Cancer Incidence among Atomic Bomb Survivors from 1958 to 1996. Radiation Research, 2014, 181, pp.531-539.
20. Thompson DE. at al. Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors. Part II: Solid tumors, 1958-1987. Radiaton Research, 1994, 137, pp.17-67.
21. Watt TC, Inskip PD, Stratton K, Smith SA, Kry S., Sigurdson AJ et al. Radiation Related Risk of Basal Cell Carcinoma: A Report From the Childhood Cancer Survivor Study. JNCI J Natl. Cancer Inst. 2012; 104, pp.1240-1250.
22. Yoshinaga S. Nonmelanoma skin cancer in relation to ionizing radiation exposure among U.S. radiologic technologists. Int. J. Cancer. 2005; 115, pp.828–834.

УДК 504.064
ГРНТИ 34.35.51

**РАЗРАБОТКА АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ СБОРА НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ С
 ПОВЕРХНОСТИ ВОД НА ОСНОВЕ ДЕШЕВЫХ И ДОСТУПНЫХ
 АЛЮМОСИЛИКАТОВ (КЕРАМЗИТА, ПЕРЛИТА), ГИДРОФОБНО-
 МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ХИМИКО-
 ТЕРМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Волков Д. А., Буравлев И. Ю., Юдаков А. А., Тананаев И. Г.

*Институт химии ДВО РАН,
 г. Владивосток*

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

Проведен цикл исследований, направленных на разработку средств и технологий очистки вод от органических загрязнителей экономичным перспективным способом с применением доступных гидрофобно-модифицированных алюмосиликатных материалов (керамзита и перлита), предполагающих возможность регенерации с многократным повторным использованием.

Ключевые слова: очистка от нефтепродуктов, гидрофобно-модифицированные материалы, керамезит, перлит

DEVELOPMENT OF ADSORBENTS FOR COLLECTING OIL POLLUTION FROM THE WATER SURFACE BASED ON CHEAP AND AVAILABLE ALUMINOSILICATES (EXPANDED CLAY, PERLITE), HYDROPHOBICALLY MODIFIED WITH CARBON COMPOUNDS BY THE CHEMICAL-THERMAL METHOD

Volkov L. A., Buravlev I. Yu., Yudakov A. A., Tananaev I. G.

*Institute of Chemistry PAS, Vladivostok
OTI MEPhI, Ozersk*

A series of studies has been carried out aimed at developing means and technologies for purifying water from organic pollutants in an economical and promising way using available hydrophobically modified aluminosilicate materials (expanded clay and perlite), suggesting the possibility of regeneration with repeated reuse.

Keywords: cleaning from petroleum products, hydrophobically modified materials, keramessite, perlite

Проведен цикл исследований, направленных на разработку средств и технологий очистки вод от органических загрязнителей экономичным перспективным способом с применением доступных гидрофобно-модифицированных алюмосиликатных материалов (керамзита и перлита), предполагающих возможность регенерации с многократным повторным использованием. В качестве материалов-носителей гидрофобно-сорбционного слоя в исследовании использовалась фракция 5–20 мм керамзита плотностью 300 и 700 кг/м³. Также, испытывался гидрофобно-модифицированный перлит с исходным гранулометрическим составом 0,1–3 мм. Поверхность материалов-носителей модифицирована неполярными летучими углеводородами методом химико-термической гидрофобизации (ХТГ). Метод ХТГ предполагает, что искусственная гидрофобность поверхности материалов сформирована нанесением тонкослойного органического модификатора на предварительно увеличенную площадь активной для адсорбции нефтепродуктов (НП) поверхности. Увеличение площади поверхности материала-носителя предварительно достигнуто в результате термической обработки (вспучивания) алюмосиликатов. В качестве углеводородного компонента для гидрофобизации использовано сравнительно дешевое и доступное сырье: дизельное топливо, моторное масло и топочный мазут. Расчетное количество материала-гидрофобизатора вводилось на испаритель в рабочую камеру с размещенным в ней предварительно просушенным и разогретым до заданной температуры вспученным материалом-носителем (керамзит, перлит). Процесс модифицирования ХТГ отработывался в вакуумных сушильных шкафах при двух режимах: высоко- (до 500–550 °С) и низкотемпературном (до 350–400 °С).

В процессе ХТГ в качестве теплоносителя использовалась атмосфера перегретого водяного пара. За счет высокой теплоемкости и теплопроводности водяного пара обеспечивалась эффективная теплопередача между нагреваемыми стенками камеры и обрабатываемым материалом. Такой подход позволил снизить удельный расход тепловой энергии и сократить длительность процесса прогрева материала-носителя. Задача выбора подходящего режима прогрева для низкотемпературной ХТГ предполагала минимальную температуру эффективной сушки сорбента, а для высокотемпературной ХТГ – максимальную температуру сорбента при минимальной разнице температур стенок камеры и сорбента. Чрезмерный прогрев сорбента при низкотемпературной ХТГ оказался нецелесообразен, поскольку перегрев в дальнейшем препятствует конденсации паров гидрофобизатора в порах обрабатываемого материала. Превышение температуры гидрофобизируемого материала значения температуры кипения материала гидрофобизатора в условиях разрежения атмосферы препятствует образованию пленки НП из-за невозможности его конденсации. Поэтому для низкотемпературной ХТГ оптимален режим прогрева, при котором температура

обрабатываемого материала выше температуры кипения воды и ниже температуры кипения гидрофобизатора.

Полученные гидрофобно-модифицированные адсорбенты испытаны в нефтесорбционных системах: определялись и сравнивались водопоглощение (по ГОСТ 8269.0—97) и нефтеемкость образцов (по методике). Показано, что для удаления поверхностных загрязнений нефтепродуктов из водных сред может эффективно использоваться модифицированный ХТГ керамзит низкой плотности (300 кг/м³). При этом режим химико-термической обработки не оказывает значительного влияния и сорбент может быть получен с минимальными изменениями характеристик водопоглощения по обеим схемам ХТГ: как по низко- (до 400 °С), так и по высокотемпературной (до 500 °С). Использование керамзитов высокой плотности (700 кг/м³) показало свою несостоятельность, поскольку избыточный удельный вес сорбентов из плотного керамзита не позволяет им иметь достаточную плавучесть, препятствуя их нахождению на поверхности воды.

Среди модифицированных химико-термической гидрофобизацией перлитов к использованию в качестве нефтесорбента наиболее пригоден перлит, подвергнутый высокотемпературной гидрофобизационной обработке при 500 °С. Снижение температуры обработки до 400 °С приводит к существенному увеличению склонности нефтесорбента на основе гидрофобизированного перлита к водопоглощению, что свидетельствует о его меньшей эффективности. При этом, нефтеемкость гидрофобизированного перлита значительно превышает значения нефтеемкости гидрофобизированных керамзитов, но даже в гидрофобизированном состоянии сорбент на основе перлита несравнимо уступает керамзитам по показателю водопоглощения.

Выводы:

1. Методом химико-термической гидрофобизации предварительно термически модифицированных (вспученных) алюмосиликатов на основе керамзита и перлита получены гидрофобные сорбенты, позволяющие очищать воду от поверхностных нефтепродуктов со степенью очистки до 99,7 %.

2. Для удаления загрязнений нефтепродуктов с поверхности водных сред эффективно использование гидрофобизированного керамзита низкой плотности (300 кг/м³), после его обработки как по низко- (до 400 °С), так и по высокотемпературной схемам (до 500 °С). Использование керамзитов высокой плотности (700 кг/м³) нецелесообразно в практике очистки вод от поверхностных загрязнений нефтепродуктами из-за избыточного удельного веса сорбентов, препятствующего их нахождению на поверхности воды.

3. Среди модифицированных химико-термической гидрофобизацией перлитов к использованию в качестве нефтесорбента наиболее пригоден перлит, подвергнутый высокотемпературной гидрофобизационной обработке при 500 °С. Снижение температуры обработки до 400 °С приводит к существенному увеличению склонности нефтесорбента на основе гидрофобизированного перлита к водопоглощению, что свидетельствует о его меньшей эффективности.

4. Нефтеемкость гидрофобизированного перлита значительно превышает значения нефтеемкости гидрофобизированных керамзитов, но даже в гидрофобизированном состоянии сорбент на основе перлита несравнимо уступает керамзитам по показателю водопоглощения.

Сорбенты были получены в рамках выполнения ГЗ ИХ ДВО РАН (0205-2021-0001).

Работа выполнена из средств гранта РФФИ 19-03-00119

УДК 614.878:616.36
ГРНТИ 76.33.37:76.33.39

ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕЧЕНИ В ГРУППЕ РАБОТНИКОВ АТОМНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Васина М. А., Поволоцкая С. В., Рабинович Е. И.

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

e-mail: lab8@subi.su

Аннотация: В работе приводятся результаты изучения связи между рядом производственных и непроизводственных факторов и развитием гепатобилиарных заболеваний среди работников Производственного объединения (ПО) «Маяк». Выявлена значимость некоторых непроизводственных факторов риска развития заболеваний гепатобилиарной системы (женский пол, наличие сахарного диабета, ожирение).

Ключевые слова: ПО «Маяк», факторы риска, ионизирующая радиация, химические токсиканты, гепатобилиарная патология.

RISK FACTORS OF LIVER DISEASES IN A GROUP OF NUCLEAR WORKERS

Vasina M. A., Povolotskaya S. V., Rabinovich E. I.

Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk

The paper contains results of studying the connection between several professional and non-professional factors and development of liver and bile ducts diseases among Production Association (PA) “Mayak” workers. There was revealed significance of some non-professional risk factors of hepatobiliary diseases (female, diabetes mellitus, obesity).

Keywords: Mayak PA, risk factors, ionizing radiation, chemical toxicants, hepatobiliary pathology.

В условиях атомного производства профессиональными факторами, способствующими развитию и прогрессированию печеночной патологии у персонала, являются ионизирующее излучение и химические токсиканты. Радиационное поражение печени проявляется повреждением эндотелия сосудов печени с последующей гипоксией, гибелью гепатоцитов и развитием дисфункции. Токсическое химическое поражение печени манифестирует в виде острой печеночной недостаточности, сопровождающейся некрозом гепатоцитов, либо в форме дегенеративных изменений на фоне хронической интоксикации [2]. Компенсаторная реакция клеток печени на эти воздействия проявляется в формировании фиброза, тяжелым отдаленным последствием которого является цирроз печени [11]. Эндогенными биологическими факторами риска развития гепатобилиарных заболеваний (ГБЗ) считаются пол и возраст. Эти и другие метаболические факторы могут быть предрасполагающими для развития пострadiационных повреждений печени, что следует учитывать при формировании групп риска.

Целью настоящей работы было изучение распространенности некоторых профессиональных и не профессиональных факторов среди выборки из работников Производственного объединения (ПО) «Маяк» с гепатобилиарными заболеваниями и без них.

Обследованная группа состояла из 123 человек, 92 мужчин и 31 женщин в возрасте $53,2 \pm 0,83$ лет, занятых на плутониевом и радиохимическом производстве ПО «Маяк». Сведения о наличии или отсутствии профессионального контакта с источниками

ионизирующего излучения (ИИ) и химическими вредностями (ХВ), медицинские сведения о заболеваниях были получены из медицинских карт. Параметры, характеризующие контакт с ИИ или ХВ, оценивали качественным образом (есть/нет) [8]. Фактор избыточной массы тела устанавливали в соответствии с рекомендациями ВОЗ по величине индекса массы тела (ИМТ) [4]. Распространенность метаболических факторов риска (гипергликемия, гиперхолестеринемия, гипертриглицеридемия) оценивали исходя из собственных данных, полученных при биохимическом анализе сыворотки крови. Оценку статистической значимости выполняли при помощи вычисления отношения шансов (ОШ) и доверительного интервала (ДИ) с критическим уровнем значимости $\leq 0,05$ [1].

Для изучения распространенности факторов риска развития заболеваний печени вся группа была разделена на две подгруппы: первая – с ГБЗ в анамнезе в количестве 32 человек от 40 до 69 лет (средний возраст $55,4 \pm 1,60$ лет). Вторая подгруппа состояла из 91 работника без ГБЗ в возрасте от 30 до 71 лет (средний возраст $52,5 \pm 0,97$ лет). По данным анамнеза, у лиц первой подгруппы группы наблюдалось 42 гепатобилиарных заболевания (31,8%). Заболевания печени инфекционной этиологии (вирусные гепатиты), жировая болезнь печени, кисты и гемангиомы были зарегистрированы у 10 участников исследования (7,6%). Наиболее часто встречающейся патологией были заболевания желчевыводящих путей (22,7%), из них в 17,4% регистрировалась органическая патология – хронический бескаменный холецистит и хронический калькулезный холецистит, в 5,3% случаев были диагностированы функциональные расстройства и доброкачественные новообразования желчного пузыря.

С химическими вредностями на рабочих местах имели контакт около 89% работников. ХВ были представлены органическими и неорганическими соединениями с разным биологическим действием (гепатотропным, канцерогенным и политропным). Наибольшее количество работников (81,8%) контактировали с политропными соединениями (соединения, воздействующие на многие органы); с гепатотропными химическими агентами контактировали 61,4%, с канцерогенами – 66,7%. Около 44% работников имели контакт со всеми перечисленными категориями ХВ. Следует отметить, что доля работников плутониевого производства, контактировавших с ХВ гепатотропного действия, была в 2,1 раза ($p\text{-value} < 0,001$), а с канцерогенами – в 1,7 раза ($p\text{-value} = 0,019$) выше, чем доля работников радиохимического завода, что требует дальнейшего детального анализа. Различия в распространенности контакта с ХВ среди работников с гепатобилиарными заболеваниями и без таковых были незначительны (90,6% и 88% соответственно). Профессиональный контакт с источниками ИИ имели участники обеих групп в 100% случаев. Для установления связи с радиационным воздействием необходим анализ зависимости распространенности заболеваний от дозы облучения, мощности дозы, вида облучения, что на данный момент затруднительно из-за недостатка информации.

В связи с этим наше внимание было сосредоточено на оценке распространенности непрофессиональных факторов среди лиц с различным эндогенным фоном печеночной патологии.

Таблица 1 – Распространенность непрофессиональных факторов риска в группах с ГБЗ и без ГБЗ

Факторы риска		Группа с ГБЗ (n=32)		Группа без ГБЗ (n=91)		ОШ	ДИ (%)
		n	%	n	%		
Пол	мужчины	17	53,1	75	82,4	0,24	0,10-0,58 (95%)
	женщины	15	46,9*	16	17,6	4,14	1,72-9,97(95%)
Сахарный диабет 2 типа		10	31,3	4	4,4	9,89	2,83-34,5(95%)
Ожирение	ИМТ >30 кг/м ²	16	50,0	31	34,1	1,94	1,0-3,84 (90%)
Примечания:							
1- * различия между группами статистически значимы, $p < 0,05$							

Как следует из таблицы, в группе лиц с ГБЗ доля женщин, доля лиц с морбидным ожирением и лиц с СД 2 была большей по сравнению с не болеющими работниками (в 2,8 раза, в 1,5 раза, в 7 раз соответственно). При этом частота СД 2 была в 2 раза выше, чем в среднем по России (около 13,5%) [9]. Гиперхолестеринемия, как один из метаболических патогенных факторов, наблюдалась у более чем половины работников, однако существенных различий между группами обнаружено не было. Во многих исследованиях отмечалась гендерная дифференциация в показателях распространенности заболеваний печени и билиарной системы [3,10]. Показана тесная связь ГБЗ с нарушением метаболизма: с избыточной массой тела, со сдвигами липидного и углеводного обмена, с наличием сахарного диабета 2 типа (СД 2) [5,7,10]. Выявленные в нашей работе ассоциации определенных факторов риска с развитием гепатобилиарных заболеваний у работников атомного производства согласуются с результатами масштабных отечественных исследований разных профессиональных групп [6].

Таким образом, исследована распространенность профессиональных и не связанных с производством факторов риска развития гепатобилиарной патологии в группе работников ПО «Маяк». Выявлено, что группы с наличием ГБЗ и без таковых по фактору контакта с ИИ были однородными (контакт в 100%), по фактору ХВ состав был близок к однородности (контакт в 89%). Отмечалась статистически значимая ассоциация гепатобилиарных заболеваний с женским полом (ОШ 4,47; 95% ДИ 1,84-10,9), морбидным ожирением (ОШ 1,94; 90% ДИ 1,0-3,84), СД 2 (ОШ 9,89; 95% ДИ 2,83-34,5). Среди метаболических факторов риска наибольшее распространение имели нарушения липидного обмена.

На основании полученных данных могут быть разработаны критерии выделения групп риска по развитию или прогрессированию ГБЗ у работников атомного производства на основании учета производственных и наиболее значимых непроизводственных факторов, таких как женский пол, избыточная масса тела, нарушение углеводного и липидного метаболизма.

Библиографический список

1. Альбом А., Норелл С. Введение в эпидемиологию. / Пер. с англ. И. Боня.- Таллинн, 1996. – 122 с.
2. Антоненко О.М. Токсические поражения печени: пути фармакологической коррекции // Медицинский совет. – 2013. – №3. – С.45-51.
3. Вахрушев Я.М., Хохлачева Н.А. Желчнокаменная болезнь: эпидемиология, факторы риска, особенности клинического течения, профилактика // Архив внутренней медицины. – 2016.–№3. – С.30-35.
4. Всемирная организация здравоохранения. Ожирение и избыточный вес. // 1.04.2020 URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (дата обращения 16.03.2021).
5. Ивашкин В.Т., Драпкина О.М., Маев И.В., Трухманов А.С. и др. Распространенность неалкогольной жировой болезни печени у пациентов амбулаторно-поликлинической практики в Российской Федерации: результаты исследования DIREG 2 // РЖГГК. – 2015. – №6. – С. 31-41.
6. Муромцева Г.А., Концевая А.В., Константинов В.В. Артамонова Г.В. и др. Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в российской популяции в 2012-2013 гг. Результаты исследования ЭССЕ-РФ // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2014. – №6. – С. 4-11.
7. Попова И.Р., Павлов Ч.С., Глушенков Д.В., Драпкина О.М. и др. Распространенность заболеваний печени и желчного пузыря у пациентов с избыточной массой тела и ожирением // Клинич. мед. – 2012. – №10. – С. 38-43.
8. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 12 апреля 2011 г. № 302н. «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и

- работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (с изменениями на 18 мая 2020 года), (редакция, действующая с 1 июля 2020 года)». – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902275195> (дата обращения 16.03.2021).
9. Сахарный диабет в Российской Федерации: распространенность, заболеваемость, смертность, параметры углеводного обмена и структура сахароснижающей терапии по данным Федерального регистра сахарного диабета, статус 2017г. / И.И. Дедов, М.В. Шестакова, О.К. Викулова, А.В. Железнякова, М.А. Исаков // Сахарный диабет. – 2018. – №3. – С. 144–159.
 10. Цуканов В.В., Селиверстова Е.В., Догадин С.А. Клинико-биохимическая характеристика желчевыводящих путей у больных сахарным диабетом // Клинич. мед. – 2005. – №4. – С. 40–42.
 11. Lee U.E., Friedman S.L. Mechanisms of hepatic fibrogenesis // Best. Pract. Res. Clin. Gastroenterol. – 2011. – V. 25. – P. 195–206.

УДК 616
ГРНТИ 26.29.30

РИСК СМЕРТНОСТИ ОТ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ В КОГОРТЕ РАБОТНИКОВ РАДИАЦИОННО-ОПАСНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Брикс К. В., Банникова М. В., Азизова Т. В.

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

clinic@subi.su

Статья посвящена оценке риска смертности от артериальной гипертензии (АГ, I10 код МКБ-10) в когорте работников радиационно-опасного предприятия. В результате исследования не выявлено повышенного риска смертности от артериальной гипертензии в различных диапазонах доз профессионального облучения ни у мужчин, ни у женщин изучаемой когорты.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, смертность, радиационно-опасное предприятие, профессиональное облучение.

THE RISK OF MORTALITY FROM ARTERIAL HYPERTENSION IN THE COHORT OF RADIATION HAZARDOUS FACILITY EMPLOYEES

Briks K. V., Bannikova M. V., Azizova T. V.

Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk

The paper reports the results of the mortality risk the assessment for arterial hypertension (AH, ICD-10 code I10) in the cohort of radiation hazardous facility employees. The study did not find the increased risk of mortality from arterial hypertension in various ranges of occupational radiation exposure doses either in males or females of the study cohort.

Keywords: arterial hypertension, mortality, radiation hazardous facility, occupational radiation exposure.

Введение

АГ – один из важнейших модифицируемых факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), в первую очередь ишемической болезни сердца и цереброваскулярной болезни, на долю которых приходится около $\frac{1}{3}$ от общего числа смертей в мире [2, р. 1]. Ежегодно от ССЗ умирают около 17 млн человек, причем около 9,4 млн из них – от осложнений АГ [1, р. 1]. Около 45% случаев смерти от болезней сердца и 51% – от инсульта вызваны повышенным артериальным давлением [1, р. 1].

Согласно прогнозу Всемирной организации здравоохранения, с течением времени влияние АГ на здоровье населения будет только возрастать. В соответствии с общемировыми демографическими тенденциями в 2030 г. прогнозируется увеличение населения Земли на 1,7 миллиарда (26,80%) с пропорциональным увеличением доли старших возрастных групп, и, как следствие, рост числа лиц с АГ до 64%, что приведет к тому, что АГ будет основной причиной смертности населения, в том числе лиц трудоспособного возраста.

Материалы и методы

Изучаемой когортой являлась когорта работников радиационно-опасного предприятия – производственного объединения (ПО) «Маяк» –, впервые нанятых на один из основных заводов (реакторы, радиохимический или плутониевый) в 1948 – 1982 гг. (22377 работников, в том числе 5689 – женщины). Период наблюдения за когортой начинался от даты найма на один из основных заводов и продолжался до даты первого из следующих событий: даты смерти; 31 декабря 2018 г. для тех, кто, как известно, 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). Жизненный статус на конец периода наблюдения известен у 95% членов когорты; из них умерли 11015 мужчин и 3341 женщин. Средний возраст на дату смерти был $64,57 \pm 14,11$ лет; а средний возраст тех, кто был жив на конец периода наблюдения – $75,50 \pm 10,86$ лет.

Все работники изучаемой когорты подвергались хроническому облучению (внешнему гамма- и/или внутреннему альфа-излучению). Согласно новой дозиметрической системе работников ПО «Маяк» – 2013 «ДСРМ-2013» дозы внешнего гамма-излучения известны для всех членов изучаемой когорты [3, р. 6]. В настоящем исследовании использованы поглощенные в печени дозы внешнего гамма- и внутреннего альфа-излучения. Следует подчеркнуть, что большинство работников изучаемой когорты подвергались сочетанному облучению (внешнее гамма- и внутреннее альфа-облучение), но альфа-активность в моче измерена лишь у 31,1% работников (29,1% мужчин и 37,1% женщин) [3, р. 6]. Средняя суммарная поглощенная в печени доза внешнего гамма-излучения составила $0,45 \pm 0,65$ Гр у мужчин и $0,37 \pm 0,56$ Гр у женщин. Средняя суммарная поглощенная доза внутреннего альфа-излучения в печени составила $0,23 \pm 0,65$ Гр у мужчин и $0,44 \pm 1,93$ Гр у женщин.

В рамках настоящего исследования была проведена оценка относительного риска (ОР) смертности от артериальной гипертензии (АГ) в когорте работников, подвергшихся хроническому облучению в различных диапазонах суммарных доз.

Оценки ОР рассчитывались с помощью пуассоновской регрессии с использованием модуля AMFIT программы EPICURE [4, р. 1]. 95% доверительные интервалы и p -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 декабря 2018 г. в изучаемой когорте работников было зарегистрировано 195 смертей от АГ.

В таблицах 1 и 2 представлены результаты оценки ОР смертности от АГ у работников изучаемой когорты в различных диапазонах суммарных поглощенных в печени доз внешнего гамма- и внутреннего альфа-излучения.

Таблица 1 – Относительный риск смертности от артериальной гипертензии в когорте работников изучаемой когорты для разных диапазонов суммарной поглощенной в печени дозы внешнего гамма-излучения, 10-летний лаг

Диапазон дозы, Гр	Мужчины	Женщины
0,00 – 0,10	1	1
0,10 – 0,20	0,70 (0,38; 1,24)	0,57 (0,19; 1,41)
0,20 – 0,50	1,02 (0,61; 1,68)	0,91 (0,41; 1,88)
0,50 – 0,75	1,12 (0,54; 2,17)	0,32 (0,05; 1,20)
0,75 – 1,00	1,87 (0,91; 3,62)	0,59 (0,13; 1,88)
1,00 – 1,50	1,36 (0,65; 2,69)	1,01 (0,33; 2,69)
1,50 – 2,00	0,40 (0,06; 1,44)	0,94 (0,20; 3,24)
2,00 – 3,00	1,72 (0,55; 4,44)	–
≥ 3,00	1,67 (0,24; 6,70)	–
Всего	–	–

Таблица 2 – Относительный риск смертности от артериальной гипертензии в когорте работников изучаемой когорты для разных диапазонов суммарной поглощенной в печени дозы внутреннего альфа-излучения, 10-летний лаг

Диапазон дозы, Гр	Мужчины	Женщины
0,00 – 0,025	1	1
0,025 – 0,05	0,77 (0,25; 1,93)	0,70 (0,03; 4,93)
0,05 – 0,10	2,09 (0,84; 4,80)	1,20 (0,06; 9,32)
0,10 – 0,15	0,41 (0,02; 2,23)	2,03 (0,24; 12,81)
0,15 – 0,25	0,16 (0,005; 1,29)	2,71 (0,32; 16,60)
0,25 – 0,50	0,41 (0,02; 2,62)	6,91 (1,30; 35,99)
0,50 – 1,00	–	–
≥ 1,00	0,58 (0,02; 5,21)	4,19 (0,21; 31,45)
Всего	–	–

Не выявлено статистически значимых оценок ОР смертности от АГ в различных диапазонах суммарной поглощенной в печени дозы внешнего гамма-излучения как у мужчин, так и у женщин изучаемой когорты. Также не обнаружено статистически значимых оценок ОР смертности от АГ у мужчин изучаемой когорты в различных диапазонах суммарной поглощенной в печени дозы внутреннего альфа-излучения. В то же время, ОР смертности от АГ был статистически значимо выше у женщин изучаемой когорты, подвергшихся внутреннему альфа-облучению в суммарной поглощенной в печени дозе 0,25 – 0,50 Гр, при сравнении с работницами, которые подверглись внутреннему альфа-облучению в дозе 0,00 – 0,025 Гр (ОР = 6,91; 95% ДИ 1,30; 35,99 для всех женщин и ОР = 5,63; 95% ДИ 1,03; 30,36 для женщин-резидентов).

Выводы

В результате проведенного анализа не было обнаружено повышенного риска смертности от АГ в когорте в зависимости от дозы профессионального облучения ни у мужчин, ни у женщин.

Библиографический список

1. A global brief of hypertension. Silent killer, global public health crisis. World health day. – Geneva: World Health Organization, 2013.
2. Cardiovascular diseases (CVDs). Fact sheet – Updated May 2017. – Geneva: World Health Organization, 2017/
3. Napier B.A. The Mayak Worker Dosimetry System (MWDS-2013): an Introduction to the Documentation // Radiat Prot Dosimetry. – 2017. – Vol. 176, No 1–2. – P. 6–9.
4. Preston D., Lubin J., Pierce D., McConney M. Epicure users guide. – Seattle, WA: Hirosoft, 1993.

УДК 612.115.35, 612.117.2
ГРНТИ 34.39.27

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ И ИХ РОЛЬ В ГЕМОСТАЗЕ

Лазарева Ю. Б., Ральченко И. В.

*Тюменский государственный университет,
г. Тюмень*

j.lazareva1598@gmail.com, ralchenko-i@mail.ru

В статье приведены исследования по влиянию функциональной активности эритроцитов на тромбоцитарную активность и реологические свойства крови. Обсуждается взаимосвязь между интенсивностью процессов перекисного окисления липидов и гемореологических характеристик. Показано влияние антиоксидантов и прооксидантов на гемостаз.

Ключевые слова: гемореология, перекисное окисление липидов (ПОЛ), тромбопластин, эритроцит, гемостаз.

THE METHOD OF INVESTIGATION OF ERYTHROCYTES FUNCTIONAL ACTIVITY AND ERYTHROCYTES ROLE IN HEMOSTASIS

Lazareva J. B. Ralchenko I. V.

UTMN, Tyumen

The article deals the influence of the functional activity of erythrocytes on platelet activity and its influence on the rheological properties of blood. The correlation between the intensity of lipid peroxidation processes and hemorheological characteristics is discussed. Shows the effect of antioxidants and pro-oxidants hemostasis.

Keywords: hemorheology, lipid peroxidation (LPO), thromboplastin, erythrocyte, hemostasis.

Введение

Как известно, сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной смерти во всём мире. На протяжении всей своей истории медицинские исследования направлены на изучение механизмов формирования этих заболеваний. Для этого, в первую очередь, подробно изучались структурные особенности кровеносной системы человека, а также её физиологические аспекты. С медицинской точки зрения ключевыми моментами являются факторы свёртываемости крови и механизмы, обеспечивающие правильное жидкое состояние крови. Как известно основную роль здесь играют тромбоциты. Также во многом физиологию крови определяют структура и функции эритроцитов [1, с. 370-375].

Биологическая система, обеспечивающая жидкое состояние циркулирующей крови и целостность стенок кровеносных сосудов, а также предупреждение и остановку кровотечений, обозначается как система гемостаза, от функционирования которой зависит эффективность кровоснабжения органов и тканей. Вместе с тем, поскольку кровь представляет собой подвижную многокомпонентную и сложно организованную сплошную среду, существенная роль в адекватности системы гемостаза принадлежит её реологическим свойствам. Реология – область механики, изучающая закономерности деформаций и течения жидкостей. Гемореология, в свою очередь, изучает факторы, влияющие на текучесть крови [3, с. 29].

Активное влияние на реологические свойства крови оказывают эритроциты [1, с. 370-375]. Связано это, прежде всего, с наличием в них тромбопластического фактора – эритроцитина, который при гемолизе выделяется в кровяное русло, усиливая агрегацию тромбоцитов и ухудшая реологические параметры крови [2, с. 78].

Таким образом, вклад эритроцитов в поддержание свёртывающего потенциала крови достаточно велик. Было сделано предположение, что тромбопластическая активность эритроцитов зависит от интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ). В таком случае эритроциты могут участвовать в реализации связи между ПОЛ и гемостазом. Интенсивность процессов ПОЛ зависит от множества факторов, в том числе, и от воздействия ионизирующим излучением. Таким образом, возможно, радиационное воздействие может влиять на реологические свойства крови через процессы ПОЛ и тромбопластическую активность эритроцитов.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись лабораторные крысы. Крысы были разделены на 4 группы. Одна группа контрольная.

В первом эксперименте три группы крыс получали димефосфон по 100-150 и 200 мг на 100 г массы тела в сутки соответственно. Во втором эксперименте животные из второй группы получали ацетат свинца, а животные из третьей группы – ацетат свинца и димефосфон (100 мг на 100 г массы тела в сутки). В обоих экспериментах животные получали указанные выше вещества в составе рациона в течение двенадцати дней. На тринадцатый день у всех крыс брали кровь, выделяли эритроциты и определяли их тромбопластическую активность.

Для выявления тромбопластической активности эритроцитов использовали метод проточной цитометрии. Проточная цитометрия – это современная технология быстрого измерения характеристик клеток, их органелл и происходящих в них процессов. Она представляет собой эффективный подход к решению многих важных задач биологии клетки, иммунологии и клеточной инженерии.

Основной принцип проточной цитометрии. Через проточную ячейку движется постоянный ток изотонического раствора под определенным давлением, который называется «обжимающим». Внутри проточной ячейки находится зонд, из которого подаётся образец, содержащий клетки. Условия подобраны таким образом, что за счёт разницы давления в зонде и «обжимающей» жидкости происходит гидродинамическое фокусирование струи в струе, и клетки за счёт этого выстраиваются друг за другом. В определённом месте клетки пересекают луч света, и здесь происходит считывание информации [4, с. 373-374].

Результаты и обсуждения

Результаты первого эксперимента представлены в таблице 1. Результаты второго эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Тромбопластическая активность эритроцитов крыс при введении димефосфона в разных дозах

Вариант опыта	Условия опыта: вводили димефосфон, мг/100 г	Тромбопластическая активность эритроцитов, ЕА/мл	Отклонение от контроля, %
Контроль	0	3787±49	-/-
Димефосфон	100	3270±43	13,6
	150	2959±34	21,9
	200	2547±32	32,7

Таблица 2 – Тромбопластическая активность эритроцитов крыс, получавших прооксидант (ацетат свинца) на фоне димефосфона и без него.

Вариант опыта	Тромбопластическая активность эритроцитов, ЕА/мл	Отклонение от контроля, %
Контроль	3787±49	-/-
Вводили ацетат свинца	4799±51	27
Вводили ацетат свинца и димефосфон (100 мг/100 г)	4002±47	5,6

Из таблицы 1 видно, что тромбопластическая активность эритроцитов контрольной группы крыс больше, чем у групп с добавлением димефосфона. Для групп получавших димефосфон наблюдалось снижение тромбопластической активности пропорционально дозе антиоксиданта.

Из таблицы 2 видно, что обе группы, получавшие ацетат свинца, имели показатель тромбопластической активности эритроцитов выше, чем у контроля. Однако у крыс, которым свинец вводили на фоне димефосфона, данный показатель был ниже.

Таким образом, димефосфон, как антиоксидант, уменьшает интенсивность ПОЛ, вследствие чего снижается и тромбопластическая активность эритроцитов. Ацетат свинца, как прооксидант, увеличивает интенсивность ПОЛ, вследствие чего возрастает и тромбопластическая активность эритроцитов. Однако наличие прооксиданта не вносит значительного вклада в тромбопластическую активность эритроцитов на фоне антиоксиданта.

Заключение и выводы

Наличие в эритроцитах неполного тромбопластина (эритроцитина) позволяет рассматривать их как клетки, участвующие в реализации связи между процессами ПОЛ и гемостатическим потенциалом. Реализуют эритроциты эту связь за счёт повышения способности активировать тромбоциты, а также за счёт повышения роли тромбоцитов в тромбогенезе по внутреннему механизму.

Библиографический список

1. Бышевский А.Ш., Галян С.Л., Ральченко И.В. и др. Эритроциты и лейкоциты в реализации связи между перекисным окислением липидов и гемостазом // Биомедицинская химия. – 2006. – Т. 52. – №4. – С. 370-377.
2. Ермоленко С.П. Показатели обратимой агрегации эритроцитов у новорожденных детей от матерей с хронической плацентарной недостаточностью // Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. – 2010. – Т. 25. – №4-2. – С. 78-80.
3. Танашян М.М. Гемостаз, гемореология и атромбогенная активность сосудистой стенки в ангионеврологии // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. – 2007. – Т. 1. – №2. – С. 29-33.
4. Хайдуков С.В., Зурочка А.В. Проточная цитометрия как современный метод анализа в биологии и медицине // Медицинская иммунология. – 2007. – Т. 9. – №4-5. – С. 373-378.

УДК 57.043
ГРНТИ 34.49.23

ОЦЕНКА УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ИЗОТОПОВ УРАНА И ПЛУТОНИЯ В ВОДЕ ОЗЕР ЗАТО Г. ОЗЕРСК

Легких И. В., Дмитриева А. В., Ишунина М. В.

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

legkih@subi.su, Dmitrieva.A@subi.su, ishunina@subi.su

В результате проведенного исследования оценена динамика удельной активности изотопов урана (^{234}U , ^{235}U и ^{238}U) и ^{239}Pu в пробах воды 5 озер, находящихся на территории ЗАТО г. Озерск за январь-август 2020 г. Наибольшие значения изучаемого показателя зафиксированы в воде озера Кожаккуль, при этом уровни вмешательства установленных НРБ-99/2009 (550,0 мБк/л для ^{239}Pu , 2800,0 мБк/л для ^{234}U , 2900,0 мБк/л для ^{235}U , 3000,0 мБк/л для ^{238}U) не были превышены ни в одном из исследованных водоемов.

Ключевые слова: уран, плутоний, удельная активность, пробы воды, поверхностные воды.

VOLUME ACTIVITY ESTIMATION OF URANIUM AND PLUTONIUM ISOTOPES IN THE CATU OZYORSK LAKE WATER

Lyogkih I. V., Dmitrieva A. V., Ishunina M. V.

Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk

The result of the conducted research is an estimation of dynamics of uranium (^{234}U , ^{235}U и ^{238}U) and ^{239}Pu isotopes specific activity in water samples from 5 lakes located in the CATU Ozyorsk territory over the period from January to August, 2020. The maximum values of the studied factor were noted in the water of Kozhakul lake, at that intervention levels specified in RSS-99/2009 (550.0 MBq/l for ^{239}Pu , 2800.0 MBq/l for ^{234}U , 2900.0 MBq/l for ^{235}U , 3000.0 MBq/l for ^{238}U) were exceeded in none of the studies waterbodies.

Keywords: uranium, plutonium, specific activity, water samples, surface waters

Введение. В настоящее время в Российской Федерации и во всем мире существенное внимание уделяется сохранению и улучшению качества воды водных объектов, используемых в питьевых и рекреационных целях. Так, в Указе Президента Российской Федерации «Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» одной из основных задач названо предотвращение загрязнения поверхностных и подземных вод, повышение качества воды в загрязненных водных объектах и восстановление водных экосистем. В Челябинской области в 2020 г. была принята Государственная программа «Охрана окружающей среды Челябинской области», где данная задача так же указана одной из первых.

Одной из проблем качества водных ресурсов Челябинской области является потенциальное загрязнение водоемов природными и искусственными радионуклидами. Их поступление с пищей и питьевой водой – один из существенных факторов формирования годовой дозы облучения для населения. Систематический мониторинг радиационной обстановки помогает определить источник поступления и миграцию радионуклидов в компонентах окружающей среды, оценить дозы, получаемые человеком от различных источников радиационного воздействия, а также разрабатывать мероприятия по их снижению.

Исходя из этого, в данной работе будет рассмотрена удельная активность изотопов урана и плутония в поверхностных водах ЗАТО г. Озерск за январь-август 2020 г.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования были выбраны 5 поверхностных водоемов, расположенных максимально близко к населенным пунктам г. Озерск, пос. Метлино, пос. Татыш и пос. Новогорный – это озера Иртяш, Большая Наного, Малая Наного, Кожаккуль и Улагач. Перечисленные водоемы составляют хозяйственный и рекреационный ресурс округа.

Выбор места и частоты отбора проб, непосредственно отбор и консервация осуществлялись в соответствии с рекомендациями [1, 3].

Отбор проб производили 1 раз в месяц с января по август 2020 г. Всего отобрано 120 проб воды.

В отобранных пробах воды измеряли удельную активность изотопов урана (^{234}U , ^{235}U и ^{238}U) и ^{239}Pu . Измерения проб воды осуществлялось масс-спектрометрическим методом с использованием масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой модели 8800 Triple Quad, предназначенного для измерения содержания элементов и их отдельных изотопов в растворах, продуктах питания, почвах, металлах и их сплавах, биологических образцах и т.д. в соответствии с аттестованными и стандартизованными методами (методиками) измерений.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных измерений были получены значения удельной активности изотопов урана (^{234}U , ^{235}U и ^{238}U) и ^{239}Pu воды 5 озер в динамике за январь-август 2020 г.

Наибольшие значения удельной активности суммы изотопов U были зафиксированы в оз. Кожаккуль (рисунок 1). Значения данного параметра в этом водоеме были в 5-8 раз выше, чем в остальных. Наименьшая удельная активность зафиксирована в пробах из оз. Малая Наного. В течение 8 месяцев 2020 г. изучаемый показатель был подвержен существенным изменениям, однако общей закономерности для исследованных водоемов не зафиксировано. Наибольшие значения удельной активности изотопов урана для оз. Кожаккуль и Большая Наного зафиксированы в апреле (144,4 мБк/л и 29,95 мБк/л соответственно), для Малой Наного в январе (20,11 мБк/л) и для Улагача в марте (29,5 мБк/л).

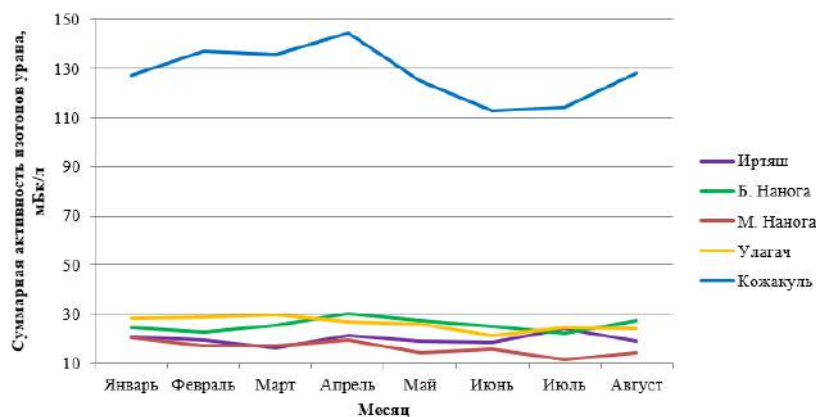


Рисунок 1 – Удельная активность изотопов урана в пробах воды исследуемых озер за январь-август 2020 г.

Вклад разных изотопов урана в суммарную удельную активность был подвержен некоторым колебаниям в зависимости от места отбора пробы (таблица 1). Будучи наиболее радиоактивным, изотоп ^{234}U при наименьшем вкладе в суммарную массу обеспечивает наибольшую альфа-активность. На долю изотопа ^{234}U приходилось 0,008-0,010% массы и 57,57-62,50% альфа-активности, для ^{235}U 0,71-0,73 % массы и 1,67-1,86 % активности, для ^{238}U 99,27-99,28% массы и 35,82-40,56% активности.

Наибольший вклад ^{234}U зафиксирован в пробах из озер Иртяш (0,010% по массе и 62,45% по активности) и Кожаккуль (0,009 мБк/л по массе и 62,50 % по активности).

Увеличенная доля ^{234}U в этих озерах в основном обеспечивается снижением доли ^{238}U . В пробах остальных озер ^{234}U составил 57,57-59,71 %.

Таблица 1 – Средний вклад изотопов ^{234}U , ^{235}U и ^{238}U в общую массу и активность урана в пробах воды исследуемых озер за 2020 г., %

Название озера	Доля изотопов по массе			Доля изотопов по активности		
	^{234}U	^{235}U	^{238}U	^{234}U	^{235}U	^{238}U
Иртяш	62,45	1,67	35,86	0,010	0,72	99,27
Б. Наного	57,57	1,86	40,56	0,008	0,71	99,28
М. Наного	59,28	1,81	38,89	0,008	0,72	99,27
Улагач	59,71	1,80	38,48	0,008	0,73	99,27
Кожакуль	62,50	1,67	35,82	0,009	0,72	99,27

Наблюдаемое отклонение от соотношения изотопов для природного урана (48,9 %, 2,2 % и 48,9 %) может быть объяснено эффектом Чердынцева-Чалова. В естественных условиях при переходе из природных кристаллов в жидкости (в том числе в природные воды) происходит разделение изотопов ^{234}U и ^{238}U , при котором жидкости обогащаются ^{234}U [4].

Несмотря на то, что удельная активность изотопов урана в пробах озера Кожакуль по сравнению с остальными водоемами была значительно выше, она не превышала уровни вмешательства установленные НРБ-99/2009 (2800,0 мБк/л для ^{234}U , 2900,0 мБк/л для ^{235}U , 3000,0 мБк/л для ^{238}U). При этом отсутствие значимого смещения баланса изотопов в сторону ^{235}U по сравнению с остальными озерами, скорее всего свидетельствует о природном происхождении урана в воде данного водоема.

Наибольшие значения удельной активности ^{239}Pu зафиксированы в пробах из озера Кожакуль (рисунок 2).

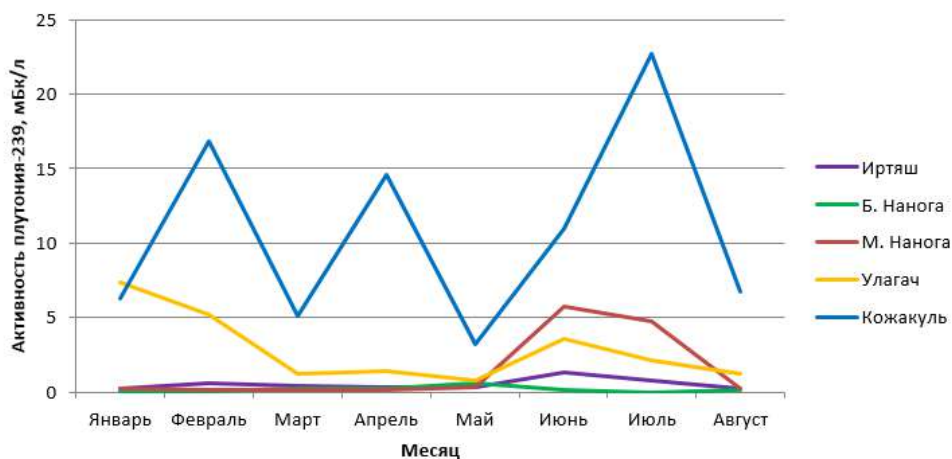


Рисунок 2 – Удельная активность ^{239}Pu в пробах воды исследуемых озер за январь-август 2020 г.

В остальных пробах уровни удельной активности были существенно ниже, хотя в озерах Улагач и Малая Наного в отдельные месяцы и достигали 7,4 и 5,7 мБк/л соответственно. Наименьшая удельная активность ^{239}Pu зафиксирована в пробах из озера Большая Наного, где среднее значение данного параметра было 0,18 мБк/л. Для озер Иртяш, Малая Наного и Улагач средняя удельная активность изотопа составила 0,54 мБк/л, 1,43 мБк/л и 2,86 мБк/л соответственно.

Необходимо отметить, что при попадании соединений плутония в воду более 90% от общего его количества быстро осаждается в виде нерастворимой твердой фазы [2]. Следовательно, удельная активность изотопов плутония в донных отложениях исследуемых водоемов может быть выше. Кроме того, как показали измерения удельной активности ^{239}Pu в воде, данный параметр в течение года подвержен существенной вариабельности.

Заключение. Наибольшие уровни суммарной удельной активности для изотопов урана и плутония зафиксированы в воде озера Кожаккуль.

Удельная активность изотопов плутония ^{239}Pu и урана (^{234}U , ^{235}U и ^{238}U) в воде исследуемых водоемов не превышает уровней вмешательства установленных НРБ-99/2009 (550,0 мБк/л для ^{239}Pu , 2800,0 мБк/л для ^{234}U , 2900,0 мБк/л для ^{235}U , 3000,0 мБк/л для ^{238}U).

Изотопы плутония являются техногенными радионуклидами и их наличие в воде озер, являющихся рекреационным ресурсом и источником водоснабжения рассматриваемой территории, требует дальнейшего изучения. Из имеющихся в настоящий момент данных измерений удельной активности изотопов плутония ^{239}Pu в воде озер Иртяш, Большая Наного, Малая Наного, Улагач и Кожаккуль, с учетом существенной вариабельности данного параметра в разные месяцы, не представляется возможным сделать корректные выводы о динамике и механизме их поступления.

В перспективе представляет интерес попытка изучить вклад перечисленных источников в загрязнение открытых водоемов ЗАТО г. Озерск ^{239}Pu . Для реализации данной цели необходим массив данных по ежемесячной динамике удельной активности изотопов плутония в воде исследуемых водоемов за длительный период времени, а также необходимы аналогичные данные по водоемам, расположенным за пределами зоны воздействия ПО «Маяк».

Библиографический список

1. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. – М. 2013. – 36 с. Атомиздат, 1972. – 216 с.
2. Плутоний радиационная безопасность / Под ред. Л.А. Ильина. – М: Изд. АТ.– 2005.– 416 с.
3. Р 52.24.353-2012 Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. – Ростов-на-Дону. 2012. – 35 с.
4. Чердынцев В.В., Чалов П.И. Естественное разделение ^{234}U и ^{238}U // Открытия в СССР. – М.: УНИИПИ, 1977. – С. 28–31.

УДК 67-08

ГРНТИ 81.91.13

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕЗИНЫ

Кольжецов Д. А., Морозова А. В.

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

a-nastya_1999@mail.ru

В статье представлены экологические проблемы, связанные с переработкой автомобильных шин и исследованы методы их переработки. На основе изученных методов был разработан проект, позволяющий повысить эффективность работы автоматической линии по переработки шин, путем внедрения в неё разработанного сепаратора тонкой отчистки.

Ключевые слова: резина, модернизация, переработка, утилизация, экологическая безопасность, отход, резиновая крошка.

IMPROVING ENVIRONMENTAL SAFETY BY RECYCLING PROCESS RUBBER

Kolzhetsov D. A., Morozova A. V.

TTI NRNUM MPhI, Trekhgorny

The article presents the environmental problems associated with the processing of automobile tires and examines the methods of their processing. On the basis of the studied methods, a project was developed to improve the efficiency of the automatic tire recycling line by introducing a developed fine cleaning separator into it.

Keywords: rubber, modernization, recycling, recycling, environmental safety, waste, rubber crumb.

В развитых и активно развивающихся странах в последние десятилетия наблюдается значительное увеличение автотранспортного парка. Поэтому возникает проблема утилизации большого количества отходов производства и потребления, в том числе отработанных шин, которые являются одними из самых объемных отходов.

Проблема утилизации отработанных шин имеет важное экологическое значение, так как процесс естественного разложения шины занимает 130-150 лет, а при открытом горении оказывают крайне вредное влияние на окружающую среду почвы, воды и атмосферы [1, с 34].

Отработанные шины содержат в себе много армирующих, текстильных и металлических материалов, которые не теряют свои свойства после долговременной эксплуатации и близки к первоначальным. Повторное их использование является источником экономии природных ресурсов.

В работе рассмотрены методы переработки шин и представлен проект усовершенствования линии переработки шин.

Актуальность работы заключается в повышении экологической безопасности.

Целью работы является модернизация линии по переработки автомобильных шин в резиновую крошку. Данная цель реализуется при решении трех задач:

- 1) изучение существующих методов переработки шин и анализа их эффективности;
- 2) разработки проекта по модернизации линии переработки шин;
- 3) экономического обоснования проекта.

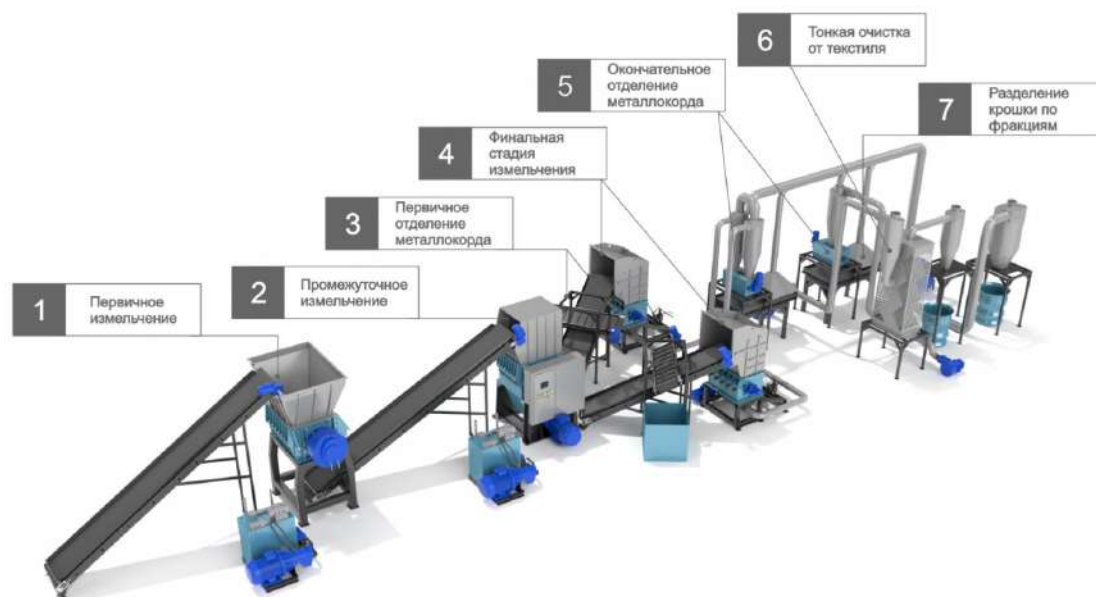
Основная часть

Мировой опыт переработки технической резины свидетельствует о том, что самыми распространенными методами переработки и утилизации являются использование шин в качестве горючего материала в печах и пиролиз (термическое разложение). Данные метод в первую очередь экологически и экономически не эффективны, в связи с чем дальнейшего развития не получили. Так же существует другие методы переработки, они так же имеют свои достоинства и недостатки [2, с. 125].

Одним из наиболее экологически безопасных методов переработки является переработка резины в мелкую крошку, для последующего повторного использования в производстве новых автошин. Преобразование резины в мелкую крошку является простым и рациональным способом переработки, так как позволяет максимально сохранить свойства резины. Но есть и существенный недостаток, конечный этап очистки резиновой крошки от текстиля является экономически не эффективным [3, с 83].

При переработке покрышек в резиновую крошку образуются следующие виды отходов: металлический корд, текстиль, резиновая пыль и металл. Текстиль в дальнейшем повторно использовать невозможно [4, с. 57].

На рисунке 1 представлена классическая автоматическая линия и этапы по переработки шин.



Во время переработки из-за несовершенства технологического процесса данного метода происходят большие потери конечного продукта (резиновой крошки). Это происходит из-за налипания резиновой крошки на текстиль. Как уже говорилось ранее текстиль в дальнейшем повторно использовать невозможно.

Опираясь на статистические данные взятые из интернета в таблице 1 приведено содержание материалов в одной шине после переработки и необходимое количество материалов для изготовления новой покрышки одного и того же размера.

Таблица 1 – Масса компонентов переработанной и новой покрышки

Материал	Переработанная шина, кг	Новая шина, кг
Металл	2,6	2,6
Текстиль	8,7	4,8
Резиновая пыль	0,8	0,0
Металлический корд	3,2	3,2
Резиновая крошка	10,7	15,4

Из таблиц видно, что исходное содержание резины в покрышке гораздо выше, чем количество резиновой крошки на выходе после обработки. Потери резины составляют приблизительно 35 процентов, из которых 5 процентов это резиновая пыль, не пригодная для продаж или дальнейшей переработки. Самый большой процент потерь резины, приблизительно 30 процентов, содержится в текстиле. Резину, налипшую на текстиль не выгодно отправлять на доочистку, поэтому наиболее оптимальным вариантом очистки текстиля от резины является введение нового узла в линию переработки покрышек.

Предлагается в линию по переработки автомобильных шин после системы тонкой отчистки от текстиля установить дополнительное оборудование, а именно разработанный сепаратор тонкой очистки. Данный сепаратор представлен на рисунке 2.

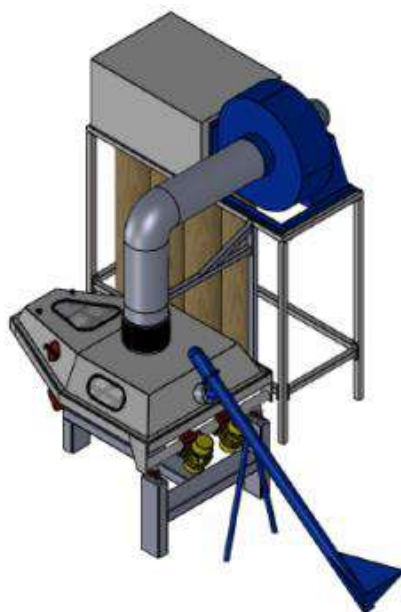


Рисунок 2 – Разработанный сепаратор тонкой очистки

Оборудование состоит из двух отдельных модулей – это вибрационный стол и вытяжка.

Вибрационный стол установлен на демпфирующие элементы, оснащён двумя вибромоторами. Под действием вибрации текстильное волокно и резиновая крошка разделяются. Отсеянное текстильное волокно удаляется через вытяжку, а резиновая крошка подается на разделение крошки по фракциям.

Вытяжка поглощает текстиль из состава резиновой крошки, проходящей по вибрационному столу. Вытяжка установлена на каркасной стойке, состоит из вентилятора, соединенного с емкостью для текстиля. Данный сепаратор тонкой отчистки имеет:

- широкий диапазон настроек, что позволяет очищать большой спектр пропускаемых видов крошки по размеру фракций и весу;
- простота конструкции обеспечивает длительный ресурс работы;

Данная технология позволит значительно улучшить процесс отчистки резиновой крошки от текстиля, что повысит экономическую выгоду переработки и уменьшит конечные отходы от переработки.

В таблице 2 приведены технические характеристики текстильного сепаратора.

Таблица 2 – Технические характеристики текстильного сепаратора

Технические характеристики вибрационного стола	
Габаритные размеры станка, мм	2300x1450x1500
Вес, кг	220
Установочная мощность, кВт	2 x 1.25
Тип тока	переменный
Рабочее напряжение, В	380
Технические характеристики вытяжки	
Габаритные размеры станка, мм	2400x900x3150
Вес, кг	180
Установочная мощность, кВт	5,5
Рабочее напряжение, В	380
Ресурс, моточас	15000
Производительность, кг/час	до 250

Перспективным планом дальнейшей работы является доказательство эффективности данной модернизации линии по переработки шин. Для этого будет разработана действующая,

но в уменьшенных масштабах линия по переработки шин с уже согласованным предприятиям ФГУП "ПСЗ".

Заключение

В последнее время проблема утилизации покрышек, потерявших свои потребительские свойства с каждым годом становится все актуальней, переработка покрышек в резиновую крошку становится одним из основных решений. Существующие технологии позволяют переработать покрышку, но с образованием большого количества отходов. В основном это происходит из-за недостаточно хорошего отсеивания резиновой крошки от текстиля. Это приводит к дополнительной нагрузке на полигоны для захоронения отходов и на окружающую среду.

В данной работе представлено одно из возможных решений данной проблемы – модернизация линии по переработки шин, путем включения в линию обработки разработанной установки, в разы уменьшающей отходы, которые не подлежат последующей переработки. Использование данной установки позволит использовать гораздо больше резиной крошки в последующем повторном производстве вместо утилизации и захоронения.

Библиографический список

1. Архипов Ю.В. Сжигать или перерабатывать. // Экологический информационно-аналитический журнал «Автогрин». – 2016. – 162 с.
2. Горелик Р.А. Вторая жизнь полимеров. // Наука в России. – 2018. – 205 с.
3. ГОСТ Р 54095-2010 Ресурсосбережение. Требования к экобезопасной утилизации отработавших шин. 01.01.2012. – 85 с.
4. Дроздовский В.Ф., Разгон Д.Р. Переработка и использование изношенных шин (направления, экономика, экология). – М.: 2019 – 592 с.

УДК 613.6.027
ГРНТИ 76.33.37

ОПИСАТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЛУЧАЕВ ОПУХОЛЕЙ МОЗГА И ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В КОГОРТЕ РАБОТНИКОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ ХРОНИЧЕСКОМУ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ОБЛУЧЕНИЮ

Мосеева М. Б., Азизова Т. В., Банникова М. В.

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

clinic@subi.su

Опухоли мозга и центральной нервной системы (ЦНС) являются одной из наименее изученных медико-социальных проблем во всем мире. База данных (БД) «Клиника», содержащая первичные данные на когорту работников Производственного Объединения (ПО) «Маяк», – уникальный источник информации, который позволит оценить риск развития опухолей ЦНС после профессионального облучения.

Ключевые слова: опухоли, центральная нервная система, ионизирующее излучение, работники ПО «Маяк», риск

DESCRIPTIVE CHARACTERISTICS OF BRAIN AND CENTRAL NERVOUS SYSTEM TUMORS IN THE COHORT OF WORKERS OCCUPATIONALLY EXPOSED TO PROLONGED RADIATION

Moseeva M. B., Azizova T. V., Bannikova M. V.

Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk

Brain and central nervous system (CNS) tumors are one of the least studied medical and social problems in the world. "Clinic" database contained primary data for the cohort of Mayak Production Association workers is a unique source of information, which will allow estimating CNS risk after occupational radiation exposure.

Keywords: tumors, central nervous system, ionizing radiation, Mayak workers, risk

Первичные опухоли центральной нервной системы (ЦНС) включают различные по гистологическому строению, злокачественности и клиническому течению опухоли, общим для которых является происхождение из тканей, составляющих ЦНС и ее оболочки [3, с. 9]. Первичные опухоли ЦНС являются одной из наименее изученных медико-социальных проблем во всем мире, поскольку они являются относительно редкой патологией по сравнению с другими новообразованиями у взрослых, но в то же время занимают второе место в структуре онкологической смертности среди лиц моложе 19 лет [9, с. 1]. Другую сложность в исследовании опухолей мозга и ЦНС составляет гетерогенность различных видов опухолей в плане гистогенеза и течения, что требует их отдельного анализа в эпидемиологических исследованиях. Поэтому с учетом вышесказанного исследование потенциальных факторов риска опухолей мозга и ЦНС требует большого числа участников и длительного периода наблюдения. Следует отметить, что в РФ в период с 2008 по 2018 гг. наблюдался прирост случаев заболеваний от злокачественных новообразований (ЗНО) головного мозга и других отделов ЦНС, который составил 32,89% для «грубых» и 16,26% для стандартизованных показателей заболеваемости [2, с. 14; 2, с. 17], и снижение числа смертей, таким образом прирост составил -16,58% для «грубых» и -26,74% для стандартизованных показателей смертности [2, с. 138; 2, с. 141]. Стандартизованный по мировому стандарту в 2018 г. показатель заболеваемости составил 4,45 (для сравнения в 2008 г. тот же показатель составил 3,88) на 100000 населения РФ, смертности – 2,00 (2,69 в 2008 г.) на 100000 населения РФ.

К сожалению, к настоящему времени, несмотря на то, что проведен ряд исследований, посвященных изучению влияния различных факторов на развитие первичных опухолей ЦНС, лишь по некоторым факторам достигнут консенсус среди эпидемиологов [5 с. 16; 6, с. 1956; 8 с. 327-335; 10, с. 14-46; 12, с. 116; 13, с. 1302]. К установленным факторам риска развития опухолей мозга и ЦНС относят: облучение в высоких дозах, наследственные генетические синдромы, мужской пол, достигнутый возраст, прием гормональных препаратов, белая раса. К вероятным факторам риска относят: семейный анамнез опухолей мозга, чувствительность к мутагенам, состояния, связанные с иммунным ответом, более высокий рост, избыточная масса тела. Такие факторы как рентгеновские снимки зубов, травмы головы, предшествующие ЗНО, проживание вблизи линий электропередач, курение сигарет, употребление алкоголя, по мнению эпидемиологов, вероятно, не являются факторами риска развития первичных опухолей мозга [6, с. 1956]. К настоящему времени не выявлено убедительных доказательств связи использования мобильных телефонов и повышения риска развития опухолей мозга [6, с. 1956; 7, с. 631; 8, с. 331].

Несмотря на то, что ионизирующее излучение является одним из немногих признанных факторов риска, информация по количественной оценке радиогенного риска развития различных видов опухолей мозга и ЦНС крайне скудна. Долгосрочной целью настоящего исследования является оценка влияния профессионального хронического облучения на развитие опухолей мозга и ЦНС среди работников первого в России предприятия атомной промышленности – ПО «Маяк». Задачей настоящего этапа исследования явился сбор,

кодирование и введение в медико-дозиметрическую БД «Клиника» сведений об опухолях мозга и ЦНС, зарегистрированных у работников ПО «Маяк».

Изучаемая когорта включала 22237 работников (25% женщин), впервые нанятых на один из основных заводов ПО «Маяк» (реакторы, радиохимический или плутониевый) в период 1948 – 1982 гг. независимо от пола, возраста, образования, национальной принадлежности и других характеристик и наблюдавшихся до 31 декабря 2018 г. Идентификация работников изучаемой когорты осуществлялась на основании данных о профессиональном маршруте, содержащихся в «Дозиметрической системе для работников ПО «Маяк» – 2013» («ДСРМ–2013») [11, с. 4]. На конец периода наблюдения жизненный статус был установлен для 95% членов когорты; при этом известно, что 67% работников умерли и 33% – живы. Причина смерти известна у 99,7% умерших членов когорты. Аутопсия проведена у 33,8% умерших членов когорты, в том числе 52% среди лиц, умерших в г. Озерск. Сведения о перенесенных заболеваниях за период проживания работника в г. Озерск собраны на 97,3% работников изучаемой когорты. Все медицинские данные, собранные на когорту работников ПО «Маяк», закодированы и введены в БД «Клиника» [1, с. 55].

На основе информации, содержащейся в БД «Клиника», были идентифицированы все случаи злокачественных новообразований (ЗНО) головного и спинного мозга, черепных нервов и других отделов ЦНС (191–192 код МКБ-9 [4]), а также случаи доброкачественных новообразований (ДНО) головного мозга и других отделов нервной системы (225 код МКБ-9). Результаты гистологического исследования (подтверждения диагноза) были доступны для 60,4% работников с ЗНО и 65% работников с ДНО ЦНС.

Для статистической обработки данных был использован пакет *Statistica 6.0*. Сравнение возрастных характеристик проводился с использованием двустороннего критерия Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Всего за исследуемый период наблюдения было выявлено 93 опухоли ЦНС, а именно 53 случая ЗНО и 40 случаев ДНО (таблица). Как видно из таблицы, ЗНО мозга и ЦНС встречались чаще у мужчин, чем у женщин, частота случаев опухолей (ЗНО и ДНО) возрастала с увеличением достигнутого возраста как у мужчин, так и у женщин. У мужчин опухоли развивались в более молодом возрасте по сравнению с женщинами ($p < 0,05$ для ЗНО мозга и ЦНС и $p = 0,06$ для ДНО мозга и ЦНС). Подавляющее большинство случаев (84,9% ЗНО и 87,5% ДНО) было диагностировано после 1980 г. К концу периода наблюдения были живы двое из 53 (3,8%) работников с ЗНО мозга и ЦНС и 12 из 40 (30,0%) работников с ДНО мозга и ЦНС.

Возраст на начало контакта с источниками ионизирующего излучения среди работников с опухолью мозга и ЦНС составил в среднем 25 лет у мужчин и 28 лет у женщин. Продолжительность облучения варьировала в широких пределах от 1 года до 46 лет и в среднем составила около 20 лет. В процессе трудовой деятельности работники ПО «Маяк» подвергались преимущественно внешнему гамма-излучению; этот вид излучения контролировался для всех работников. Распределение работников с опухолями мозга и ЦНС в зависимости от суммарной поглощенной в мозге дозы внешнего гамма-излучения представлено на рисунке 1. Работники плутониевого и радиохимического заводов (82% случаев) также подвергались профессиональному воздействию альфа-активных аэрозолей. Распределение работников с опухолями ЦНС в зависимости от содержания плутония в организме представлено на рисунке 2.

Таблица 1 – Распределение работников с опухолью мозга и ЦНС в зависимости от достигнутого возраста на дату диагноза заболевания

Достигнутый возраст, лет	ЗНО				ДНО			
	Мужчины		Женщины		Мужчины		Женщины	
	Число	%	Число	%	Число	%	Число	%
< 40	6	13,6	–	–	3	16,7	–	–
40 – 49	7	15,9	–	–	3	16,7	2	9,1

Достигнутый возраст, лет	ЗНО				ДНО			
	Мужчины		Женщины		Мужчины		Женщины	
	Число	%	Число	%	Число	%	Число	%
50 – 59	16	36,4	3	33,3	4	22,2	2	9,1
> 60	15	34,1	6	66,7	8	44,4	18	81,2
Всего	44	100,0	9	100,0	18	100,0	22	100,0
Среднее ± СО	54,4 ± 12,1		66,3 ± 9,8*		60,1 ± 16,6		69,2 ± 11,8 [§]	
Медиана (минимум максимум)	57,5 (26 – 72)		68 (53 – 81)		57 (32 – 87)		70,5 (44 – 90)	
Примечания: 1 – СО – стандартное отклонение. 2 – Знаком * отмечены статистически значимые различия между мужчинами и женщинами с ЗНО (p<0,05). 3 – [§] Различия между мужчинами и женщинами с ДНО на границе значимости (p=0,06).								

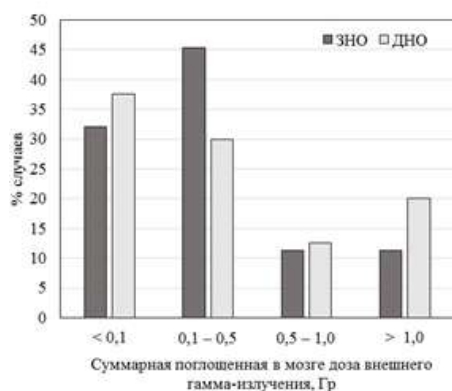


Рисунок 1 – Распределение работников с опухолью мозга и ЦНС в зависимости от суммарной поглощенной в мозге дозы внешнего гамма-излучения

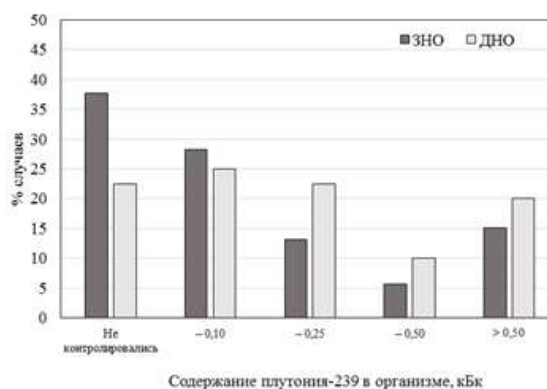


Рисунок 2 – Распределение работников с опухолью мозга и ЦНС в зависимости от содержания плутония в организме на конец периода наблюдения

Таким образом, на настоящем этапе исследования собраны, закодированы и введены в медико-дозиметрическую БД «Клиника» сведения об опухолях мозга и ЦНС, зарегистрированные у работников первого в России предприятия атомной промышленности – ПО «Маяк». Представлена описательная характеристика случаев опухолей мозга и ЦНС.

Библиографический список

1. 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.
2. Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность). Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, – 2019. – илл. – 250 с.
3. Клинические рекомендации «Первичные опухоли центральной нервной системы», утвержденные Общероссийским национальным союзом "Ассоциация онкологов России" и одобренные Министерством Здравоохранения Российской Федерации – Москва, 2020 г. URL: https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2020/09/pervichnye_opuholi_cns.pdf, (дата обращения 20.02.2021).
4. МКБ-9 Руководство по кодированию заболеваний, травм и причин смерти /Пересмотр 1975. Женева, ВОЗ. – 1980. –752 с.

5. Alexiou G.A., Kallinteri A., Nita E., Zagorianakou P., Levidiotou S., Voulgaris S. Serum IgE levels in patients with intracranial tumors. // *Neuroimmunol Neuroinflammation*. – 2015. – №2(1). – P.15-7.
6. Bondy M.L., Scheurer M.E., Malmer B., Barnholtz-Sloan J.S., Davis F.G., Il'yasova D., Kruchko C., McCarthy B.J., Rajaraman P., Schwartzbaum J.A., Sadetzki S., Schlehofer B., Tihan T., Wiemels J.L., Wrensch M., Buffler P.A. Brain Tumor Epidemiology: Consensus From the Brain Tumor Epidemiology Consortium. // *Cancer*. – 2008. – №113(7 suppl). – P.1953-1968.
7. Cardis E., Armstrong B.K., Bowman J.D., Giles G.G., Hours M., Krewski D., McBride M., Parent M.E., Sadetzki S., Woodward A., Brown J., Chetrit A., Figuerola J., Hoffmann C., Jarus-Hakak A., Montestruq L., Nadon L., Richardson L., Villegas R., Vrijheid M. Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones: results from five Interphone countries. // *Occup Environ Med*. – 2011. – №68(9). – P.631-640.
8. Ohgaki H. Epidemiology of Brain Tumors. In: M. Verma (ed.), *Methods of Molecular Biology, Cancer Epidemiology*, vol. 472. – Humana Press, a part of Springer Science + Business Media, Totowa, NJ: 2009. – P. 323-342.
9. Pouchieu C., Gruber A., Berteaud E., Ménégon P., Monteil P., Huchet A., Vignes J.-R., Vital A., Loiseau H., Baldi I. Increasing incidence of central nervous system (CNS) tumors (2000–2012): findings from a population based registry in Gironde (France). // *BMC Cancer*. – 2018. – №18. – P. 653, doi.org/10.1186/s12885-018-4545-9
10. Principles & Practice of Neuro-Oncology: A Multidisciplinary Approach. Editors: M.P. Mehta – 2010 URL: <https://tinyurl.com/ye2ryenr> (Дата обращения 12.03.2021)
11. Radiation Protection Dosimetry. Special issue. – 2017. – №176(1-2).
12. Schlehofer B., Hettinger I., Ryan P., Blettner M., Preston-Martin S., Little J., Arslan A., Ahlbom A., Giles G.G., Howe G.R., Menegoz F., Rodvall Y., Choi W.N., Wahrendorf J. Occupational Risk Factors for Low Grade and High Grade Glioma: Results from an International Case Control Study of Adult Brain Tumours. // *Int. J. Cancer*. – 2005. – №113. – P.116-125.
13. Wiedmann M.K.H., Brunborg C., Di Ieva A., Lindemann K., Johannesen T.B., Vatten L., Helseth E., Zwart J.A. Overweight, obesity and height as risk factors for meningioma, glioma, pituitary adenoma and nerve sheath tumor: a large population-based prospective cohort study. // *Acta Oncologica*. – 2017. – №56(10). – P. 1302-1309

УДК 34.27.19.
ГРНТИ 577.344.2

ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ЦИАНОБАКТЕРИЙ SPIRULINA SUBSALSA И МИКРОВОДОРОСЛЕЙ PORPHYRIDIVM CRUENTUM

Огнистая А. В., Тананаев И. Г.

*Дальневосточный федеральный университет,
г. Владивосток*

alya_lokshina@mail.ru

Изучено влияние ультрафиолетового излучения на численность микроводорослей и цианобактерий, выделенных из Японского моря. Обнаружено увеличение численности микроорганизмов при использовании УФ, подобрано оптимальное время воздействия облучения.

Ключевые слова: микроводоросли, цианобактерии, численность, УФ - излучение, фикобилипротеины

EFFECT OF ULTRAVIOLET RADIATION ON THE ABUNDANCE OF CYANOBACTERIA *SPIRULINA SUBSALSA* AND MICROALGAE *PORPHYRIDIUM CRUENTUM*

Ognistaya A. V. Tananaev I. G.

Far Eastern Federal University, Vladivostok

The influence of ultraviolet radiation on the number of microalgae and cyanobacteria isolated from the Sea of Japan was studied. An increase in the number of microorganisms with the use of UV was found, the optimal time of exposure to radiation was selected.

Keywords: microalgae, cyanobacteria, abundance, UV radiation, phycobiliproteins

Освещенность играет основную роль в жизни микроводорослей и цианобактерий. Они используют солнечное излучение как основной источник энергии для управления физиологическими процессами. Высокая устойчивость микроорганизмов к ультрафиолетовому (УФ) стрессу объясняется активацией нескольких механизмов: фото / темновой репарации, антиоксидантных систем и биосинтезом УФ-фотозащитных средств, таких как микоспориноподобные аминокислоты, ситонемин, каротиноиды, полиамины [6, с.359; 3, с.57]. Изменение световых показателей – интенсивность, длина волны и др. может приводить к увеличению продукции биоактивных соединений, а также способствовать их потере [3, с. 62].

Фикобилипротеины - пигменты, входящие в состав светособирающего комплекса у прокариотических цианобактерий *Spirulina subsalsa* и эукариотических водорослей из отдела красные *Porphyridium cruentum*. Фикоэритрины являются наиболее распространенными фикобилинами красных водорослей, тогда как фикоцианины широко распространены среди цианобактерий. Эти пигменты находят широкое применение в качестве натуральных красителей в пищевой промышленности, при производстве фармацевтической и косметической продукции, флуоресцентных агентов и т.д. [5, с. 198].

Цель данного исследования - оценить влияние ультрафиолетового излучения (УФ) на рост цианобактерии *Spirulina subsalsa* и микроводоросли *Porphyridium cruentum*, являющихся естественными источниками ценных фикобилинов.

В качестве объектов исследования использовали культуры *Spirulina subsalsa* Sub_1, *Porphyridium cruentum* РРАВ-11, выделенные из Японского моря, поддерживаемые на базе ресурсного центра “Морской биобанк” ННЦМБ ДВО РАН (<http://marbank.dvo.ru>).

Культивирование микроорганизмов производили в чашках Петри на жидкой питательной среде f, приготовленной на основе морской воды, при температуре 20°C, солености 32‰, интенсивности освещения 50 мкмоль/м²/с в области видимого света и светотемновым периодом 12 ч свет: 12 ч темнота [1, с. 89].

В качестве источника УФ была применена бактерицидная лампа phillips G13 T8, тип излучения УФ-С (250 нм). Культуры микроводорослей и цианобактерий помещали в ламинарный бокс и оставляли на поверхности, где лампа охватывала все пространство. Микроорганизмы подвергали УФ облучению в течение 15 и 20 минут.

Продолжительность эксперимента составила 14 суток. Начальная концентрация клеток 20×10^4 кл/мл. Численность микроорганизмов учитывали под микроскопом в камере Горяева. Эксперименты проведены в трех биологических повторностях. Статистическая обработка данных произведена в программе Microsoft Office Excel 2010.

В результате проведенных экспериментов обнаружено, что воздействие УФ в большинстве случаев оказывает стимулирующее влияние на рост *Spirulina subsalsa* и *Porphyridium cruentum* (рис. 1).

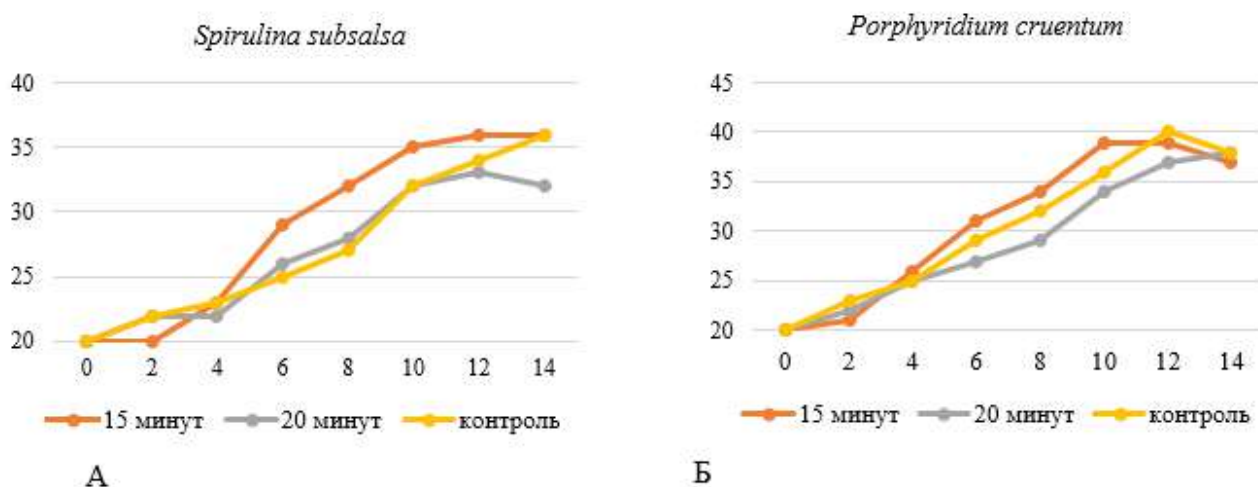


Рисунок 1 – Воздействие УФ-излучения на численность микроорганизмов.
А- *S. subsalsa*, Б - *P. cruentum*

Исключение составила микроводоросль *P. cruentum*, подвергаемая УФ излучению в течении 20 минут, где выявлено торможение роста в сравнении с контролем, что также согласуется с экспериментами проводимыми другими исследователями на красной водоросли *Rhodella reticulata*, где УФ оказался стрессовым фактором и вызывал повреждение ДНК, подавлял скорость фотосинтеза и инактивировал ферменты [2, с. 835; 4, с.4].

Численность цианобактерии *S. subsalsa* при 15 минутном воздействии УФ возрастала с 4 по 12 дни культивирования, что характерно для морской цианобактерии *Oscillatoria sp.*, которая в ответ на облучение набирала биомассу и запасала каротиноиды в короткие сроки [7, с.165]. На 14 сутки *S. subsalsa* вышла в стационарную фазу роста и данные сравнялись с контролем. При 20 минутном облучении УФ зафиксировано увеличение численности на 6-е сутки культивирования. Однако уже на 10 день эксперимента рост цианобактерии сравнялся с контрольным значением, а в последующие сутки и вовсе уменьшился.

Для микроводоросли *P. cruentum* характерно увеличение числа клеток при 15 минутном влиянии УФ с 4 по 10 сутки. Следует отметить, что в последние дни культивирования (12,14 сутки) микроводоросль погибала, и численность в контрольной пробе доминировала, это связано с выходом на стационарную фазу роста, когда прекращается размножение, накапливаются токсичные продукты жизнедеятельности и происходит частичное отмирание клеток.

Таким образом, в результате работы выявлено, что культуры *Spirulina subsalsa* и *Porphyridium cruentum* можно стимулировать с помощью облучения УФ в течение 15 минут. Это приведет к накоплению биомассы в короткие сроки и позволит использовать эти организмы для получения ценных фикобилипротеинов. Для успешного проведения такого рода экспериментов необходимо учитывать множество факторов – время и интенсивность излучения, а также видовую принадлежность микроорганизма и его характеристики (размеры, толщина клеточной стенки и др.).

Библиографический список

1. Орлова Т. Ю. Лабораторное культивирование морских микроводорослей, включая продуцентов фитотоксинов: науч.-метод. пособие / Т. Ю. Орлова, Н. А. Айздайчер, И. В. Стоник. – Владивосток: Дальнаука, –2011. – 89 с.

2. Chen B., You W., Huang J. Isolation and antioxidant property of the extracellular polysaccharide from *Rhodella reticulata*. //World J Microbiol Biotechnol. 2010. №26. P.833–840
3. Dobretsov S.V., Qian P.Y., Wahl M. Effects of solar ultraviolet radiation on the formation of shallow, early successional biofouling communities in Hong Kong. // Marine Ecology Progress Series. 2005. №290. P. 55–65.
4. Rajesh P., Rastogi D.M., Nakamoto H. Resilience and self-regulation processes of microalgae under UV radiation stress. //Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews. Vol. 43.2020. p. 198-202.
5. Tandeau M. N. Phycobiliproteins and phycobilisomes: the early observations. // Photosynthesis Research. 2003. №76. P. 193–205
6. Villafañe V.E., Sundbäck K., Figueroa F.L. Photosynthesis in the aquatic environment as affected by UVR. UV Effects in Aquatic Organisms and Ecosystems. //Royal Society of Chemistry. 2003. pp. 357–98.
7. Wachi Y., Burgess J.G., Iwamoto K. Effect of ultraviolet-A (UV-A) light on growth, photosynthetic activity and production of biopterin glucoside by the marine UV-A resistant cyanobacterium *Oscillatoria sp.* // Biochim. Biophys. Acta. 1995. №1244. P.165–168.

УДК 577.3

ГРНТИ 34.17.53

КОМПЛЕКСНАЯ БИОДОЗИМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ ДОЗ ОТ ИНКОРПОРИРОВАННОГО ТРИТИЯ

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

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

clinic@subi.su

В работе представлена комплексная биодозиметрическая система, позволяющая на основе измерения частоты хромосомных aberrаций в лимфоцитах периферической крови работников атомных производств и, с учетом накопленной суммарной дозы внешнего гамма-облучения, оценить накопленную суммарную дозу хронического облучения от трития.

Ключевые слова: биодозиметрическая система, хромосомные aberrации, лимфоциты, гамма-облучение, оценка дозы, тритий.

INTEGRATED BIODOSIMETRY SYSTEM FOR DOSE ASSESSMENT FROM INCORPORATED TRITIUM

Osovetz S. V., Azizova T. V., Sotnic N. V., Kozedub A. S.

Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk

The paper presents a complex biodosimetric system that allows, based on the measurement of the frequency of chromosomal aberrations in the peripheral blood lymphocytes of nuclear workers and, taking into account the external gamma radiation received by them, to estimate the dose of chronic exposure from tritium.

Keywords: biodosimetric system, chromosomal aberrations, lymphocytes, gamma irradiation, dose assessment, tritium.

Введение. В настоящее время наиболее изученными являются биомаркеры внешнего облучения [1 – 3], для которых установлены статистически значимые зависимости доза-эффект, в то время как при внутреннем хроническом облучении человека, например, таким изотопом, как тритий, аналогичные данные представлены сравнительно немногочисленными публикациями [4, 5].

С другой стороны, известно, что: 1) тритий, поступая в организм человека или животных, равномерно распределяется в органах и тканях [6]; 2) коэффициент качества излучения трития по сравнению с внешним гамма-излучением равен приблизительно единице; 3) относительная биологическая эффективность (ОБЭ) для трития по цитогенетическому тесту в периферической крови мышей (как близкого генетического аналога человека) варьирует в пределах от 0,8 до 1,5 (в среднем – 1,15), для человека – от 1 до 2,5 [7].

Цитогенетические методы активно используются при исследовании влияния трития и его соединений на организм человека. В качестве основного цитогенетического метода изучения эффектов трития на биологические объекты используется анализ частоты хромосомных aberrаций (транслокаций) в лимфоцитах периферической крови.

Персонал ПО «Маяк», который в процессе производственной деятельности контактировал с тритием и его соединениями и подвергался внутреннему облучению бета-частицами, в большинстве случаев подвергался и внешнему гамма-облучению в широком диапазоне доз. В связи с этим, оценка дозы внутреннего облучения от инкорпорированного трития с помощью цитогенетических маркеров вызывает определенные методологические трудности.

В настоящей работе представлен метод оценки суммарной дозы внутреннего облучения от инкорпорированного трития на основе комплексной биодозиметрической системы, включающей данные по частоте транслокаций и суммарной дозы внешнего гамма-облучения.

Результаты и обсуждение. Для оценки суммарной поглощенной в мягких тканях (МТ) дозы внутреннего бета-излучения от инкорпорированного трития методом биологической дозиметрии используется математическая модель вида:

$$D_{\beta} = \frac{Z - a - b_{\gamma} D_{\gamma}}{b_{\beta}}, \quad (1)$$

где D_{γ} – суммарная поглощенная в МТ доза внешнего гамма-облучения; D_{β} – суммарная поглощенная в МТ доза внутреннего бета-излучения; a, b_{γ}, b_{β} – параметры модели; Z – частота транслокаций.

При расчетах по формуле (1) должны выполняться ограничения: $0 \leq D_{\gamma} \leq 1$ Гр; $0 \leq D_{\beta} \leq 1$ Гр; $a = 0,3$; $b_{\gamma} = 3,10$ (Гр⁻¹); $b_{\beta} = 2,60$ (Гр⁻¹); $0,4 \leq Z \leq 6,2$.

Методология построения биодозиметрической системы основывается на допущении, что результаты цитогенетических исследований, полученные *in vitro*, при длительном внешнем гамма-облучении и бета-облучении НТО лимфоцитов периферической крови человека, являются хорошим модельным приближением для построения комплексной биодозиметрической системы с последующей оценкой поглощенных доз от воздействия бета-излучения трития на МТ организма.

Результаты исследований по частоте транслокаций при воздействии внешнего гамма-излучения и трития на лимфоциты человека *in vitro* [8] представлены на рисунке 1.

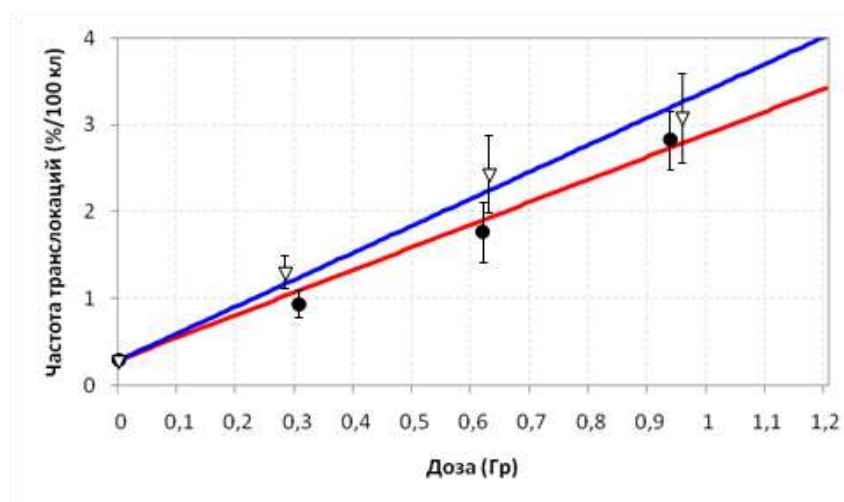


Рисунок 1 – Линейные зависимости частоты транслокаций от дозы гамма-излучения (▽) и дозы бета-излучения (●)

Зависимости, представленные на рисунке 1, аналитически описываются следующими регрессионными уравнениями:

$$Z = (0,30 \pm 0,10) + (2,60 \pm 0,20)D, \quad (2)$$

$$Z = (0,30 \pm 0,12) + (3,10 \pm 0,10)D. \quad (3)$$

С помощью этих регрессий была построена комплексная биодозиметрическая система (1), которая позволяет в диапазоне от 0 до 1 Гр оценить индивидуальные суммарные дозы облучения, при хроническом внутреннем облучении тритием в условиях сочетанного облучения (внешнего гамма-облучения и внутреннего бета-облучения)

Величина Z (частота транслокаций) является результатом независимого воздействия на лимфоциты человека внешнего источника гамма-излучения и внутреннего бета-излучения от инкорпорированного трития. При этом вклад каждого типа излучения в суммарную частоту aberrаций является случайной величиной, в связи с чем, при расчете доз от внутреннего бета-облучения учитывали все возможные комбинации, а также указанные выше ограничения.

Заключение. Используя предложенный метод биологической дозиметрии на основе комплексной биодозиметрической системы с учетом порога чувствительности ~ 40 мГр, можно определить суммарную дозу облучения у персонала, подвергшегося внутреннему бета-облучению от инкорпорированного трития, в диапазоне от 0 до 1 Гр. При этом относительная стандартная неопределенность оценок индивидуальных доз облучения составляет в среднем $\sim 25 - 30\%$.

Библиографический список

1. Vijay K. Singh, Paola T. Santiago, Madison Simaset al. Acute Radiation Syndrome: An Update on Biomarkers for Radiation Injury. // www.journalrcr.org on Thursday, May 2, 2019, IP: 91.205.239.3.
2. Cytogenetic Dosimetry: Applications in Preparedness for and Response to Radiation Emergencies. – IAEA, Vienna, 2011. IAEA – ERP.
3. Осовец С.В., Азизова Т.В., Василенко Е.К. Метод биологической дозиметрии для оценки аварийных доз внешнего облучения. // Радиационная биология. Радиоэкология, 2017, Т. 57, № 1, С. 1–6.

4. Deng W., Morrison D.P., Gale K.L. and Lucas J.N. Biological Dosimetry of Beta-Ray Exposure from Tritium Using Chromosome Translocations in Human Lymphocytes Analyzed by Fluorescence *in Situ* Hybridization. // Radiation Research, V. 150, 1998, P. 400–405.
5. Баллонов М.И., Чипига Л.А. Оценка дозы от поступления окиси трития в организм человека: роль включения трития в органическое вещество тканей. // Радиационная гигиена. – 2019, Т. 9, № 4, С. 16–25.
6. Окись трития (Коллектив авторов. Под ред. Ю.И. Москалева). – М.: Атоиздат, 1968, 394 с.
7. Sources, effects and risks of ionizing radiation (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) UNSCEAR 2016. – Report the General Assembly with Scientific Annexes (ANNEX C: Biological Effects of Selected Internal Emitters – Tritium). New York: United Nations, 2017, P. 241–359.
8. Morrison D.P., Gale K.L., Lucas J.N., Hill F.S. and Straume T. Tritium β -radiation induction of chromosomal damage: a calibration curve for low dose, low dose rate exposures of human cells to tritiated water // URL: <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/30/020/30020399.pdf?r=1&r=1/>

УДК 618.1
ГРНТИ 76.29.48

ХАРАКТЕРИСТИКА БЕСПЛОДИЯ У ЖЕНЩИН-РАБОТНИЦ РАДИАЦИОННО-ОПАСНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

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

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

clinic@subi.su

В статье рассматривается проблема бесплодия в когорте женщин, подвергшихся профессиональному пролонгированному облучению. Изучена распространенность и структура женского бесплодия. Проанализированы основные нарушения репродуктивного здоровья, приводящие к возникновению бесплодия.

Ключевые слова: бесплодие, репродуктивные потери, женщины, профессиональное облучение.

CHARACTERISTICS OF FEMALE STERILITY IN WORKERS OF THE RADIATION HAZARDOUS INDUSTRIAL FACILITY

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

Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk

The paper describes sterility in a cohort of females occupationally exposed to ionizing radiation over prolonged periods. Prevalence and the clinical pattern of the female sterility were analyzed. Main disorders of the female reproductive system causing fertility were investigated.

Keywords: fertility, reproductive loss, female, occupational exposure to ionizing radiation.

В последние годы проблема бесплодия и связанные с ней медицинские, социальные и психологические аспекты приобретают все большую актуальность во всех странах мира [1, с. 101; 7, с. 23].

Частота бесплодия колеблется в разных странах, регионах: в Европе – 10% супружеских пар, в США – 8–15%, в Канаде – около 17%, в Австралии – 15,4%, в России – 8,2–17,5%. По мнению экспертов ВОЗ, при частоте 15% проблема бесплодия приобретает государственное значение [9, с. 51].

Современная неблагоприятная демографическая ситуация и состояние репродуктивного здоровья населения Российской Федерации создают одну из наиболее приоритетных медико-социальных проблем, требующих пристального внимания на государственном уровне, а в условиях реформирования здравоохранения проблема становится стратегически важной [10, с. 18].

По данным отечественных и зарубежных ученых, число случаев бесплодия, которое составляет от 10–15 до 18–20%, можно рассматривать как прямые репродуктивные потери [3, с. 4].

К основным причинам женского и мужского бесплодия специалисты относят: влияние неблагоприятной экологической обстановки, вредные условия производства, инфекции, передающихся половым путём, откладывание рождения детей на более позднее время по карьерным или материальным соображениям, нездоровый образ жизни (алкоголизм, курение, наркотики) [5, с. 96].

Высокая радиочувствительность ооцитов является причиной радиационно-индуцированного бесплодия [8, с. 101].

В исследовании А.А. Вербенко приводятся данные о снижении плодовитости работниц плутониевого производства при внутреннем облучении в дозах (на печень) свыше 300 бэр [6, с. 53].

Целью настоящего исследования является – изучение распространенности и структуры женского бесплодия у работниц Производственного объединения (ПО) «Маяк», подвергшихся профессиональному пролонгированному облучению.

Материал и методы

Данная когорта женщин сформирована на основе профессиональных маршрутов и информации, содержащейся в медико-дозиметрической базе данных «Клиника» [2, с. 26] и включает 5689 женщин. Практически все женщины (95,0%) были наняты на ПО «Маяк» в репродуктивном (детородном) возрасте (с 18 до 45 лет).

Все работницы изучаемой когорты подвергались профессиональному пролонгированному облучению. Дозы внешнего гамма-облучения на органы репродуктивной системы (матка и яичник) были оценены у всех женщин изучаемой когорты. Более половины женщин подверглись внешнему гамма-облучению на матку и яичники в суммарной дозе от 0,05 до 0,25 Гр.

Поглощенная доза внутреннего альфа-облучения была рассчитана только на яичники у тех женщин, у которых было измерено содержание в организме Pu-239 (37,3%). Из 2121 женщин-работниц, которые могли подвергаться внутреннему облучению, у 95,2% женщин суммарная поглощенная доза внутреннего альфа-излучения в яичниках составила от 0 до 0,05 Гр.

Результаты и обсуждение

Собрана информация о репродуктивном здоровье женщин, впервые нанятых на один из основных заводов ПО «Маяк» в период 1948 – 1982 гг. и наблюдавшиеся до 31.12.2008 г.: текущая и архивная медицинская карта женской консультации, медицинская карта амбулаторного больного, семейная карта и анкета-опросник. Полученные данные из всех источников информации, были выкопированы на бумажный носитель и внесены в медико-дозиметрическую базу данных «Клиника».

Одним из критериев репродуктивного здоровья является бесплодие, его распространенность среди лиц фертильного возраста (или супружеских пар).

У 261 (4,6%) женщины изучаемой когорты был установлен диагноз «бесплодие». Причины бесплодия распределились следующим образом: 96,2% – женское бесплодие (включена первичная и вторичная стерильность), 2,7% – мужское бесплодие, 1,1% – сочетанное бесплодие. Структура женского бесплодия представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура женского бесплодия в изучаемой когорте женщин

Код МКБ-10	Структура женского бесплодия	Всего	
		Число	%
N97.0	Женское бесплодие, связанное с отсутствием овуляции	3	1,2
N97.1	Женское бесплодие трубного происхождения	34	13,2
N97.2	Женское бесплодие маточного происхождения	4	1,6
N97.4	Женское бесплодие, связанное с мужскими факторами	7	2,7
N97.8	Другие формы женского бесплодия	24	9,3
N97.9	Женское бесплодие неуточненное	186	72,1
Всего		258	100

У большинства женщин (72,1%) в структуре женского бесплодия преобладает бесплодие неуточненного происхождения; трубное бесплодие составляет 13,5%, другие формы женского бесплодия зарегистрированы у 9,6% женщин. Наименьший процент женщин имели в анамнезе женское бесплодие маточного происхождения и бесплодие, связанное с отсутствием овуляции (1,6% и 1,2% соответственно). У 2,7% женщин бесплодие было обусловлено наличием мужского фактора.

В структуре сочетанного бесплодия было зарегистрировано 66,7% случаев женского бесплодия трубного происхождения и 33,3% случаев женского бесплодия неуточненного характера.

Частота первичного бесплодия в изучаемой когорте женщин составила 15,7%, а вторичного – 84,3%. Необходимо подчеркнуть, что вторичное бесплодие превалировало над первичным.

В ходе исследования было установлено, что у 124 (57,9%) женщин в анамнезе до установления диагноза вторичного бесплодия были зарегистрированы репродуктивные потери, а именно: 33,9% женщин прерывали беременность медицинскими абортами; 30,6% женщин избавлялись от нежелательной беременности при помощи криминального аборта; у 24,2% женщин была экстракция эмбриона или плода; у 11,3% женщин регистрировалась внематочная беременность.

У 42,1% женщин диагноз вторичного бесплодия был установлен после рождения ребенка.

К числу нарушений репродуктивного здоровья и, как следствие, возникновение бесплодия, у женщин-работниц ПО «Маяк» можно отнести нарушение менструальной функции, которое встречалось у 9,5% женщин.

У большинства женщин (76%) воспалительные заболевания генитального тракта предшествовали установлению диагноза «бесплодие». Структура воспалительных заболеваний инфертильных женщин представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Структура воспалительных заболеваний женских тазовых органов

Воспалительные болезни женских тазовых органов, код по МКБ – 10	Всего	
	Число	%
Острый сальпингит и оофорит (N70.0)	16	8,3
Хронический сальпингит и оофорит (N70.1)	90	46,6
Сальпингит и оофорит неуточненные (N70.9)	12	6,2
Вагинит и Вульвовагинит (N76.0 – N76.3)	26	13,5
Острые воспалительные болезни матки (N71.0)	7	3,6
Хронические воспалительные болезни матки (N71.1)	34	17,6
Воспалительная болезнь матки неуточненная (N71.9)	6	3,1
Тазовые перитонеальные спайки у женщин (N73.6)	2	1,0
Всего	193	100

Показано, что урогенитальные инфекции и заболевания, передаваемые половым путем, сопровождаются осложнениями, приводящими к нарушениям репродуктивной функции и возникновению бесплодия [4, с. 89]. Среди женщин, изучаемой когорты, имеющих женское бесплодие, у 10,7% встречалась широко распространённая инфекция, передаваемая половым путем, – трихомониаз. Урогенитальный кандидоз был зарегистрирован у – 1,1% женщин, а генитальный хламидиоз у – 0,4% женщин.

Заключение

Результаты исследования показали, что среди женщин-работниц ПО «Маяк» основными факторами, приводящими к бесплодию, являлись: репродуктивные потери; воспалительные заболевания генитального тракта; урогенитальные инфекции. На следующем этапе исследования планируется оценить влияние ионизирующего излучения на возникновение бесплодия с учетом комбинированного воздействия факторов экзогенной и эндогенной природы.

Библиографический список

1. Адамян Л.В., Филиппова Г.Г., Калинин М.В. Переживание бесплодия и копинг-стратегии женщин фертильного возраста. // Медицинский вестник северного Кавказа. – 2012. – №3. – С.101-105.
2. Азизова Т.В., Тепляков И.И., Григорьева Е.С., Власенко Е.В., Сумина М.В., Дружинина М.Б., Беляева З.Д., Крупенина Л.Н. Медико-дозиметрическая база данных «Клиника» работников ПО «Маяк» и их семей. // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2009. – №5(54). – С.26–35.
3. Киракосян К.Э. Женское бесплодие как медико-демографическая проблема в Республике Армения. // Российский вестник акушера-гинеколога. – 2012. – №2(12). – С.4-7.
4. Кисина В.И. Алгоритм диагностики и лечения урогенитальных заболеваний, ассоциированных с *Ureaplasma spp.* // Клиническая дерматология и венерология. – 2012. – №5(10). – С.89-94.
5. Нифантова Р.В. Репродуктивные технологии в решении проблем бесплодия как социальные инновации в системе здравоохранения. // Учёные записки Забайкальского государственного университета. – 2013. – №4(51). – С.96-100.

6. Овчаренко Е.П. Влияние ионизирующей радиации на менструальную, генеративную функции, гинекологическую заболеваемость женщин и состояние их потомства (обзор литературы). // Бюллетень радиационной медицины. – 1981. – №1. С.53-63.
7. Паскарь С.С., Боярский К.Ю. Эпидемиологические аспекты бесплодного брака (обзор литературы). // Проблемы репродукции. – 2017. – №5(23). – С.23-26.
8. Стюарт Ф.А., Аклеев А.В., Хауэр-Дженсен М., Хендри Дж.Х., Клеймен Н.Дж., Маквитти Т.Дж., Эйлмен Б.М., Эдгар А.Б., Мабучи К., Мюирхед К.Р., Шор Р.И., Уоллес У.Х. пер. с англ.: Е.М. Жидкова, Н.С. Котова. Отчет МКРЗ по тканевым реакциям, ранним и отдаленным эффектам в нормальных тканях и органах – пороговые дозы для тканевых реакций в контексте радиационной защиты (Труды МКРЗ; публикация 118). – М.: Челябинск: Книга, 2012. – 384 с.
9. Токова З.З., Корнеева И.Е., Баранов И.И., Абубакиров А.Н. Медико-социальная характеристика женщин в программах ВРТ. // Проблемы репродукции. – 2013. – №6(19). – С.51-56.
10. Тонян К.А., Арютин Д.Г., Белоусова А.А. Репродуктивное здоровье женщин после хирургического лечения при острых гинекологических заболеваниях. // Российский вестник акушера-гинеколога. – 2017. – №5(17). – С.18-22.

УДК 574/577
ГРНТИ 34.49.21

РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ СУБПОПУЛЯЦИЙ ЛИМФОЦИТОВ

Синельщикова О. А., Макеева В. С., Ослина Д. С., Рыбкина В. Л.

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

clinic@subi.su

Оценивалась радиочувствительность отдельных субпопуляций лимфоцитов у лиц, подвергавшихся и не подвергавшихся профессиональному хроническому облучению. Показано, что в облученных и необлученных пробах лиц основной группы по сравнению с контролем снижен иммунорегуляторный индекс. Через 1 час после облучения в дозе 1,0 Гр не выявлено изменений субпопуляционного состава лимфоцитов и показателей морфологического состава периферической крови как в основной, так и в контрольной группах.

Ключевые слова: субпопуляции лимфоцитов, радиочувствительность, хроническое облучение, иммунная система.

RADIOSENSITIVITY OF INDIVIDUAL LYMPHOCYTE SUBPOPULATIONS

Sinelschikova O. A., Makeeva V. S., Oslina D. S., Rybkina V. L.

Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk

Evaluation of the radiosensitivity of individual subpopulations of lymphocytes in individuals who were and were not exposed to occupational chronic radiation. It was shown that the immunoregulatory index was reduced in the irradiated and non-irradiated samples of the main group compared the control group. After 1 hour after irradiation at a dose of 1 Gy, there were no changes in

the subpopulation composition of lymphocytes and indicators of the morphological composition of peripheral blood in both the main and control groups.

Keywords: subpopulations of lymphocytes, radiosensitivity, chronic radiation, immune system.

Введение

Информация о реакциях иммунной системы на хроническое облучение достаточно противоречива. Однако очевидно, что низкие дозы внешнего гамма-облучения порядка 0,02 Гр могут вызывать иммуностимулирующий [5, с. 4; 12, с. 801; 13, с. 599], а большие дозы ($> 1,0$ Гр) – супрессирующий эффект [4, с. 62]. Показано, что, длительное радиационное воздействие даже в малых дозах приводит к изменению субпопуляционного состава лимфоцитов [9, с. 68; 10, с. 1231; 15, с. 59].

Макрофаги, клетки стромы лимфоидных органов, в том числе эпителиальные, являются относительно радиорезистентными (D_0 – доза, необходимая для снижения выживаемости до 37%, на экспоненциальном участке кривой составляет 5,0 Гр для этих клеток). Моноциты и гранулоциты также относят к высоко радиорезистентным клеткам ($D_0 = 10,0$ Гр). Радиочувствительность дендритных клеток сопоставима с радиочувствительностью лимфоцитов. Наиболее радиочувствительными клетками иммунной системы в настоящее время считают кортикальные лимфоциты тимуса ($D_0 = 0,5 - 1,0$ Гр), в то время как для эпителиальных клеток тимуса D_0 равна 9,0 Гр [14, с. 196].

Некоторые авторы отмечают более высокую радиочувствительность В-клеток ($D_0 = 1,2 - 1,8$ Гр) по сравнению с Т-клетками ($D_0 = 2,0 - 2,5$ Гр). Зрелые В-лимфоциты (плазматические клетки), продуцирующие антитела, напротив, радиорезистентны ($D_0 = 8,0$ Гр). Т-хелперы и Т-цитотоксические лимфоциты практически не отличаются по уровню радиочувствительности ($D_0 = 2,3$ Гр и 2,1 Гр соответственно) [3, с. 417; 8, с. 164]. Сведения о радиочувствительности естественных киллеров противоречивы. По одним данным [8, с. 164; 14, с. 196] естественные киллеры являются наиболее радиорезистентными клетками (инактивация наступает при дозах порядка 30,0 Гр), по другим [2, с. 54] – эти клетки занимают первое место по радиочувствительности среди иммунокомпетентных клеток.

Механизмы стойкого нарушения иммунитета в условиях хронического низкоинтенсивного воздействия остаются неясными до настоящего времени. Результаты последних исследований свидетельствуют о том, что реакции клеток и тканей на облучение связаны не только с гибелью клеток, что характерно для острого облучения в высоких дозах, но также обусловлены разнообразными функциональными ответами клеток и тканей на облучение [13, с. 599].

В условиях хронического облучения жителей прибрежных сёл реки Течи, когда поглощённая доза облучения красного костного мозга (ККМ) достигала высоких значений (средняя $1,10 \pm 0,09$ Гр; диапазон 0,30 Гр – 2,34 Гр), у людей, имеющих повышенный уровень хромосомных aberrаций в лимфоцитах периферической крови, в отдалённые сроки после облучения регистрировались некоторые особенности со стороны системного иммунитета. Изменения затрагивали, преимущественно, адаптивный иммунитет (снижение абсолютного содержания CD3+CD4+ лимфоцитов, повышение количества CD19+ клеток в периферической крови) и свидетельствовали о смещении иммунного ответа у облучённых лиц с повышенным уровнем хромосомных aberrаций в сторону гуморального звена иммунитета [1, с. 282; 16, с. 1]. Результаты ранее проведённых исследований в Японии позволили отметить аналогичные особенности со стороны системного иммунитета после острого облучения у лиц, подвергшихся облучению в высоких дозах вследствие атомных бомбардировок городов Хиросимы и Нагасаки, Япония [11, с. 81].

Главной целью настоящего исследования являлась оценка радиочувствительности отдельных субпопуляций лимфоцитов у лиц, подвергавшихся и не подвергавшихся профессиональному хроническому облучению.

Основной задачей была оценка радиочувствительности субпопуляций лимфоцитов.

Материалы и методы исследования

Для оценки радиочувствительности отдельных субпопуляций лимфоцитов были сформированы 2 группы лиц [6].

В основную группу были включены лица (11 человек), подвергшиеся профессиональному хроническому облучению. Суммарная поглощенная в красном костном мозге (ККМ) доза внешнего гамма-излучения была в диапазоне 0,0019 – 2,09 Гр; суммарная поглощенная в ККМ доза внутреннего альфа-излучения не превышала 0,2 Гр. Контрольную группу составили жители г. Озерска Челябинской области (3 человека).

Осуществляли забор крови по 2 аликвоты по 2 мл в вакуэты с литий гепарином для цитофлюориметрического анализа. Одну аликвоту для проточной цитофлюориметрии облучали с помощью источника равномерного гамма-излучения ИГУР-М (исследовательская гамма-установка радиобиологическая) с мощностью дозы 0,013379 Гр/с в дозе 1,0034 Гр в течение 1 минуты 15 секунд. Затем проводили проточную цитофлюориметрию облученных (через 1 час после облучения) и не облученных аликвот согласно стандартным операционным процедурам [7, с. 255].

Результаты

У лиц основной и контрольной группы до облучения *in vitro* не выявлено статистически значимых различий показателей периферической крови и субпопуляционного состава лимфоцитов, у лиц основной группы по сравнению с контрольной группой был снижен только иммунорегуляторный индекс.

В результате сравнения показателей периферической крови, относительного и абсолютного содержания субпопуляций лимфоцитов в основной и контрольной группах после облучения не выявлено статистически значимых различий, в основной группе также, как и до облучения, обнаружено снижение иммунорегуляторного индекса.

У лиц основной группы не установлено изменений морфологического состава периферической крови и субпопуляционного состава лимфоцитов через 1 час после облучения *in vitro*.

У лиц контрольной группы также не обнаружено изменений морфологического состава периферической крови и субпопуляционного состава лимфоцитов через 1 час после облучения.

Заключение

Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что в облученных и необлученных пробах лиц основной группы по сравнению с контролем снижен иммунорегуляторный индекс. Через 1 час после облучения в дозе 1,0 Гр не выявлено изменений субпопуляционного состава лимфоцитов и показателей морфологического состава периферической крови как в основной, так и в контрольной группах. В дальнейшем для оценки радиочувствительности планируется анализ субпопуляционного состава лимфоцитов через 24 часа после облучения.

Библиографический список

1. Аклеев А.А., Долгушин И.И. Иммунный статус у облучённых лиц, имеющих повышенную частоту мутаций в генах Т-клеточного рецептора // Медицинская иммунология. – 2017. – Т. 19, специальный выпуск – С. 282.
2. Иванов А. Роль системы иммунитета в радиационном поражении организма. Развитие гипотезы // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2001. – № 3 – С. 54 – 78.
3. Ильин Л.А. Радиационная медицина. – Москва: ИздАТ, – 2004. – С. 417.
4. Кириллова Е.Н., Муксинова К.Н. Скуковская Т. Закономерности восстановления кроветворной функции у лиц, подвергшихся хроническому радиационному воздействию // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1988. – № 2. – С. 62 – 65.

5. Малыжев В. Состояние иммунной системы при воздействии малых уровней ионизирующей радиации: исследования в 10-километровой зоне аварии на ЧАЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1993. – № 1. – С. 4.
6. Российская Федерация. Законы. Федеральный закон «О персональных данных» от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ // Российская газета. – Федеральный выпуск 4131 от 29.07.06.
7. Хайдуков С.В., Байдун Л.А., Зурочка А.В., Тотолян А. А. Стандартизованная технология «Исследование субпопуляционного состава лимфоцитов периферической крови с применением проточных цитофлюориметров-анализаторов» (проект) // Медицинская иммунология. – 2012. – Т. 14, № 3. – С. 255–268.
8. Черешнев В. Иммунология комбинированных радиационных поражений. – Екатеринбург: УрО РАН, – 1997. – С. 164.
9. Ярилин А. Иммунологические нарушения у пострадавших от последствий Чернобыльской аварии и анализ их природы // Последствия Чернобыльской катастрофы: Здоровье человека. – 1996. – С. 68 – 95.
10. Chang W.P., Hwang M.C., Hung T.H. Hu C.D. Chronic low-dose gamma-radiation exposure and the alteration of the distribution of lymphocyte subpopulations in residents of radioactive buildings // International Journal of radiation biology. – 1999. – Vol. 75, № 10. – P. 1231 – 1239.
11. Kusunoki Y.T., Hayashi Y. Morishita T-cell responses to mitogens in atomic bomb survivors: a decreased capacity to produce interleukin 2 characterizes the T cells of heavily irradiated individuals // Radiation Research. – 2001. – Vol. 155, № 1. – P. 81–88.
12. Pandey R. Low dose radiation induced immunomodulation: Effect on macrophages and CD8+ T-cells // International Journal of Radiation Biology. – 2005. – Vol. 81, № 11. – P. 801 – 812.
13. Safwat A. The Immunobiology of Low-Dose Total Body Irradiation: More Questions than Answers // Radiation Research. – 2000. – Vol. 153, № 5. – P. 599 – 604.
14. Shigematsu I. Effects of H-bomb radiation on the human body. – 1995. – P. 196.
15. Tuschl H., Steger F., Kovac R. Occupational exposure and its effect on some immune parameters // Health Physics. – 1995. – Vol. 68, № 1. – P. 59 – 66.
16. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR 2012. Biological mechanisms of radiation actions at low doses. – New York: United Nations, – 2012. – P. 1–35.

УДК 616.441
ГРНТИ 76.33.39

ПАТОЛОГИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ СРЕДИ ЛИЦ, ПРОЖИВАВШИХ В ДЕТСКОМ ВОЗРАСТЕ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА.

Сокольникова С. С., Поволоцкая С. В., Рабинович Е. И., Дегтева М. О.

*ФГУП Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России, г. Озёрск, Челябинская область
 Уральский научно-практический центр радиационной медицины, г. Челябинск*

lab8@subi.su

Целью данной работы являлось изучение и сопоставление с дозой облучения тиреоидной патологии в отдаленные сроки (через 55-60 лет) после аварийного техногенного облучения в детском возрасте. Показано, что у женщин, проживавших в населенных пунктах в бассейне р. Теча, облученных в дозах, превышающих 1 Гр, распространенность

многоузловых зобов была достоверно в 1,9 раза выше, чем у женщин, проживавших на территориях ВУРС.

Ключевые слова: река Теча, Восточно-Уральский радиоактивный след, радиоактивно загрязненные территории, неканцерогенные заболевания щитовидной железы, облучение в детском возрасте.

THYROID PATHOLOGY IN RESIDENTS OF THE SOUTHERN URAL RADIOACTIVELY CONTAMINATED AREA WHO WERE EXPOSED IN CHILDHOOD.

Sokolnikova S. S., Povolotskaya S. V., Rabinovich E. I. Degteva M. O.

Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk

The purpose of the work is an examination and a correlation between exposure dose and thyroid pathology in the long term (after 55-60 years) after accidental technological exposure in childhood. It is found that the prevalence of multinodular goiters was reliably 1.9 folds higher in females lived in the Techa river area and were exposed to higher doses exceeding 1Gy compared to females lived on the EURT territories.

Keywords: Techa river, East-Ural Radioactive Trace, radioactively contaminated territories, noncancerous thyroid disorders, radioactive exposure in childhood.

В результате ряда аварийных инцидентов на Производственном Объединении (ПО) «Маяк» в середине прошлого столетия произошло полиизотопное радиоактивное загрязнение обширных территорий Уральского региона. Регламентные и аварийные выбросы радионуклидов в окружающую среду привели к загрязнению бассейна реки Течи и образованию Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС). Жители побережья реки Течи и зоны ВУРС подверглись радиационному воздействию за счет сочетанного внешнего и внутреннего облучения, связанного преимущественно с инкорпорацией долгоживущих нуклидов Cs-137 и Sr-90 [2, 9]. Кроме того, загрязнение окружающей среды до середины 60-х годов происходило также в результате неконтролируемых газо-аэрозольных I-131-содержащих выбросов ПО «Маяк», который, замещая природный йод, накапливается в щитовидной железе (ЩЖ), что в дальнейшем может приводить к заболеваниям этого органа. Особенно радиочувствительной железа (ЩЖ) является в детском возрасте до 15 лет [11,12]. В ряде наших работ показано статистически значимое увеличение тиреоидной патологии у лиц, переселенных в город Озерск с загрязненных территорий Урала (ЗТ) по сравнению с людьми, там не проживавшими [4,5]. В соответствии с результатами исследований последних лет дозы, накопленные ЩЖ жителей территорий, загрязненных техногенными радионуклидами, на 80% обусловлены радиоактивным йодом [10]. Сценарии облучения жителей побережья Течи и зоны ВУРС отличались по ряду параметров: качественному составу радионуклидов, уровню загрязнения, мощности воздействия, пути поступления в организм, в связи с чем могут быть особенности в развитии тиреоидной патологии облученных лиц. Представляло интерес изучить и сопоставить показатели распространенности заболеваний ЩЖ в отдаленные сроки (через 55-60 лет) среди лиц, проживавших в детском возрасте на загрязнённых территориях с разным сценарием облучения – в бассейне реки Теча и территории ВУРСа.

В настоящее время в Уральском научно-практическом центре радиационной медицины (УНПЦ РМ) совместно с зарубежными коллегами создан персонализированный регистр лиц, облученных на реке Тече и территории ВУРСа, содержащий индивидуальные реконструированные дозы на ЩЖ как постнатально, так и пренатально облученных лиц [8,10]. Эти дозы были рассчитаны в результате реконструкции оценок атмосферных выбросов изотопа I-131 на ПО «Маяк» в период с 1948 по 1972 г (после 1972 г. выбросы I-131 были не значительными). При расчете дозы учитывался перенос изотопа в атмосфере, накопление его

в почве, воде, продуктах питания, поступающих в организм, а также место и время проживания на ЗТ. В ходе совместной работы в УНПЦ РМ были реконструированы дозы на ЩЖ для группы лиц, жителей г. Озерска, проживавших в населенных пунктах по берегам реки Теча и на территории ВУРСа в детском возрасте.

Группа с известными индивидуальными дозами на ЩЖ состояла из 195 человек, более половины (55%) составляли жители побережья реки Течи, остальные проживали до переселения в зоне ВУРС. Около 74% группы составляли женщины, 93% участников подверглись облучению в детском возрасте (≤ 15 лет), средний возраст к началу облучения составлял $5,0 \pm 0,37$ лет, у 30% лиц начало облучения пришлось на пренатальный период. Все медико-демографические параметры на участников группы, были получены в ходе направленного клинико-лабораторного тиреоидного скрининга, проведенного через 55-60 лет после облучения (2011-2012 гг), результаты которого содержатся в БД «Щитовидная железа» ЮУрИБФ [7]. Тиреоидное обследование включало физикальное, ультразвуковое (УЗИ) и лабораторное исследование функции ЩЖ по стандартным протоколам. Диагностика заболеваний ЩЖ была основана на совокупности всех использованных методов исследования [3]. Описательная статистика признака включала среднее значение (M) и ошибку средней (m), различия между группами считали по критерию Пирсона χ^2 . Различия считали достоверными при 95%-ом уровне значимости соответствующего статистического критерия ($p \leq 0,05$).

На момент проведения обследования более 60% участников группы были в возрасте старше 60 лет. Накопленные дозы на ЩЖ по всей группе составляли в среднем $1,15 \pm 0,103$ Гр ($0,011$ до $7,069$ Гр), более 60% составляли дозы, не превышающие 1 Гр.

Как отмечалось выше, характер облучения лиц, проживавших по берегам реки Теча и на территории ВУРСа, был различным. Так, продолжительность проживания для группы лиц, переселенных с побережья реки Теча, была более длительной по сравнению с лицами, проживавшими на ВУРСе в среднем $5,23 \pm 0,49$ и $1,7 \pm 0,15$ лет соответственно, что обусловило различную мощность радиационного воздействия. Как видно из таблицы 1, у лиц, проживавших в населенных пунктах по берегам реки Течи, средняя доза на ЩЖ была достоверно в 1,9 раза, а медианная в 1,6 раза выше, чем у людей, отселенных с территории ВУРСа. Межгрупповые отличия в дозах облучения ЩЖ сохранялись независимо от половой принадлежности – у мужчин с Течи по сравнению с переселенцами с зоны ВУРС дозы на ЩЖ были выше в 3 раза, у женщин в 1,7 раза.

Таблица 1 – Распределение и дозы облучения ЩЖ участников группы в зависимости от места проживания на загрязненной территории

Место проживания на ЗТ	Количество человек	Средняя доза (Гр)	Медиана (Гр)
ВУРС	108	$0,82 \pm 0,09$	0,573
Теча	87	$1,56 \pm 0,20^*$	0,903
Примечание: * – различия между группами статистически значимы, p-value < 0,05			

Обе сравниваемые группы были сопоставимы по ряду нерадиационных стромогенных факторов: по фактору проживания в условиях йодного дефицита, характерного для Уральского региона, по возрасту, социально-бытовым условиям (сельские жители). Анализ распространенности заболеваний ЩЖ в группах лиц проводился отдельно среди мужчин и женщин, доказанным и давно известным фактом является наличие существенных гендерных отличий по частоте большинства нозологических форм тиреоидной патологии [5].

Патология ЩЖ в группе женщин, переселенных с Течи, облученных в более высоких дозах, выявлялась в 1,2 раза чаще, чем у жительниц зоны ВУРС. Следует отметить, что число женщин, жительниц побережья Течи, с индивидуальными дозами на ЩЖ, превышающими 1

Гр, было в 1,5 раза больше, чем жительниц зоны ВУРСа. Существенные межгрупповые отличия были выявлены в распространенности многоузлового зоба, частота которого у жительниц побережья Течи была примерно в 2 раза выше по сравнению с женщинами, отселенными с зоны ВУРС (25,8% и 13,4% соответственно, $p\text{-value} < 0,1$) (таблица 2). В этой же группе были зарегистрированы 2 случая рака ЩЖ. Доля многоузловой патологии в структуре с увеличением дозы также увеличивалась в 1,8 раза, с 19% до 34% (таблица 2).

Таблица 2 – Распространённость заболеваний ЩЖ среди женщин обследованной группы

Таблица 2 – Распространенность заболеваний щитовидной железы среди женщин обследованной группы				
Показатели	Теча (62 чел.)		ВУРС (82 чел.)	
Средняя доза на ЩЖ, Гр (M±m)	1,55±0,21*		0,91±0,11	
Возраст на дату обследования, лет (M±m)	62,3±0,55		62,9±0,6	
Нозологические формы тиреопатологии				
	n	%	n	%
Кол-во лиц с заболеваниями ЩЖ	47	75,8*	51	62,2
Заболевания ЩЖ	47	75,8	57	70
Диффузная патология, в т.ч.	16	25,8	27	32,9
Диффузный зоб	1	1,6	4	4,9
АИТ	15	24,2	23	28
Узловая патология, в т.ч.	29	46,8	30	36,6
Одноузловой зоб	13	21	19	23,2
Многоузловой зоб	16	25,8*	11	13,4
Рак ЩЖ	2	3,2	0	0
Примечания: * – различия между группами статистически значимы, p-value <0,1				

Считается, что основной причиной формирования многоузловой патологии является йодный дефицит. Среди других причин значительное место отводится наследственной предрасположенности и воздействию ионизирующей радиации [1]. Степень йодного дефицита для членов сравниваемых групп, как отмечалось выше, была одинакова. Фактор наследственной предрасположенности в обеих группах женщин с многоузловым зобом присутствовал в равной степени – примерно в 30% случаев заболевания ЩЖ присутствовали у ближайших кровных родственников. При сопоставлении с дозовой нагрузкой у женщин прослеживалась четкая зависимость увеличения частоты выявления многоузловых форм при облучении ЩЖ в дозах, превышающих 1Гр. Развитие узловой патологии вызывает настороженность в связи с тем, узловой зоб рассматривается авторами как один из факторов риска рака щитовидной железы [1, 6].

Статистически значимых отличий в распространенности разных нозологических форм заболеваний ЩЖ между мужчинами, переселенными с побережья р. Течи и зоны ВУРС в связи с малочисленностью группы выявлено не было.

Таким образом в результате проведенного анализа показано, что среди женщин, проживавших на загрязненных радионуклидами территориях побережья реки Течи и подвергшихся облучению в средних дозах на ЩЖ выше 1 Гр распространенность заболеваний ЩЖ в целом была в 1,2 раза выше по сравнению с женщинами, проживавшими в зоне ВУРС, у которых средние дозы на ЩЖ не превышали 1 Гр. Более высокая частота тиреопатологии определялась вкладом многоузлового зоба, частота выявления которого при дозах на ЩЖ выше 1 Гр возрастала почти вдвое.

Библиографический список

1. Воскобойников В.В., Ванушко В.Э., Артемова А.М. и др. Диагностика, тактика и хирургическое лечение больных с многоузловым эутиреоидным зобом. // Пробл. эндокрин.– 2001.– Т.47.– №2.– С.5-12.

2. Мокров Ю.Г. Реконструкция и прогноз радиационного загрязнения реки Теча: Автореф. дисс... д-ра техн. наук. – Озерск, 2005. – 48с.
3. Мушкачева Г.С. и др. Организация целевого обследования щитовидной железы после техногенного облучения в детском возрасте: Методические рекомендации. – М., 2004. – 31с.
4. Рабинович Е.И., Поволоцкая С.В., Васина М.А. Отдаленная тиреоидная патология у жителей, подвергавшихся радиационному воздействию вследствие техногенных аварий на ПО «Маяк» // Зарождение радиоэкологии, ее развитие и роль в обеспечении радиационной безопасности природной среды и человека: Научно-практическая конференция, Озерск, 2017. – С.66.
5. Рабинович Е.И., Поволоцкая С.В., Обеснюк В.Ф., Привалов В.А., Рыжова Е.Ф., Васина М.А. Тиреоидная патология в отдаленные сроки после аварийного радиационного воздействия // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 2. – С. 52–59.
6. Романчишен А.Ф. Клинико-патогенетические варианты новообразований щитовидной железы. СПб.: Наука, 1992. – 258с.
7. С.Г.Р. Российская Федерация. База данных щитовидная железа / Е.И. Рабинович, С.Н. Соколова, С.В. Поволоцкая, В.Б. Шорохова, В.А. Турдакова. – № 2019621200; заявл. № 2019620284, дата поступления 06.03.2019; Дата ГР 05.07.2019.
8. Силкин С.С., Крестинина Л.Ю., Старцев В.Н., Аклеев А.В. Уральская когорта аварийно-облученного населения // Медицина экстремальных ситуаций. – 2019. – № 3. – С. 393–402.
9. Хохряков В.В., Дрожко Е.Г., Романов Г.Н., Мокров Ю.Г., Кямкин А.М., Волобуев П.В., Воробьева М.И., Костюченко В.А., Аклеев А.В.; под ред. С.К. Шойгу / Характеристика техногенного радиационного воздействия на территорию и население // Последствия техногенного радиационного воздействия и проблемы реабилитации Уральского региона. – М.: Комтехпринт, 2002. – С. 31–39.
10. Eslinger P.W., Degteva M.O., Napier B.A., Tolstykh E.I., Tokareva E.E. Individual doses for super cohort members exposed to atmospheric radioiodine from the Mayak releases with an emphasis on prenatal doses // J. Environ. Radioact. – 2020. – Vol. 217. – P. 2–10.
11. Ron E., Modan B., Preston D., Alfandary E., Stovall M., Boice J.D.Jr. Thyroid neoplasia following low-dose radiation in childhood // Rad. Res. – 1989. – Vol. 120. – № 3. – P. 516–531.
12. Ron E., Lubin J.H., Shore R.E., Mabuchi K., Modan B., Pottern L.M., Schneider A.B., Tucker M.A., Boice J.D. Thyroid cancer following exposure to external radiation: A pooled analysis of seven studies// Radiat. Res. – 1995. – Vol. 141. – P. 259–277.

УДК 575.2:577.391:616-001.28
ГРНТИ 76.03.39, 76.29.29

РЕЗУЛЬТАТЫ НЕКОТОРЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ И ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ У РАБОТНИКОВ ПО «МАЯК» И ИХ ПОТОМКОВ

Тельнов В. И.

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

tvi@subi.su

Рассмотрены итоги оценки генетической предрасположенности к детерминированным (тканевым реакциям) и стохастическим эффектам облучения у работников ПО «Маяк» и их потомков. Результаты свидетельствуют о важном значении генетических и эпигенетических

механизмов в реализации радиационных эффектов у облученных людей и их потомков. Обсуждено взаимодействие радиационных, нерадиационных и генетических факторов.

Ключевые слова: работники ПО «Маяк», потомки, радиация, детерминированные и стохастические эффекты, генетические и эпигенетические механизмы.

RESULTS OF SOME GENETIC AND EPIGENETIC RESEARCHES IN MAYAK PA WORKERS AND THEIR OFFSPRING

Telnov V. I.

Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk

This paper considers the evaluation results of genetic disposition to deterministic (tissue reactions) and stochastic radiation effects in Mayak PA workers and their offspring. The results indicate important significance of genetic and epigenetic mechanisms in realization of radiation effects in exposed individuals and their offspring. Interaction between radiation, non-radiation and genetic factors was discussed.

Keywords: Mayak PA workers, offspring, radiation, deterministic and stochastic effects, genetic and epigenetic mechanisms.

Введение. Известно, что при воздействии неблагоприятных факторов внешней среды не у всех индивидов развиваются нарушения или заболевания. Это обстоятельство в общем плане является отражением неодинаковых индивидуальных особенностей индивидов. Значительный вклад в индивидуальные особенности организма вносят генетические факторы. Многочисленные исследования свидетельствуют о важной роли генетической предрасположенности в развитии широкого спектра патологий и неблагоприятных эффектов под влиянием факторов различной природы [1]. В значительно меньшей степени эта актуальная проблема изучена относительно радиорезистентности человека, что затрудняет учет генетических факторов при оценке риска неблагоприятных последствий облучения у людей [11]. В данном сообщении представлены некоторые итоги генетических и эпигенетических исследований у работников ПО «Маяк» и их потомков, а также анализ литературных данных.

Генетическая предрасположенность людей к детерминированным (тканевым реакциям) и стохастическим эффектам облучения. Достоверно повышенный относительный риск (ОР) таких детерминированных эффектов облучения, как острая и хроническая лучевая болезнь, лучевой дерматоз, ранний церебральный атеросклероз, хронический гастрит, хронический гепатит и цирроз печени, сокращение ожидаемой продолжительности жизни. Также у людей с радиочувствительными генотипами установлен повышенный ОР стохастических эффектов облучения – хромосомных aberrаций, рака легкого, молочной железы, менингиомы и меланомы кожи. Помимо оценки ОР необходимо определять генотип-специфический ОР (ГСОР), который учитывает не только ОР генотипа, но и распространенность радиочувствительного генотипа в общей популяции. При этом высокий ОР редкого генотипа имеет более низкий ГСОР по сравнению с генотипом, имеющим менее выраженный ОР, но большую распространенность в популяции [3]. Анализ также показал, что в рамках отдельной генетической системы можно выделить лишь относительно наиболее радиочувствительные генотипы, поскольку каждый из них в разной степени может обуславливать генетическую предрасположенность к различным детерминированным эффектам. Важное значение генетическая предрасположенность имеет и в случае развития канцерогенных эффектов у людей после радиохимиотерапии по медицинским показаниям. Среди лиц с радиочувствительными генотипами, получивших радиохимиотерапию по поводу

злокачественных новообразований, в дальнейшем наблюдался повышенный ОР лейкоза и рецидивов солидных злокачественных новообразований [7].

Особенности взаимодействия радиационных и генетических факторов при развитии детерминированных и стохастических эффектов. Результаты проведенной оценки взаимодействия факторов радиационной и генетической природы свидетельствуют о том, что ведущим видом их взаимодействия при детерминированных и стохастических эффектах является синергизм (от аддитивного до мультипликативного), а также генетическую предрасположенность к радиационному воздействию и взаимное стимулирование радиационного и генетического факторов [8]. Тот факт, что ОР стохастических эффектов совместного действия генетического и радиационного факторов во всех случаях был достоверно повышенным, очевидно, указывает на то, что генетическая предрасположенность к радиационным эффектам в значительной степени определяется ведущим значением в их развитии радиационного воздействия. Следовательно, генетическая предрасположенность людей к неблагоприятным последствиям радиационного воздействия имеет определенные ограничения, но, тем не менее, оказывает существенное влияние на их развитие.

Интенсивность радиационного фактора, генетическая предрасположенность и риск детерминированных и стохастических эффектов. Важное значение в реализации генетической предрасположенности к радиационным эффектам у людей имеет и то, что последняя наиболее выражена при действии минимальных эффективных доз облучения. Основанием для такого вывода являются полученные данные о наибольших значениях относительного риска хронической лучевой болезни у людей с генотипом Нр 2-2 при относительно меньших эффективных дозах облучения [2]. Оценка ОР рака легкого показала, что при относительно меньшей интенсивности курения у людей с чувствительными генотипами по сравнению с резистентными наблюдается наибольший риск рака легкого ($ОР=3,1$), чем при большей интенсивности курения ($ОР=1,5$). При этом в целом ОР рака легкого повышался с увеличением интенсивности курения.

Эпигенетические механизмы лучевого канцерогенеза. В эпидемиологических исследованиях, выполненных у работников ПО «Маяк», которые подверглись радиационному воздействию, установлен повышенный риск рака легкого. Из возможных молекулярных механизмов лучевого канцерогенеза большой интерес вызывает эпигенетическая активация протоонкогенов или инактивация генов супрессоров опухолей путем аномального метилирования CpG-островков. Сравнительный анализ показал, что относительно контроля в тканях аденокарциномы легкого работников частота аномального метилирования в генах p16, O⁶-MGMT и GATA5 достоверно повышена, а в гене RASSF1A, напротив, снижена. При этом частота множественного метилирования (в трех и более генах) достоверно повышалась с увеличением поглощенной дозы на легкие от плутония-239 [4,12].

Распределение генетических маркеров у потомков облученных людей. Итоги изучения распределения ряда генетических маркеров у потомков 1-го поколения работников ПО «Маяк» в зависимости от преконцептивной дозы облучения свидетельствуют о том, что дети, родители которых получили преконцептивные дозы γ -облучения более 200 сГр, по сравнению с контролем характеризуются средней приспособленностью и снижением среднего коэффициента отбора по генетической системе Нр за счет достоверного повышения частоты генотипа Нр 2-2. Наиболее вероятной причиной наблюдаемых сдвигов может быть направленный гаметический отбор (аллель Нр² против аллеля Нр¹) при данных условиях преконцептивного облучения, который проявляется в нарушении сегрегации у гетерозигот Нр 2-1, имеющих оба аллеля [5]. Результатом такого отбора в названной группе потомков явилось: снижение частоты гетерозиготности по системе Нр, тенденции к снижению средней гетерозиготности по всем исследованным генетическим маркерам, изменение в частоте сочетаний отдельных генотипов и групп крови, уменьшение генетической идентичности и увеличение генетического расстояния относительно контроля [6]. На основе нерадиационного варианта генотипических различий в ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ) для этой

группы потомков был проведен предварительный расчет ОПЖ, который показал ее уменьшение на 0,5 года по сравнению с контролем. Полученные результаты указывают на необходимость проведения более интенсивных кардиологических профилактических мероприятий у данной группы потомков облученных людей. Важно отметить, что наблюдаемые сдвиги у потомков 1-го поколения (F1, дети) облученных людей не передаются 2-му поколению (F2, внуки) вследствие вступления их в браки в 94,6% случаев с партнерами, не имеющих таких преконцептивных доз облучения. Полученные результаты согласуются с популяционно-генетическим законом, согласно которому скрещивание группы организмов с измененной генетической структурой с другой группой организмов, имеющих неизмененную генетическую структуру, приводит к нормализации генетической структуры потомков уже в первом поколении [10].

Канцерогенный риск преконцептивного облучения у потомков работников облученных людей. Оценка связи возникновения опухолевых заболеваний у потомков облученных отцов с радиационным воздействием является важной и далеко не решенной проблемой радиационной эпидемиологии. Имеющиеся литературные данные по вопросу влияния преконцептивного облучения отцов на возможность возникновения и развития опухолей у их потомков весьма противоречивы, что обусловлено рядом причин, в частности недостаточной численностью наблюдений, некорректными оценками доз облучения, отсутствием индивидуальных доз облучения и другими причинами. В этой связи представляет большой интерес оценка риска опухолевых заболеваний у потомков 1949-1968 годов рождения, отцы которых к моменту зачатия детей подвергались профессиональному хроническому внешнему гамма-облучению в широком диапазоне доз во время работы на первом атомном предприятии России ПО «Маяк». При корреляционном и многофакторном регрессионном анализе у выделенной когорты потомков установлена достоверная связь онкосмертности с возрастом и дозами преконцептивного облучения, полученными отцами – работниками ПО «Маяк» – в течение 6 месяцев до зачатия [9]. Собственное профессиональное облучение у части потомков и онкопатология у родителей не имели существенной связи с онкосмертностью. Относительный риск онкосмертности был достоверно повышен при 6-месячных преконцептивных дозах более 55,2 мГр у всех потомков, а также отдельно у потомков мужского и женского пола ($RR=3,32$; 2,99 и 2,33 соответственно). У всех потомков установлено повышение смертности от солидных раков, главным образом, за счет органов пищеварения, а также гемолимфобластозов. При этом у мужчин установлено повышение смертности, как от солидных раков, так и от гемолимфобластозов, а у женщин только за счет солидных раков, главным образом, рака молочной железы и половых органов. Уровни смертности у женщин были примерно в 2 раза ниже, чем у мужчин, однако, относительный риск онкосмертности у мужчин и женщин оказался близким, что свидетельствует об одинаковой степени повышения риска их онкосмертности. При совместном анализе установлено достоверное повышение риска онкосмертности и потерянных лет потенциальной жизни при преконцептивных дозах облучения более 55,2 мГр, которое наблюдалось после 39 лет. Взаимодействие преконцептивных доз облучения более 55,2 мГр и возраста более 39 лет в повышении риска онкосмертности и потерянных лет потенциальной жизни соответствовало взаимному стимулированию факторов. Эффект взаимодействия дозового и возрастного факторов был настолько выражен, что проявлялся даже при их анализе по отдельности.

Заключение. Таким образом, результаты оценки генетической предрасположенности к детерминированным и стохастическим эффектам облучения у людей свидетельствуют о высоком риске радиационных эффектов у лиц с радиочувствительными генотипами. Анализ роли генетических маркеров в развитии радиационных эффектов показал, что в пределах генетической системы можно выделить отдельные радиочувствительные генотипы, которые обуславливают генетическую предрасположенность к различным радиационным эффектам. Взаимодействие генетических и радиационных факторов характеризуется синергизмом разной степени. Генетическая предрасположенность к радиационным эффектам наиболее

выражена при действии минимальных эффективных доз. Установлены эпигенетические механизмы радиационного канцерогенеза у профессиональных работников, подвергшихся инкорпорации плутония-239. Выявлено взаимодействие преконцептивного облучения у работников ПО «Маяк» и возраста их детей 40+ лет в повышении канцерогенного риска у данной группы потомков. Полученные результаты свидетельствуют о важном значении генетических и эпигенетических механизмов в реализации радиационных эффектов у облученных людей и их потомков

Библиографический список

1. Спицын В.А. Экологическая генетика человека. – М.: Наука, 2008. – 503 с.
2. Тельнов В.И. Оценка роли генетических факторов в радиорезистентности людей // Генетика. – 2005. – Т.41. – №1. – С.85-92.
3. Тельнов В.И. Генотип-специфический относительный риск неблагоприятных эффектов и интенсивность действующего фактора // Медицинские и экологические эффекты ионизирующего излучения: материалы III международной научно-практической конференции. – Северск-Томск, 2005. – С.195-197.
4. Тельнов В.И., Белински С.А., Русинова Г.Г. и др. Эпигенетические механизмы развития рака легкого у работников предприятия атомной промышленности «Маяк» // Хроническое радиационное воздействие: Медико-биологические эффекты. Материалы III Международного симпозиума: – Челябинск.: 2005. – С. 17-20.
5. Тельнов В.И. Распределение генетических маркеров у потомков облученных людей // Радиационная биология. – Радиоэкология. – 2008. – Т.48. – №5. – С.545-552.
6. Тельнов В.И. Показатели генетической изменчивости и отбора у потомков облученных людей // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2009. – Т.49. – №6. – С.645-651.
7. Тельнов В.И. Генетическая предрасположенность людей к радиационным и химическим эффектам // Материалы Российского конгресса с международным участием «Молекулярные основы клинической медицины» (С.-Пб., 2010). – Клинико-лабораторный консилиум. – 2010 – №2-3. – С.88-93.
8. Тельнов В.И. Взаимодействие генетических и радиационных факторов в реализации эффектов облучения у людей // Гигиена и санитария. – 2012. – №6. – С. 75-77.
9. Тельнов В.И., Кабирова Н.Р., Окотенко П.В. Оценка влияния радиационных и нерадиационных факторов на канцерогенный риск у потомков (F1, дети) работников ПО «Маяк», подвергшихся преконцептивному облучению // Вопросы радиационной безопасности. – 2020. – №1. – С. 76-86.
10. Ли Ч. Введение в популяционную генетику: Пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 555 с.
11. Genetic heterogeneity in the population and its implication for radiation risk // Doc. NRPB. 1999. – V.10. – №3.
12. Lyon Ch.V., Klinge D.M., Liechty K.C. et al. Radiation Induced Lung Adenocarcinoma is Associated with Increased Frequency of Genes Inactivated by Promoter Hypermethylation // Radiation Research. – 2007. – V.168. – №4. – P. 409-414.

УДК 57.032; 614.446.3
ГРНТИ 34.25.39

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ АНАЛИЗА МАСШТАБНОЙ ЭПИДЕМИИ

Обеснюк В. Ф.

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

v-f-o@newmail.ru

На примере развития инфекционной вспышки COVID-19 в провинции Хубэй (Китай), показано, что существующая система эпидемиологических понятий, построенная на использовании показателей летальности, смертности и базового репродуктивного числа, может оказаться недостаточной для своевременной и точной индикации начала эпидемии и прогнозирования её последствий. Отсутствие понимания механизма развития инфекции и контроля за динамикой могут препятствовать её сдерживанию в популяции.

Ключевые слова: модели SIR и SEIR, статистическая оценка, скрытые переменные, вирус.

DIRECTIONS FOR IMPROVING THE SYSTEM OF EPIDEMIOLOGICAL INDICATORS BASED ON THE ANALYSIS OF A LARGE-SCALE EPIDEMIC

Obesnyuk V. F.

Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk

It is shown on the example of the development of the COVID-19 infectious outbreak in Hubei province (China), that the existing system of epidemiological concepts, based on the use of rates of lethality, mortality and basic reproductive number, may be insufficient for timely and accurate epidemic beginning indication and its consequences forecasting. Lack of mechanism understanding of the infection development and control over its dynamics prevents its restraint in the population.

Keywords: SIR and SEIR models, statistical estimation, hidden variables, virus.

Введение. Несмотря на ясные и недвусмысленные предупреждения [4], масштабная эпидемия COVID-19 в Китае, вызванная коронавирусом 2019-nCoV (SARS-Cov-2), явилась полной неожиданностью для местных организаций здравоохранения. Первые сообщения о заболевших и умерших в декабре 2019 года не вызвали особой настороженности, т.к. все отмеченные случаи воспринимались в контексте сезонного роста эндемических острых респираторных заболеваний. Только к середине января 2020 года стало понятно, что более 4 десятков выявленных случаев тяжелой пневмонии неизвестной этиологии не поддавались традиционному лечению, потому что больные незадолго до этого оказались носителями новой формы коронавируса.

Краткий обзор. Как полагают, вспышка новой коронавирусной инфекции началась в середине или конце декабря 2019 года в городе Ухань провинции Хубэй (Китай) после обнаружения нескольких случаев, напоминающих атипичную пневмонию 2002-2003 годов. Однако в январе было установлено, что возбудитель – новый коронавирус, геном которого только на 70 % был аналогичен SARS. Это позволяло предполагать наличие совершенно новых особенностей протекания эпидемии, и они не замедлили себя проявить.

Первые же исследования по схеме “случай – контроль” [9] позволили установить, что новый вирус отличается высокой степенью заразности, передаётся преимущественно

воздушно-капельным путём. Начало заражения протекает со слабо выраженной симптоматикой и нечётко определённым инкубационным периодом от 2 до 20 дней. Наличие вируса в крови или биологических жидкостях определялось по результатам ПЦР-теста реального времени, проведённого уже после проявления типичных симптомов заболевания. Определить носителей вируса в бессимптомный период обычно не удавалось, однако зарегистрировано четыре подтверждённых случая COVID-19 на территории Германии в результате контакта с представителем китайского бизнеса, не имевшим симптомов заболевания в период деловых переговоров [8]. Установлено, что риску инфицирования наиболее подвержены лица с ослабленным иммунитетом или хроническими заболеваниями, несмотря на то, что шансы заражения новым вирусом имеют все, независимо от возраста. Большинство лиц с клиническими признаками имело возраст от 28 до 89 лет. По данным на 28 января Всемирная Организация Здравоохранения отмечала, что примерно 80 % инфицированных переносит COVID-19 в лёгкой форме; 14 % – в тяжёлой (пневмония с двусторонним диффузным поражением альвеол, образование гиалиновой мембраны, отек легких и лейкопения); 5 % – в критичной (отказ дыхательных путей, отказ органов, септический шок). Доказанными факторами риска для здоровья являются [9]: возраст старше 65 лет (относительный риск ОР = 2.15 с 95% ДИ 1.11 – 4.14; $p=0.023$); тяжесть протекания заболевания (ОР = 11.12 с 95% ДИ 4.63 – 26.68; $p<0.001$); скачок уровня нейтрофилов в начале болезни; диффузные затемнения на рентгенограмме грудной клетки при поступлении (ОР = 3.30 с 95 % ДИ 1.42 – 7.60; $p=0.005$). По сообщениям агентства “Синьхуа” [1] в крови людей в городе Ухань, справившихся с заболеванием, были обнаружены антитела, которые подавляют развитие инфекции, предотвращают осложнения и даже излечивают тяжёлых пациентов при переливании им плазмы переболевших. Другими противовирусными средствами, применяющимися в тяжелых случаях, являлись Калетра (комбинация двух препаратов от ВИЧ-инфекции – лопинавира и ритонавира) и ремдесивир. Первый блокирует действие ферментов-протеаз, необходимых вирусам для заражения клеток, второй – блокирует работу геномного “корректора” ошибок вируса SARS-Cov-2. Однако применение указанных методов лечения не гарантировало стопроцентного выздоровления.

В связи с появлением нового заболевания возникает естественная задача оценки масштаба последствий эпидемической вспышки или возможных последствий от её повтора на основе имеющейся информации о характере заражения и передачи инфекции. Понимание механизма развития эпидемии может оказаться полезным для прогнозирования с учетом мер социальной и фармацевтической профилактики.

Результаты автора. Статистический прогноз развития эпидемии возможен только на основе обобщения наблюдений аналогичных эпидемических вспышек и оценки их количественных показателей. Несмотря на то, что эпидемиология как наука о количественных закономерностях возникла именно на основе анализа развития инфекционных заболеваний, её система статистических показателей в этой области знания весьма примитивна и заимствована из неинфекционной эпидемиологии. Прежде всего, это касается понятий смертности и летальности. Эпидемиологический словарь Дж. Ласта [3] определяет первый показатель как “... долю представителей группы, умерших за определенный период ...” (cumulative death rate). Второй – как отношение прироста числа “... случаев определенного заболевания, закончившихся летальным исходом за определённый период ... к числу диагностированных случаев болезни [за тот же период]” (case fatality rate). Из определений ясно, что в первом случае мы имеем дело с вероятностным когортным показателем для узко-специфических подгрупп населения (субкогорт); во втором – с отношением двух скоростей, т.е. популяционным показателем, не связанным с вероятностной природой заболевания. Оба показателя применяются в одной из двух дихотомических схем — либо “больные – умершие”, либо “инфицированные – умершие”. Ни один из них даже не претендует на сколько-нибудь всестороннее описание эпидемического процесса в целом. Если эпидемиолог ожидает, что эти показатели константны, то ошибочен сам факт их применения для изменчивого процесса. Если

же эти показатели сами являются процессами, то очевидна ограниченность их описательных возможностей, так как на этой основе невозможно предсказание всех последствий эпидемической вспышки.

Узкая специфичность и ограниченность понятий смертности и летальности была осознана давно. Преодолеть её помогает переход к более детализированным схемам с числом состояний более 2-х, например, на базе нелинейной вероятностной модели SIR (susceptible – infected – removed) [5], которая не только позволяет интегрировать в себя понятия смертности и летальности, но и допускает введение новых характеристик, включая время удвоения эффекта на начальной (почти экспоненциальной) стадии развития эпидемии и базовое репродуктивное число (BRN), являющееся по одному из толкований отношением характерного времени течения болезни к среднему интервалу времени между двумя последовательными актами заражения одним больным. Известно успешное применение как детерминированных, так и стохастических SIR-моделей. Однако определенная совокупность их признаков не позволяет прямо использовать классический вариант для эпидемиологического описания реальных наблюдений. Например, для них типично предсказание почти строго экспоненциального роста как количества инфицированных, так и количества умерших в начальной фазе эпидемии почти независимо от начальных условий. Это приводит к ранним оценкам $BRN \approx mortality/lethality$. Если принять $mortality \approx 10\%$ и $lethality \approx 2-3\%$, то базовое репродуктивное число должно было бы составить около 3 – 5. Такие значения приводят к ожиданию всего лишь $\approx \exp(-BRN) < 2\%$ не затронутых инфекцией в эпицентре заражения, а для блокады эпидемической вспышки потребовалось бы предотвращение заражения для $(1 - 1/BRN) > 75\%$ населения. Несмотря на то, что, судя по обзору [7], для провинции Хубэй ожидалось именно такие показатели эпидемического процесса, по крайней мере, на конец февраля 2020 г., фактические данные оказались существенно иными. Это обстоятельство указывает на то, что и модель SIR, и связанный с ней показатель BRN не дают адекватного описания реального эпидемиологического процесса. Не подтверждается также строго экспоненциальный рост числа инфицированных со временем, а показатели смертности и летальности имеют статистически значимый временной тренд.

По нашему мнению, расхождение между идеальными эпидемиологическими моделями и реальностью связано с неучтенной повышенной заразностью COVID-19 и неопределенностью понятия инкубационного периода. Имеющийся факт [8], источником которого является страна с достаточно высоким уровнем состояния медицины и диагностики, свидетельствует о том, что носители вируса способны заражать других людей в бессимптомный период. Одновременно в этой же группе велика доля лиц бессимптомно преодолевающих заболевание (persistent) и не попадающих в официальную статистику. Ближайшим аналогом такой схемы развития эпидемического процесса является модель SEIR [6]. Модифицированный нами вариант марковской структурной схемы модели приведен на рисунке 1. Главное отличие от исходной SEIR-модели заключалось в том, что модифицированная модель допускала возможность заражения как от лиц с доказанной инфекцией, так и от бессимптомных носителей. Из схемы ясно, что для полноценного описания динамики потребуется не менее 5 показателей (3 параметра интенсивности переходов из состояния в состояние + 2 начальных условия для состояний “E” и “S”). Следует также отметить, что статистика состояний “S”, “E” и “P”, к сожалению, практически недоступна при современных возможностях мониторинга эпидпроцесса.

Тем не менее, в рамках предложенной схемы удаётся удовлетворительно описать (рис. 2) имеющиеся данные [2] по кумулятивной динамике состояний “I” и “R” даже не привлекая дополнительной информации о влиянии выявленных факторов риска и возрастной структуры провинции Хубэй. Результаты сопоставления модели и данных представлены на рис. 2, а полный прогноз эпидемической вспышки для провинции Хубэй дан на рис. 3, где показана динамика текущих численностей экспонированных и инфицированных на дату

наблюдения. По прогнозу при условии беспрецедентного сохранения мер по изоляции населения провинции текущее количество инфицированных достигнет своего пика в 53 тыс. человек 26 февраля 2020 года, однако эта величина будет довольно медленно снижаться практически в течение всей первой половины года. Общее количество инфицированных за год не превысит 100 тыс. человек.

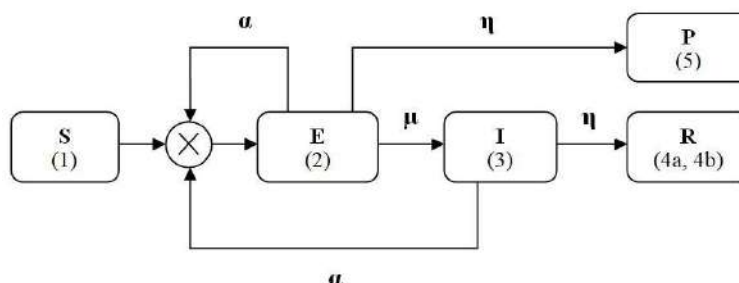


Рисунок 1 – Марковская схема состояний участников эпидемического процесса. Обозначения: 1 – восприимчивые; 2 – экспонированные; 3 – подтвержденная инфекция; 4a – выздоровевшие; 4b – умершие; 5 – устойчивые.

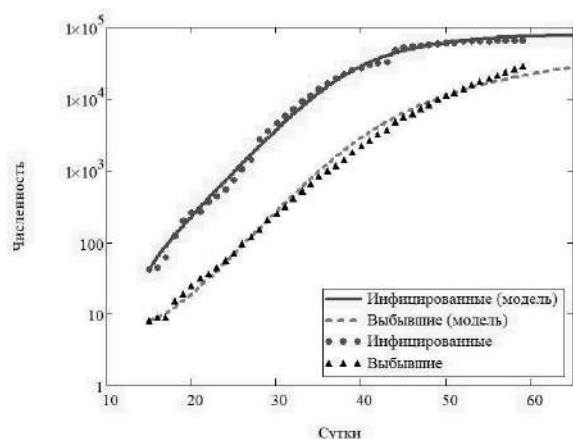


Рис. 2 – Сопоставление реальной динамики инфицированных (1) и выбывших в результате смерти или выздоровления (4a+4b) с расчетами по модели SEIR. За нулевую абсциссу принято начало 2020 года.

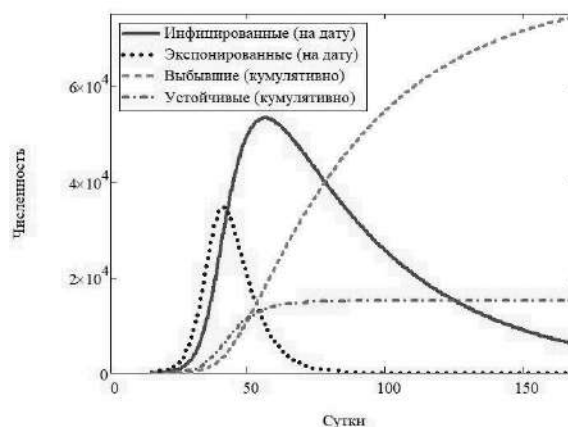


Рис. 3 – Результат моделирования динамики заселенности различных компартментов. За нулевую абсциссу принято начало 2020 года.

Библиографический список

1. Информационное агентство “Синьхуа” – <http://russian.news.cn/> (дата обращения: 25.02.2020).
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Вспышка_COVID-19 (дата обращения: 25.02.2020).
3. Эпидемиологический словарь. Изд. 4 // Под ред. Дж.Ласта для Международной эпидемиологической ассоциации. – ОИЗ: 2009. – 316 с.
4. Koontz D. (Leigh N.) The Eyes of Darkness. – Berkley, 1996.
5. Kermack W.O., McKendrick A.G. A contribution to mathematical theory of epidemics // Proc. R. Soc. Lond. A, 1927, v.115, pp.700 –721.

6. Lekone P.E., Finkenstädt B.F. Statistical Inference in a Stochastic Epidemic SEIR Model with Control Intervention: Ebola as a Case Study // *Biometrics*. 2006. Vol. 62. P. 1170–1177.
7. Read J.M. et al. Novel coronavirus 2019-nCoV: early estimation of epidemiological parameters and epidemic predictions// *MedRxiv preprint* doi: <https://doi.org/10.1101/2020.01.23.20018549>.
8. Rothe C. et al. Transmission of 2019-nCoV infection from an asymptomatic contact in Germany // *The New England Journal of Medicine*, 2020, nejm.org at GOTEBORGS UNIVERSITETSBIBL. – doi: 10.1056/NEJMc2001468 .
9. Wei-jie G. et al. Clinical characteristics of 2019 novel coronavirus infection in China. // *Preprint MedRxiv* doi: <https://doi.org/10.1001/2020.02.06.20020974>.

МЕХАНИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

УДК 621.923.9
ГРНТИ 81.01.07

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЪЕМА ПРИПУСКА НА ПРИМЕРЕ КРУГЛОГО ШЛИФОВАНИЯ

Акинцева А. В.

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

AVAkintseva@mephi.ru

В данной статье рассмотрено основные этапы разработки аналитической модель послойного (поэтапного) удаления припуска, которая учитывает кинематику и особенности съема металла круглого шлифования (например, наличие перебега круга и т.п.), исходные условия обработки, а также переменные технологические факторы (колебания припуска в партии детали, износ шлифовального круга и др.). Модель показывает изменения глубины резания во всех сечениях заготовки на протяжении всего цикла шлифования, т.е. на каждом ходе инструмента и каждом обороте заготовки. Данная модель послужит основой при создании цифровой модели процесса круглого шлифования.

Ключевые слова: цикл, цифровой двойник, круглое шлифование, припуск

MODELING OF PROCESS OF REMOVING ALLOWANCE ON EXAMPLE OF ROUND GRINDING

Akintseva A. V.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

In this article, we considered main stages of developing an analytical model for layer-by-layer (step-by-step) removal of allowance, which takes into account kinematics and features of the removal of round grinding metal (for example, presence of a circle crossing, etc.), initial processing conditions and variable technological factors (fluctuations in allowance in part batch, wear of grinding wheel, etc.). This model is basis for creating a digital model of round grinding process.

Keywords: cycle, digital double, round grinding, allowance

Современные шлифовальные станки с ЧПУ позволяют сочетать за одну установку заготовки обработку наружных и внутренних поверхностей за счет сочетания различных видов шлифования. При этом обработка ведется по заданным в управляющей программе круглошлифовального станка с ЧПУ ступенчатым циклам режимов резания в зависимости от оставшейся части припуска. В результате, в масштабах всего автоматизированного машиностроительного производства, перед технологами ежедневно возникают сложные задачи по комплексному определению оптимальных значений нескольких десятков циклов режимов резания для различных условий шлифования и в условиях действия большого количества нестабильных технологических условий (затупления круга, исходное радиальное биение заготовки и др.).

Проектирование шлифовальных операций с ЧПУ, в том числе проектирование циклов режимов резания, осуществляется в единой системе автоматизированного технологической подготовки производства при помощи CAD/CAM-систем различных производителей. В качестве основных алгоритмов и информационных баз данные системы по сей день при назначении режимов резания используют оцифрованную нормативно-справочную литературы 60...90-х годов выпуска, которая разрабатывалась для менее мощных универсальных станков и не учитывала нестабильности основных технологических параметров (затупления круга, исходного радиального биения заготовки и многое др.). В результате проектируемые таким образом циклы требуют адаптации под конкретные условия обработки путем обработки ряда пробных заготовок, что не укладывается в рамки концепции «Индустрии 4.0». При этом для обеспечения требования чертежа по точности и качеству проектируемые циклы режимов резания назначаются заниженными, что не может не отразиться на производительности. Еще одним существенным недостатком CAD/CAM-систем является отсутствия инструмента для контроля проектируемых циклов на обеспечение точности и качества обрабатываемой поверхности, отсутствие брака при обработке партии деталей в нестабильных технологических условиях. Отметим, что в CAD/CAM-система полностью отсутствует рекомендации по выбору последовательности обработки за одну установку заготовки различных поверхностей (например, отверстия и наружного торца заготовки).

Вопросы повышения производительности циклов и стабилизации параметров качества цикла рассматривались в большом количестве работ. Данные работы имеют ряд существенных недостатков, делающих невозможным их практические применения в условиях современного цифрового производства. Перечислим общие недостатки перечисленных выше работ: не все используют математические методы оптимизации и в итоге получают рациональные циклы; чаще всего рассматривают ограничение по качеству обрабатываемой поверхности, самое важное ограничение по точности не рассматривается; не учитывается влияние переменных технологических факторов как при обработке одной заготовки, так при обработке партии (например, колебания степени затупления круга или же исходного радиального биения заготовки). Отдельно отметим, что вопросом оптимизации более 2-х режимов резания практически не рассматривался, поэтому чаще всего оптимизируют только один параметр – радиальную подачу и уже для готового цикла радиальной подачи находят полным перебором другой режим резания [1-2]. Также не рассматривался вопрос комплексной оптимизации последовательности обработки различных поверхностей за одну установку заготовки совместно с оптимизацией циклов режимов резания и подбором параметров управления циклом (геометрических параметров и характеристики круга, количество правок круга в цикле и др.). Данные вопросы, несмотря на свою актуальность, в настоящее время остаются без ответа в силу отсутствия решения у одной из самых сложных и объемных задач, требующих первоочередного решения, можно отнести разработку цифрового двойника процесса шлифования (единая цифровая модель процесса шлифования). Цифровой двойника процесса шлифования (ЦД) должен учитывать влияние на стабильность процесс съема припуска различных физических явлений, возникающие в процессе резания (трение, разрушение, упругие и пластические деформации, химические и тепловые явления, структурные изменения и др.); кинематику и особенности съема металла для различных видов шлифования; наличие переменных технологических факторов (колебания исходного радиального биения и припуска заготовки и др.).

При этом ЦД операции механической обработки должен давать возможность моделировать процесс обработки заготовки с учетом исходных условий и переменных технологически факторов, как для партии детали (колебания припуска и исходного радиального биения), так и для технологического процесса в целом (колебания степени затупления и диаметра круга). Рассмотрим основные этапы создания ЦД на примере круглого шлифования.

Для учета исходной и накопленной некруглости заготовки форма сечения отверстия принимается в виде эллипса, описанного массивом радиусов, которые принимают значения от минимума до максимума. На рис. 1 представлена взаимосвязь между фактической и программной врезной подачами круга, упругой деформацией ТС, радиусами обрабатываемой поверхности и др., которую можно выразить уравнением:

$$t_{p(z,n)} = \Delta t_{f(z,n,g,b)} + \Omega_{(z,n,g,b)} + y_{(z,n,g,b)}, \quad (1)$$

где z – порядковый номер ступени цикла; n – порядковый номер оборота заготовки на z -ой ступени цикла; g – порядковый номер сечения заготовки; b – порядковый номер радиуса в g -ом сечении; $t_{p(z,n)}$ – накопленное значение программной радиальной подачи на n -ом обороте z -ой ступени, мм; $\Delta t_{f(z,n,g,b)}$ – фактическая радиальная подача на b -ом радиусе g -ого сечения на n -ом обороте z -ой ступени, мм/об; $y_{(z,n,g,b)}$ – упругие деформации ТС для b -ого радиуса g -ого сечения на n -ом обороте z -ой ступени, которые определяются по формуле (2), мм; $\Omega_{(z,n,g,b)}$ – исходное радиальное биение заготовки для b -ого радиуса g -ого сечения на n -ом ходе z -ой ступени, которые определяются по формуле (3), мм.

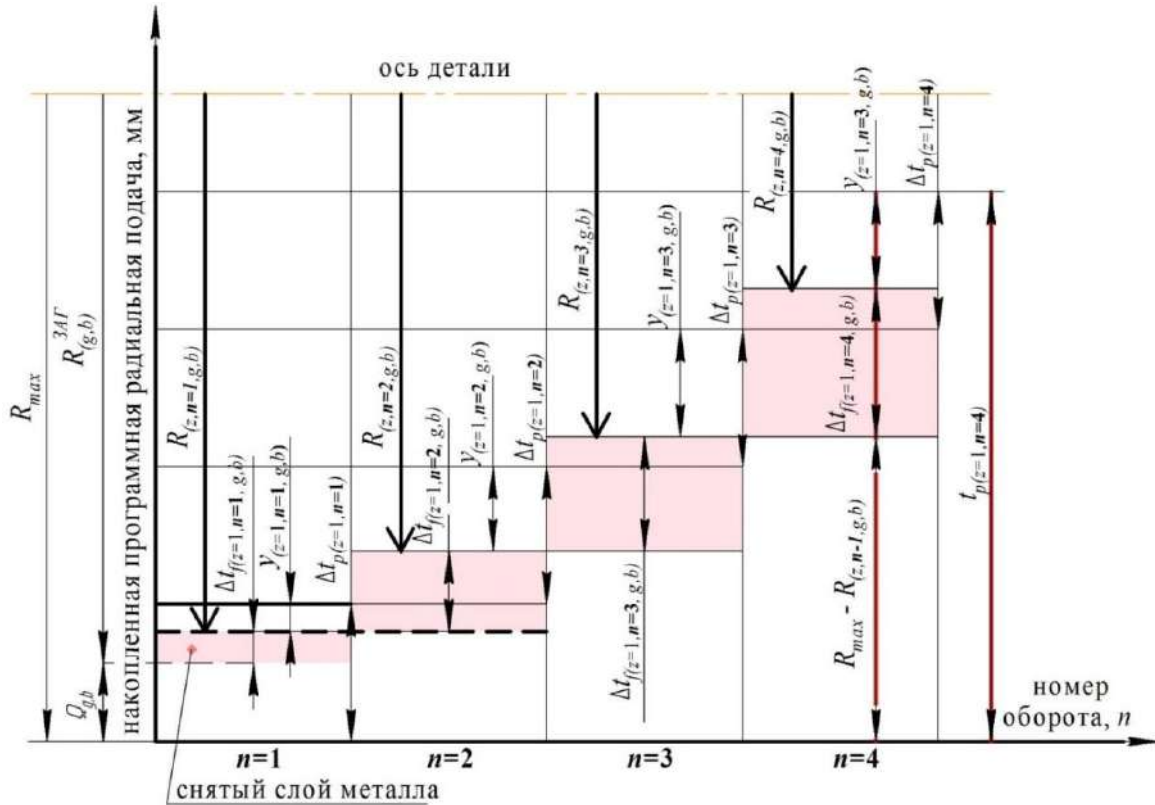


Рисунок 1 – Взаимосвязь программной и фактической радиальной подачи с упругими деформациями ТС, текущими значениями радиусов обрабатываемой поверхности на n -ом обороте

$$y_{(z,n,g,b)} = \gamma_c P_{Y_{z,n,g,b}}, \quad (2)$$

$$\Omega_{(z,n,g,b)} = R_{\max} - R_{(z,n-1,g,b)}, \quad (3)$$

где γ_c – жёсткость ТС, Н/мм; $P_{Y_{z,n,g,b}}$ – радиальная составляющая силы резания на b -ом радиусе g -ого сечения на n -ом обороте z -ой ступени, Н; R_{\max} – максимальный радиус заготовки, мм; $R_{z,n-1,g,b}$ – значение b -ого радиуса g -ого сечения на $n-1$ обороте заготовки на z -ой ступени, мм.

В качестве силовой модели используем разработанную в работе [3-4] аналитическую модель силы резания для наружного врезного шлифования, которая отражает взаимосвязь

силы резания с физико-механическими свойствами обрабатываемого материала, затуплением зерен круга, жесткостью технологической системы, режимами резания, кинематическими особенностями шлифования при рабочем и холостом ходах в зонах реверса круга с получаемой точностью и другими показателями качества. Поэтому предложенная силовая модель, отражающая основные физические процессы и явления, может служить основой для ЦД процесса круглого врезного шлифования.

Радиальную составляющую силы резания для процесса наружного врезного шлифования можно найти по формуле [3-4]:

$$P_{Y(z,n,g,b)} = \Delta t_{f(z,n,g,b)} K_3 + K_4 \sqrt{\Delta t_{f(z,n,g,b)}}, \quad (4)$$

где $\Delta t_{f(z,n,g,b)}$ – фактическая радиальная подача, мм/об; K_3, K_4 – поправочные коэффициенты, находящиеся по формулам (5) и (6).

$$K_3 = \frac{1,9\sigma_i V_{заг} T}{V_{кр}}, \quad (5)$$

$$K_4 = \frac{\eta T \sigma_i}{3} \sqrt{\frac{dD}{d+D}}, \quad (6)$$

где T – общая высота круга, мм; $V_{заг}$ – скорость заготовки, мм/мин; $V_{кр}$ – скорость вращения круга, м/с; σ_i – среднее значение интенсивности напряжений, Н/мм²; d – диаметр заготовки, мм; D – диаметр круга, мм; η – степень затупления круга.

Подставим в уравнение (1) выражения (2)-(4) и выразим из уравнения (1) фактическую радиальную подачу:

$$\Delta t_{f(z,n,g,b)} = \left[\sqrt{\frac{t_{p(z,n)} - R_{\max}^{3\Delta\Gamma} - R_{(z,n-1,g,b)}}{K_3 \gamma_c + 1} + \left(\frac{K_4 \gamma_c}{2K_3 \gamma_c + 2} \right)^2} - \frac{K_4 \gamma_c}{2K_3 \gamma_c + 2} \right]^2. \quad (7)$$

Накопленная фактическая (программная) радиальная подача находится по формуле, мм:

$$t_{p(z,n)}(t_{f(z,n,g,b)}) = \sum_{z=1}^Z \sum_{n=1}^N \Delta t_{p(z,n)}(\Delta t_{f(z,n,g,b)}) \quad (8)$$

где Z – общее число ступеней в цикле; N – общее число оборотов заготовки на z -ой ступени цикла.

Выводы

1. В качестве основы цифрового двойника процесса круглого шлифования принята аналитическая модель съема металла в процессе шлифования, которая учитывает:

- «входные данные» (параметры заготовки, станка, приспособления, инструмента и условий обработки и т.п.);
- влияние всех физических явлений, присущих процессу резания (упругие и пластические деформации, трение и разрушение, тепловые и химические явления и др.);
- кинематику процесса шлифования, а также учитывать изменения взаимного положения детали и инструмента через упругие деформации технологической системы;
- особенности съема металла, присущи различным видам шлифования, применяемым при обработке комплексной детали (наличие перебега круга; чередование разных видов шлифования в реверсных зонах);
- переменные технологические факторы, к которым можно отнести колебания степени затупления и диаметра круга, исходного радиального биение и припуска заготовки

2. К областям применения цифрового двойника процесса круглого относится не только оптимизация процесса обработки, но и прогнозирование надежности разрабатываемых циклов и качества обработки в нестабильных условиях обработки партии деталей.

Библиографический список

1. Guzeev V. Researching the CNC-Machine Stiffness Impact on the Grinding Cycle Design / V. Guzeev, A. Nurkenov // Procedia Engineering. – 2016. – vol. 150. – pp. 815–820.
2. Shipulin L.V. Concept of Designing High-Speed Processing Operations based on Complex Process Simulation / L.V. Shipulin, D.V. Ardashev // Procedia Manufacturing. – 2019. – vol. 1. – pp. 1-18.
3. Акинцева А.В. Основные этапы моделирования послойного съема металла с применением цифрового двойника операции круглого шлифования с ЧПУ / А.В. Акинцева // Вестник ЮУрГУ. Серия: Машиностроение. – 2020. – №3. – С. 48-58.
4. Переверзев П.П. Особенности разработки математической модели съема металла для цифрового двойника процесса круглого шлифования с ЧПУ / П.П. Переверзев // Вестник ЮУрГУ. Серия: Машиностроение. – 2020. – №3. – С. 72-81.

УДК 620.179.1
ГРНТИ 59.45.29

ПРОИЗВОДСТВО ДЕФЕКТОСКОПА В РАМКАХ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Вершинин И. В., Тутунина А. А.

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

ivan.vershinin.2017@mail.ru; atutunina9@mail.ru

В данной работе изучены основные методы акустической диагностики трубопровода. Исследованы зарубежные дефектоскопы, использующие данные методы. Смоделированы бюджетные аналоги иностранных приборов. Проведена сравнительная характеристика зарубежных дефектоскопов и их аналогов. Также выявлена экономическая эффективность смоделированных аналогов. В будущем планируется создание экспериментальных образцов.

Ключевые слова: трубопровод, акустическая диагностика, дефектоскоп, аналог, Wavemaker, SmartBall, программное обеспечение (ПО).

PRODUCTION OF THE DEFECTOSCOPE WITHIN THE FRAMEWORK OF CIVILIAN PRODUCTS

Vershinin I. V., Tutunina A. A.

TTI NRNU MEPhI, Trekhgorny

In this paper, the main methods of acoustic diagnostics of the pipeline were studied. Foreign defectoscopes using these methods have been investigated. Low-cost analogs of foreign devices have been modeled. Comparative characteristics of foreign defectoscopes and their analogues are carried out. Also, the economic efficiency of the simulated analogues is revealed. In the future the creation of experimental samples is planned.

Keywords: pipeline, acoustic diagnostics, defectoscope, analogue, Wavemaker, SmartBall, software.

Дефекты трубопроводов появляются в течение эксплуатации, а также из-за неправильного монтажа или брака завода-изготовителя. Они, несомненно, могут привести к аварийной ситуации, поэтому необходимо проводить заблаговременную диагностику труб.

Одним из вариантов обнаружения неисправностей трубопровода с использованием приборов и минимальным вовлечением оператора является применение дефектоскопа. Дефектоскоп – устройство для обнаружения дефектов в изделиях из различных металлических и неметаллических материалов методами неразрушающего контроля. Однако для проведения дефектоскопии загрязненных внутри или изолированных снаружи труб необходимы современные приборы. Но в то же время наиболее качественные и multifunctional устройства изготавливаются не в России. Зарубежные фирмы же завышают стоимость товара, заказы оформляются только юридическим лицам и определенными численными партиями. [1]

Дефектоскопы занимаются поиском неисправностей разными методами. Наиболее широкое распространение получил метод акустического контроля, а именно эхолокации и направленных волн. Рассмотрев данные способы диагностики подробнее, были найдены иностранные приборы, использующие эти методы дефектоскопии. [2; 3]

Wavemaker G4 mini – устройство, использующее метод направленных волн. Учитывая найденные сведения о данном приборе, был смоделирован бюджетный аналог. В состав аналога Wavemaker входит кольцо с пьезоэлектрическими преобразователями; электронный блок, который состоит из генератора сигналов, многоканального аналого-цифрового преобразователя, аккумулятора, SD-карты и монтажной платы; программное обеспечение. Смоделированный бюджетный аналог Wavemaker изображен на рисунке 1. [6]

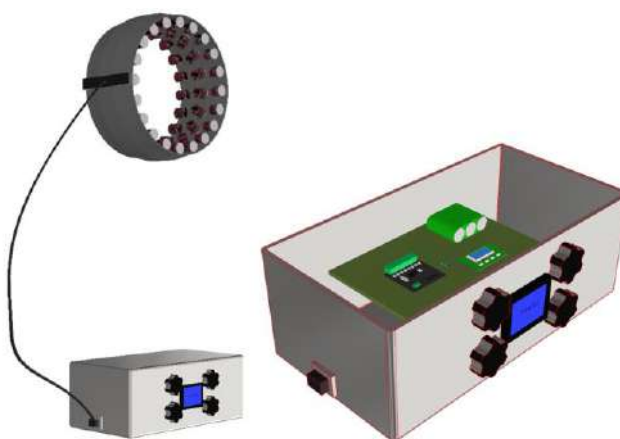


Рисунок 1 – Смоделированный бюджетный аналог Wavemaker

При проведении диагностики ультразвуковые волны распространяются в обе стороны от места установки кольца. Отраженные эхо-сигналы принимаются преобразователями и передаются в электронный блок для последующей обработки. Обработанные сигналы записываются на микро SD-карту. Затем в персональном компьютере с помощью программного обеспечения, например, ZETLAB BASE, производится анализ данных.

Для выявления целесообразности исследования была найдена экономическая эффективность конструкторской разработки. При производстве аналога Wavemaker выгода составляет более 50% от заказа иностранного устройства, рассматривая затраты на все элементы и материалы для одного аналога и цену одного экземпляра зарубежного прибора.

Изучая метод активной эхолокации продольной акустической волной, был найден иностранный прибор для проведения внутритрубной дефектоскопии – SmartBall. Смоделированный аналог SmartBall представляет собой шар в защитной оболочке. Он состоит из генераторов и датчиков звуковой волны в диапазоне слышимого звука и ультразвука. Устройство также может содержать датчики давления, температуры или химического состава. В состав прибора входят трехосевой электронный акселерометр-гироскоп, литий-ионный

аккумулятор, кварцевый генератор тактовой частоты, магнитные датчики, многоканальный аналого-цифровой преобразователь, микропроцессор, микро SD-карта и монтажная плата. Бюджетный аналог SmartBall представлен на рисунке 2. [4; 5]



Рисунок 2 – Смоделированный бюджетный аналог SmartBall

В начале диагностики проводится очистка контролируемого участка трубопровода и калибровка системы датчиков. Затем прибор погружается в один из смотровых колодцев с помощью опускного устройства. Шар переносится транспортирующей жидкостью, производит запись информации. После прибор попадает в приемное устройство в другом смотровом колодце и поднимается на поверхность. SD-карта извлекается. Информация преобразовывается и анализируется с помощью программного обеспечения.

Проводя экономический расчет для одного аналога SmartBall, было также установлено, что гораздо выгоднее самостоятельно произвести бюджетный дефектоскоп, чем заказать иностранное устройство.

Главными преимуществами аналогов являются бюджетная цена создания, но при этом выполнение поставленных задач; возможность изготовления необходимого количества дефектоскопов; отсутствие ожидания доставки; проведение диагностики требует знание только используемого ПО; ремонт и замена компонентов производится самостоятельно.

В результате проведения научно-конструкторской работы были разработаны собственные бюджетные аналоги дефектоскопов Wavemaker и Smartball. Следующим шагом планируется создание моделей данных приборов и их испытание.

Библиографический список

1. Дефектоскоп. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Дефектоскоп>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный. – Загл. с экрана.
2. Метод Направленных волн. – URL: <http://www.tuev-dieks.com/services/technical-diagnosis/methods-of-survey/metod-napravlennyix-voln/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный. – Загл. с экрана.
3. Способ и устройство для обнаружения и диагностики дефектов газовых трубопроводов. – URL: <https://findpatent.ru/patent/242/2422814.html>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный. – Загл. с экрана.
4. Устройство внутритрубной диагностики технического состояния трубопровода. – URL: <https://findpatent.ru/patent/269/2697007.html>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный. – Загл. с экрана.

5. Accurate leak and gas pocket detection without service interruption. – URL: <https://puretechltd.com/technology/smartball-leak-detection/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный. – Загл. с экрана.
6. Guided ultrasonics – technology you can trust. – URL: <https://www.guided-ultrasonics.com/wavemaker/wavemaker-g4/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный. – Загл. с экрана.

УДК 67.05

ГРНТИ 55.31.29

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОЛИТОВЫХ ДОРОЖЕК КОНЦЕВОЙ ФРЕЗОЙ

Дыдыкина О. А., Норкина А. В., Полковникова О. О., Самойлова С. И., Токарев А. С.

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

tokarev_a_s91@mail.ru

В статье рассмотрено влияние главного угла в плане при фрезеровании текстолита на толщину срезаемого слоя режущими кромками инструмента. Разработана методика построения графических моделей стружки текстолита. Выведены математические модели по расчету площади сечения срезаемого слоя на основе графического построения.

Ключевые слова: текстолит, концевая фреза, печатная плата, главный угол в плане, математические модели.

INVESTIGATION OF THE PARAMETERS OF THE ACCURACY OF TEXTOLITE TRACKS' PROCESSING WITH AN END-MILLING CUTTER

Dydykina O. A., Norkina A. V., Polkovnikova O. O., Samoylova S. I., Tokarev A. S.

TTI NRNU MEPhI, Trekhgorny

The article discusses the influence of the corner angle when milling the textolite on the thickness of the cut layer by the cutting edges of the tool. A method for constructing graphic models of textolite chips has been developed. Mathematical models have been designed for calculating the sectional area of the cut layer based on graphic construction.

Keywords: textolite, end-milling cutter, printed circuit board, corner angle, mathematical models.

Основная часть. Цель данной статьи заключается в том, чтобы предложить и обосновать вариант повышения точности обработки дорожек печатных плат в производственных условиях ФГУП «ПСЗ». В качестве инструмента для обработки дорожек рассматривается концевая трехзубая фреза. Один из самых часто используемых материалов для производства печатных плат – текстолит фольгированный. При обработке фрезерованием на каждом зубе фрезы появляются различные силы резания за счет различной толщины срезаемого каждым зубом слоя материала. И чем больше перепад толщины срезаемой стружки, тем сильнее перепад сил резания, а, следовательно, сильнее износ и ниже точность

обработки. Одним из главных параметров режущей части концевой фрезы, определяющих слой срезаемого материала, является главный угол в плане.

Была разработана методика построения сечений срезаемой стружки каждым лезвием в определенный момент времени при главном угле в плане 90° . Модели были построены в условных величинах, $S=1$ у.е, $t=2$ у.е., которые представлены на рисунке 1. Подразумевается, что при номинальном угле в плане равном 90 градусов и отклонении равном $2,5$ градуса, есть возможность провести дополнительную заточку. Наибольшая разница величины срезаемого слоя составляет $0,262 \text{ мм}^2$.

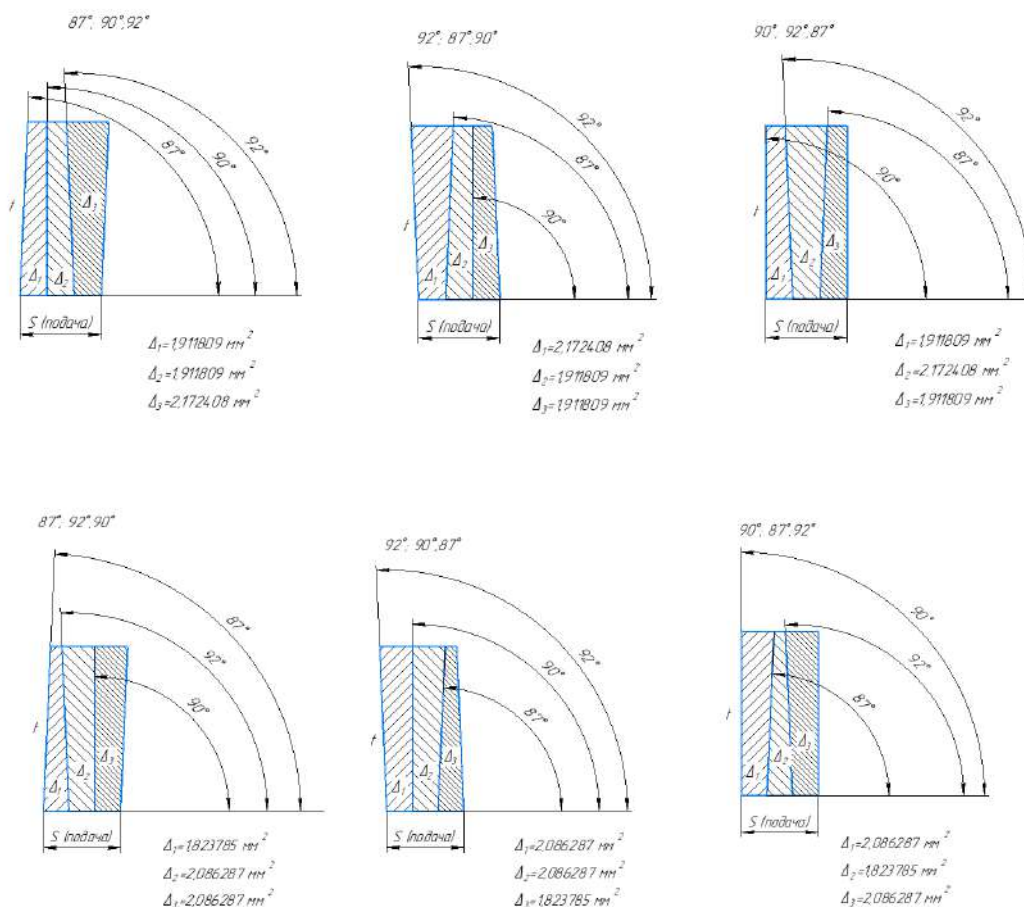


Рисунок 1 – Графические модели для угла в плане 90°

Далее были выбраны два наиболее приемлемых варианта заточки фрезы. Так же с целью компенсации увода оси инструмента, самым оптимальным будет заточить первое и последнее лезвие под равными друг другу углами. То есть первое лезвие будет компенсировать увод третьего, что работает и в обратную сторону.

- 1) 87; 90; 87
- 2) 92; 90; 92

Наибольшая разница величины срезаемого слоя в этих случаях составит $0,175$.

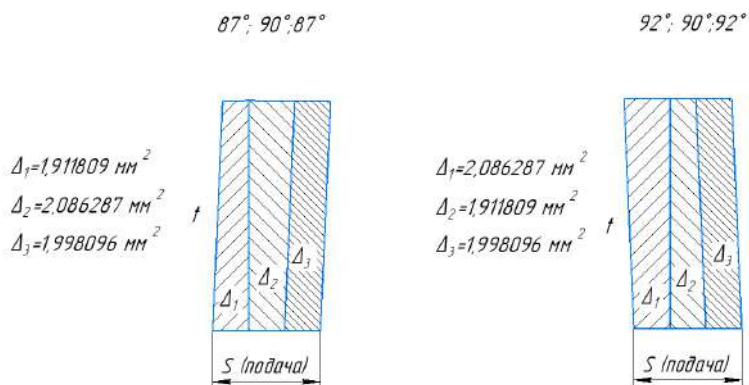


Рисунок 2 – Оптимальные варианты заточки

Таким образом, при данных вариантах заточки перепад величин срезаемого слоя уменьшится. В случаях, когда действительная величина угла в плане позволяет заточить режущую кромку на величину угла 92,5 возможно использование двух вариантов, в случае, когда реальная величина угла меньше номинального значения 90 градусов, можно использовать первый вариант.

Для построения окончательных графических и математических моделей, которые представлены на рисунке 3, использовались следующие режимы резания: $t=0,5\text{мм}$, $S_z=0,15\text{ мм/зуб}$, $n=30\,000\text{ об/мин}$ [2].

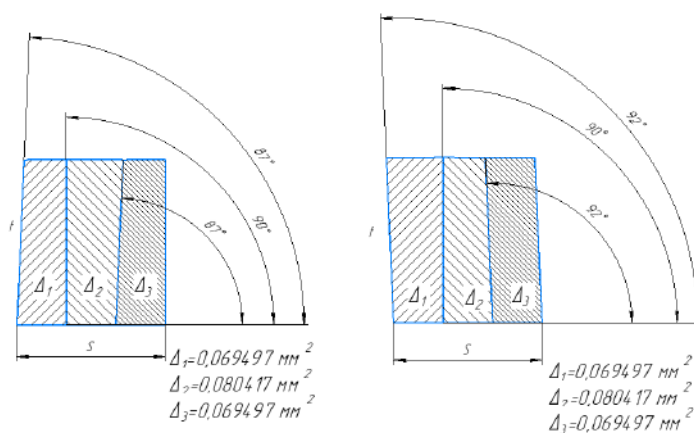


Рисунок 3 – Графические модели по выбранным режимам резания

Далее, были разработаны математические модели по расчету площади срезаемого слоя. В математических моделях углы были использованы с округлением до целого числа, с учетом сложности заточки угла с точностью до десятых долей.

Для заточки 87,90,87 сечение срезаемого слоя представлено на рисунке 4.

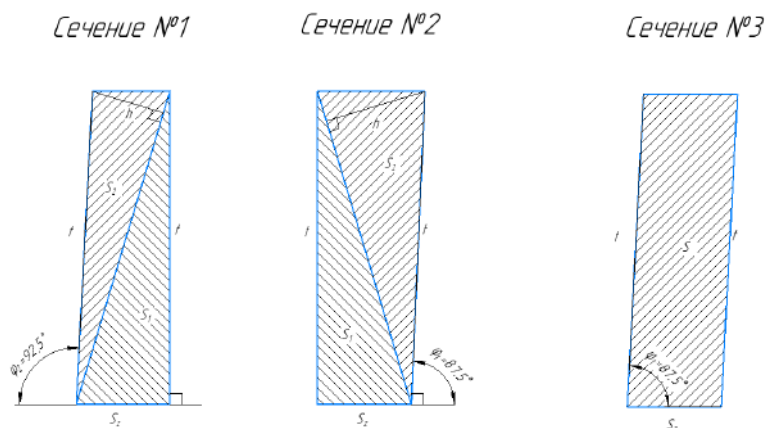


Рисунок 4 – Сечения срезаемого слоя для первого случая заточки

Фигура №1 рассчитывается по формуле

$$S = \frac{1}{2} S_z t + \frac{1}{2} \sqrt{S_z^2 + t^2} \cdot t (\sin(180^\circ - \varphi_2) \cdot \frac{S_z}{\sqrt{S_z^2 + t^2}} - \cos(180^\circ - \varphi_2) \cdot \frac{t}{\sqrt{S_z^2 + t^2}}), \quad (1)$$

Фигура №2 рассчитывается по формуле

$$S = \frac{1}{2} S_z t + \frac{1}{2} \sqrt{S_z^2 + t^2} \cdot t (\sin(180^\circ - \varphi_1) \cdot \frac{S_z}{\sqrt{S_z^2 + t^2}} - \cos(180^\circ - \varphi_1) \cdot \frac{t}{\sqrt{S_z^2 + t^2}}), \quad (2)$$

Фигура № 3 рассчитывается по формуле

$$S = t \cdot s_z \cdot \sin \varphi_1, \quad (3)$$

При $S_z = 0,15 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$; $t = 0,5 \text{ мм}$; $\varphi_2 = 87^\circ$; $\varphi_1 = 92^\circ$:

$$S_1 = 0,0706 \text{ мм}^2$$

$$S_2 = 0,0815 \text{ мм}^2$$

$$S_3 = 0,0749 \text{ мм}^2$$

Для заточки 92,90,92 сечение срезаемого слоя представлено на рисунке 5.

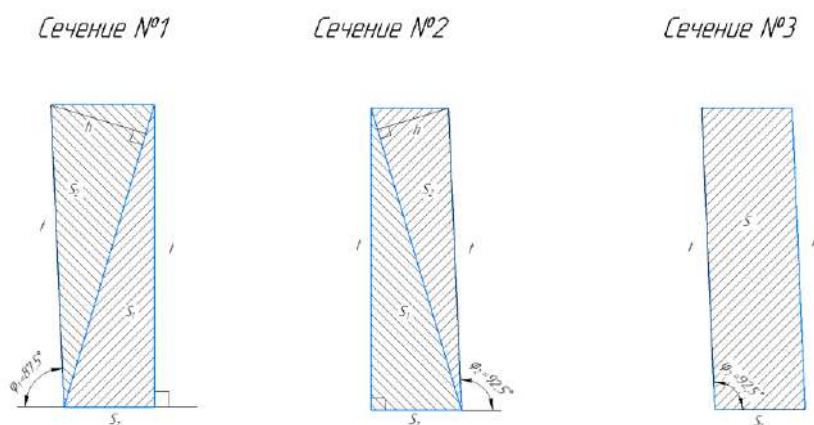


Рисунок 5 – Сечения срезаемого слоя для второго случая заточки

Фигура №1

$$S = \frac{1}{2} S_z t + \frac{1}{2} \sqrt{S_z^2 + t^2} \cdot t (\sin(180^\circ - \varphi_1) \cdot \frac{S_z}{\sqrt{S_z^2 + t^2}} - \cos(180^\circ - \varphi_1) \cdot \frac{t}{\sqrt{S_z^2 + t^2}}), \quad (4)$$

Фигура №2

$$S = \frac{1}{2}S_z t + \frac{1}{2}\sqrt{S_z^2 + t^2} \cdot t(\sin(180^\circ - \varphi_2) \cdot \frac{S_z}{\sqrt{S_z^2 + t^2}} - \cos(180^\circ - \varphi_2) \cdot \frac{t}{\sqrt{S_z^2 + t^2}}), \quad (5)$$

Фигура № 3

$$S = t \cdot s_z \cdot \sin \varphi_2, \quad (6)$$

При $S_z = 0,15 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$; $t = 0,5 \text{ мм}$; $\varphi_1 = 87^\circ$; $\varphi_2 = 92^\circ$:

$$S_1 = 0,0815 \text{ мм}^2$$

$$S_2 = 0,0706 \text{ мм}^2$$

$$S_3 = 0,07495 \text{ мм}^2$$

Рассчитаем погрешности для первого случая 87,5; 90; 87,5:

$$\delta_{I_1} = 1,6 \%$$

$$\delta_{I_2} = 1,35 \%$$

$$\delta_{I_3} = 7,77 \%$$

Рассчитаем погрешности для второго случая 92,5; 90; 92,5:

$$\delta_{II_1} = 1,35 \%$$

$$\delta_{II_2} = 1,6 \%$$

$$\delta_{II_3} = 7,77 \%$$

Мы получили, что максимальные погрешности составляют 7,77% что находится в пределах нормы. Это означает, что выведенные математические модели верны.

Вывод. В результате выполнения проектной работы были спроектированы трехзубые концевые фрезы с двумя вариантами заточки главных углов в плане, для обработки текстолитовых плат.

Особенностью спроектированных фрез является то, что выбранные варианты заточек позволяет компенсировать увод первого лезвия третьим. Также данные варианты заточки способствуют уменьшению сил резания. Это позволит повысить изготовление текстолитовых плат.

Результаты графических и математических моделей вы можете видеть в сводных таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты графических и математических моделей для углов 87°, 90°, 87°

Номер фигуры	Площадь, мм ²		Погрешность, %
	по графической модели	по математической модели	
1	0,069497	0,0706	1,60
2	0,080417	0,0815	1,35
3	0,069497	0,0749	7,77

Таблица 2 – Результаты графических и математических моделей для углов 92°, 90°, 92°

Номер фигуры	Площадь, мм ²		Погрешность, %
	по графической модели	по математической модели	
1	0,080417	0,0815	1,35
2	0,069524	0,0706	1,60
3	0,074942	0,0749	7,77

Как видно из таблиц, максимальная погрешность между графической и математической моделями достигла 7,77 %. Наши расчеты могут помочь ПСЗ в повышении качества изготовления печатных плат.

В дальнейшем мы бы хотели проверить нашу теорию на практике и посмотреть, как наше проектное решение повлияло на качество изготовления плат.

Библиографический список:

1. ГОСТ 12652-74. Стеклотекстолит электротехнический листовой.
2. Лисицин, В.Н. Экспериментальное исследование режимов резания при обработке стеклотекстолита // В.Н. Лисицин, Н.Н. Трушин, И.В. Мешков. – Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2018. – С. 44-48.
3. Лобанов, Д.В. Технологические методы изготовления и выбора режущего инструмента для фрезерования композиционных материалов на полимерной основе // Д.В. Лобанов, А.С. Янюшкин, Д.А Рычков. – Вестник ЮУрГУ. сер. «Машиностроение». – 2015. Т. 15. № 1. – С. 35 – 46.
4. Махмудов, М. С. Механическая обработка печатных плат // М.С. Махмудов. – М.: Радио и связь, 1986. – 72 с.

УДК 621.91.02
ГРНТИ 55.19.03

СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ДИАМЕТРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКТА СВЕРЛ

Козлов А. В., Полковникова О. О., Самойлова С. И.

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

a_kozlov55@mail.ru, ksyxa_8@mail.ru, swetlanas220598@gmail.com

Для расширения технологических возможностей и повышения качества обработанного отверстия в данной работе разработан и испытан комплект сверл, включающий m спиральных сверл обычной конструкции и n сверл специальной конструкции. Комплект позволяет в несколько раз сократить номенклатуру сверл.

Ключевые слова: комплект сверл, режущий инструмент, обработка отверстий, обработанная поверхность, номенклатура.

DRILLING HOLES IN A WIDE RANGE OF DIAMETERS USING A DRILL KIT

Kozlov A. V., Polkovnikova O. O., Samoilova S. I.

TTI NIU MPhI, Trekhgorny

To expand the technological capabilities and improve the quality of the machined hole, in this work, a set of drills has been developed and tested, including m twist drills of a conventional design and drills of a special design. The kit allows you to reduce the range of drills several times.

Keywords: set of drills, cutting tools, hole machining, machined surface, nomenclature.

Введение: целью данной работы является разработка способа многопроходной обработки отверстий, диаметры которых составляют ряд арифметической прогрессии, посредством снижения номенклатуры используемых на проходах инструментов. Отверстия любого диаметра из упомянутой прогрессии предварительно формируют одним из m

инструментов, диаметры которых составляют m первых членов прогрессии, а окончательное рассверливание осуществляют инструментом, диаметр которого определяют по расчетной формуле 1.

Основная часть.

Сверла специальной конструкции снабжены только одним лезвием и одной стружечной канавкой и опираются в процессе обработки на поверхность просверленного отверстия. Комплект из m обычных сверл и n специальных сверл позволяет обработать $N = m \cdot 2^n$ отверстий, диаметры которых составляют ряд арифметической прогрессии.

Пусть необходимо обработать любое из N отверстий, диаметры, которых составляют арифметическую прогрессию с разностью p . На рисунке 1 изображена схема осуществления способа при обработке отверстия заданного диаметра, принадлежащего арифметической прогрессии с разностью p .

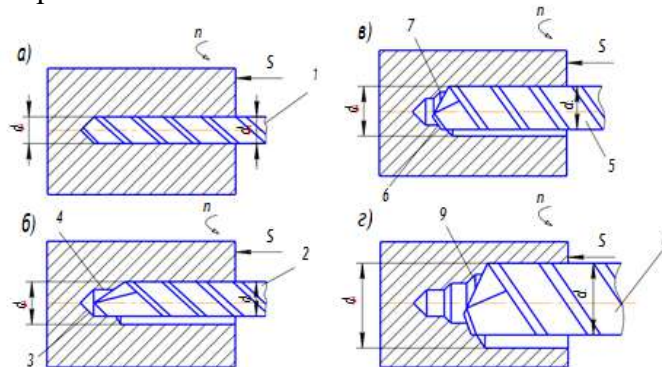


Рисунок 1 – Схема осуществления способа при обработке отверстия заданного диаметра, принадлежащего арифметической прогрессии с разностью p : а– предварительное формирование отверстия на первом проходе; б - рассверливание отверстия диаметром d_1 ; в– рассверливание отверстия диаметром d_2 ; г– рассверливание отверстия диаметром d_3 .

Рассмотрим применение комплекта сверл на конкретном примере. Допустим требуется получить отверстие диаметром 10,3. Определяют d_{R1}^n по формуле 1, т.е. диаметр инструмента для рассверливания, которым будет осуществлен последний переход.

$$d_{R1}^n = d_0^0 + p(m - 1) + \frac{p}{2} + m \cdot p(2^{R_1-1} - 1), \quad (1)$$

где d_0^0 – диаметр наименьшего из отверстий;

p – разность арифметической прогрессии;

m – число инструментов для предварительного формирования отверстий;

$$R_i = [\log_2((q_i + 1) - \varepsilon)] + 1, \quad (2)$$

где ε – положительное число, близкое к 0;

$$q_i = \left[\frac{N_i}{m} \right], \quad (3)$$

$$N_i = \frac{d_i^c - d_0^0}{p}, \quad (4)$$

где d_i^c – диаметр обрабатываемого отверстия.

$$N_i = \frac{10,3 - 10,0}{0,1} = 3$$

$$q_i = 1$$

$$R_1 = 1$$

$$d_{R1}^n = 10,0 + 0,1(3 - 1) + \frac{0,1}{2} + 3 \cdot 0,1 \cdot (2^{1+1} - 1) = 10,25 \text{ мм}$$

Таким образом, диаметр инструмента, которым выполняется завершающее рассверливание $d_{R1}^n = 10,25$ мм. $R_1=1$ показывает, что последний переход – рассверливание инструментом для рассверливания минимального диаметра.

Следовательно, этому рассверливанию предшествует одно сверление.

Определяют диаметр инструмента для сверления отверстия на первом проходе по формуле 5.

$$d_i^c = d_0^0 + pM, \quad (5)$$

Так как $q_i = 1$

$$M = (m - b - 1), \quad (6)$$

$$b = N_i - q_i m, \quad (7)$$

$$b = 3 - 1 \cdot 3 = 0$$

$$M = 2$$

$$d_i^c = 10,0 + 2 \cdot 0,1 = 10,2 \text{ мм}$$

Таким образом, для получения отверстия 10,3 мм сначала производят сверление отверстия диаметром 10,2 мм, используя для этого инструмент, например, спиральное сверло диаметром 10,2 мм, а затем производят рассверливание этого отверстия инструментом для рассверливания диаметром 10,25 мм, базируя затупленное лезвие на поверхность, полученную после сверления:

$$d_i^0 = 2 \cdot d_{R1}^n - d_i^c, \quad (8)$$

$$d_i^0 = 2 \cdot 10,25 - 10,2 = 10,3 \text{ мм}$$

В качестве инструмента для рассверливания может быть использовано спиральное сверло, одно из лезвий которого скруглено и выдвинуто вперед по отношению к лезвию с обычной заточкой. Может быть использовано также и ружейное сверло с выдвинутым вперед кулачком.

Выбор диаметров инструментов в зависимости от диаметра отверстия может быть представлен в виде диаграммы, которая представлена на рисунке 2. Ребра, изображенные сплошной линией, означают использование соответствующего инструмента (1,2,3 – сверла, I,II,III,IV – инструменты для рассверливания). Ребра, изображенные штриховой линией, означают, что соответствующий инструмент для рассверливания не используется. Двигаясь по диаграмме слева направо к вершине, определяют нужный набор переходов и инструментов.

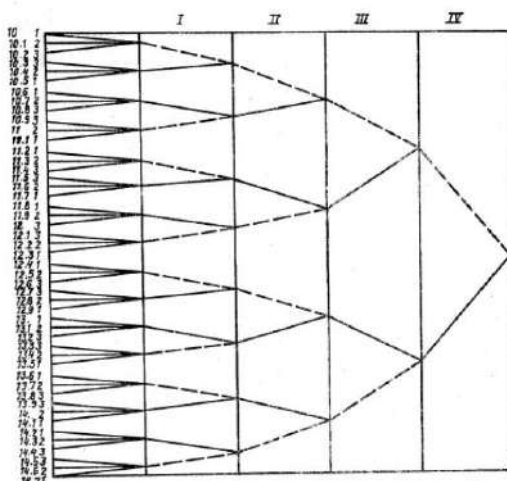


Рисунок 2 – Схема выбора инструментов при обработке 48 отверстий различного диаметра

Был спроектирован, изготовлен и испытан комплект, состоящий из пяти спиральных сверл стандартной конструкции $\varnothing 2,6; 2,8; 3,0; 3,2; 3,4$ и трех специальных сверл $\varnothing 3,5; 4,5; 6,5$ (рисунок 3). С использованием этого комплекта было просверлено 40 отверстий различного диаметра от 2,6 мм до 12,4 мм (см. рисунок 4). Для получения отверстий диаметром от 2,6 мм до 3,4 мм используется одно сверло, а для получения остальных отверстий используется одно из сверл обычной конструкции и одно, два или три специальных сверла.



Рисунок 3 – Комплект специальных сверл

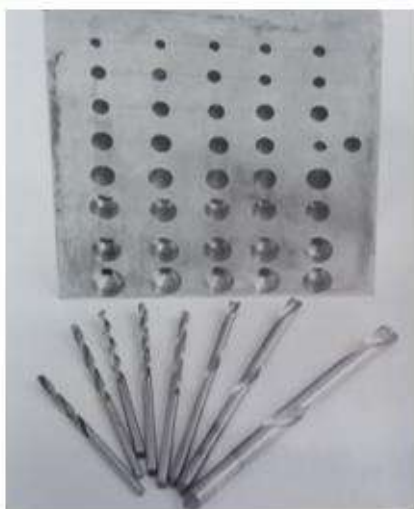


Рисунок 4 – Комплект сверл и обработанные с его использованием 40 отверстий различного диаметра

Заключение. Использование комплекта сверл возможно в мелкосерийном производстве, а также в быту. Анализируя результаты работы, стоит отметить работоспособность данного способа многопроходной обработки отверстий, а также сокращение в несколько раз номенклатуры сверл.

Библиографический список

1. Дерябин И.П. Методология параметрического проектирования многопереходной обработки круглых отверстий концевыми мерными инструментами: диссертация доктора технических наук: 05.02.08 / Дерябин Игорь Петрович; [Место защиты: Юж.-Ур. гос. ун-т]. – Челябинск, 2009 – 375 с.
2. Козлов А.В. Методы компенсации размерного износа мерного инструмента / А.В. Козлов, О.О Полковникова, С.И. Самойлова // XX всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки - 2020». 75-летию атомной отрасли. Материалы конференции. – Озёрск, 2020 – с. 98 – 102
3. Козлов А.В. Повышение эффективности процессов многопереходной обработки отверстий концевыми мерными инструментами и их технологической подготовки на основе математического моделирования: Автореф. дис. . канд. техн. наук. – Челябинск: ЧГТУ, 1993. – 21 с.
4. Козлов А.В. Пути повышения размерной стойкости концевых мерных инструментов / А.В. Козлов, О.О Полковникова, С.И. Самойлова // II Отраслевой научный форум «Дни российской науки – 2020». Тезисы докладов. – Трехгорный, 2020 – с.203-208
5. Козлов А.В; и др. А.С.1472185 (СССР) Способ многопроходной обработки отверстий – Открытия. Изобретения. – 1989 – № 14
6. Лакирев С. Г. Обработка отверстий: Справочник – М.: Машиностроение, 1984. – 208 с.

7. Лакирев, С.Г. Эксплуатация концевой мерной линейки за пределами её размерной стойкости / С.Г. Лакирев, Я.М. Хилькевич, А.В. Козлов // В кн. Совершенствование машиностроительных материалов, конструкций машин и методов обработки деталей: Тематический сборник научных трудов. – Челябинск: ЧГТУ, 1990 – с. 23-28

УДК 62-503.56
ГРНТИ 55.24.29

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ FDM-ПЕЧАТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗРАБОТАННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Кольжецов Д. А., Морозова А. В.

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

a-nastya_1999@mail.ru

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

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

IMPROVING THE ACCURACY OF FDM PRINTING USING THE DEVELOPED APPLICATION

Kolzhetsov D. A., Morozova A. V.

TTI NRNUM MEPhI, Trekhgorny

The article presents theoretical and experimental studies, methods that were used to improve the accuracy of the 3D printing process by the FDM method. The finite element method was successfully used to estimate the shrinkage of the test part. A number of studies conducted were used as the basis for the development of the application.

Keywords: 3D-printer, 3D-printing, printing parameters, application, printing accuracy, dimensions, plastic shrinkage.

Введение

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

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

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

Основная часть

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

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

Диаметр экструзии напрямую зависит от диаметра сопла, но не равняется ему. На выходе из сопла диаметр нити увеличивается в следствии перепада давлений, так как пластик в хоттенде и сопле находится под давлением имея высокую температуру, при выходе пластика из сопла давление становится атмосферным и пластик начинает остывать [3, с. 87]. На рисунке 1 показан диаметр экструзии теоретический и фактический.

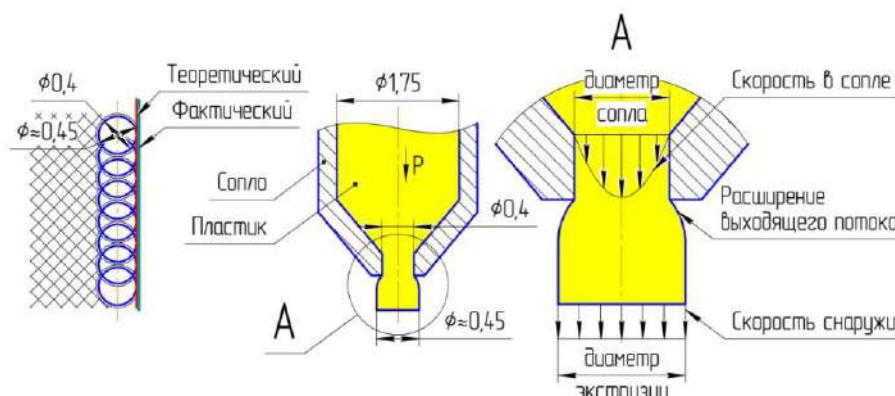


Рисунок 1 – Диаметр экструзии

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

Остывание пластика может привести к большому количеству внутренних напряжений и усадке. Одним из способов определения усадки является метод конечных элементов [2, с. 245].

Метод конечных элементов для оценки усадки калибрующей детали

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

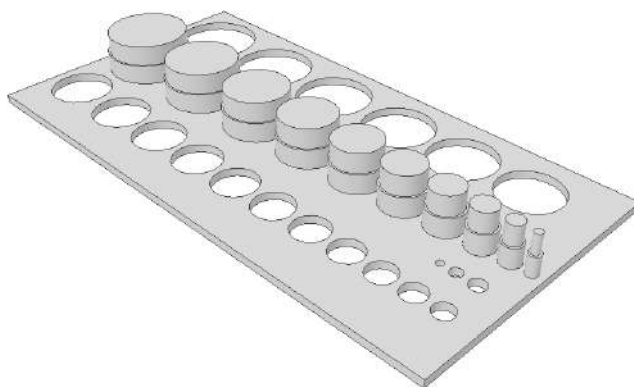


Рисунок 2 – 3D-модель тестовой детали

Для оценки усадки спроектированной модели, был проведен конечно-элементный анализ в программе Inventor Nastran In-CAD. Для корректного анализа 3D-модели необходимо

задать все свойства материала детали. Был внесен PLA пластик с характеристиками, соответствующими пластику используемого при печати тестовой детали.

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

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

Печать и измерение тестовой детали

Так как целью работы является разработка универсальной программы, то все исследования необходимо проводить на разных моделях принтеров. Для этого были выбраны следующие модели принтеров:

- NEO;
- Picaso Designer PRO 250;
- Creality Ender 3.

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

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

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

Таблица 1 – Результаты измерений цилиндрических поверхностей, мм

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

Таблица 2 – Результаты измерений отверстий, мм

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

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

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

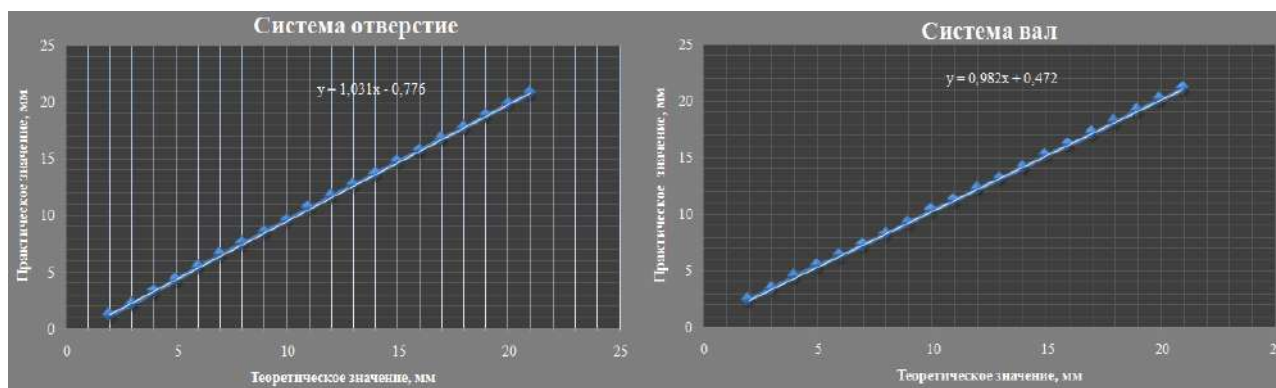


Рисунок 3 – Графики линейной регрессии для полученных измерений

Разработка приложения

Гипотеза, которая была рассмотрена для приложения, заключалась в том, что отклонения являются приблизительно линейными. Если, к примеру, имеется отклонение 1 мм по одной оси, то это можно исправить, но если отклонение возникает в двух направлениях, как в случае отверстия, то требуется вмешательство какого-либо приложения, которое должно корректировать САПР-модель.

Используя данные, полученные в таблицах 1 и 2, была введена функция линейной регрессии, аналогичная той, которая отображена на графике, представленном на рисунке 3. Математически линейное уравнение определяется следующим уравнением:

$$y = b \cdot x + a + \varepsilon \quad (1)$$

где x – независимая переменная и представляет собой значение, которое должно быть получено, мм;

y – зависимая переменная, которая представляет собой значение, которое должно быть введено в САПР-программу, мм;

a – свободный член уравнения регрессии;

b – коэффициент регрессии, представляющий собой скорость изменения y при изменении x ;

ε – член случайной ошибки, представляющий собой разницу между фактическим значением зависимой переменной и ее прогнозируемым значением.

В анализируемом случае это прогнозируемое значение определяется масштабным коэффициентом термической усадки плюс глобальный масштабный коэффициент. Член случайной ошибки можно рассчитать по формуле 2:

$$\varepsilon = k + \frac{D_d - D_n}{D_n} \quad (2)$$

где k – коэффициентом термической усадки, $k = 1$;

D_d – действительный диаметр, мм;

D_n – номинальный диаметр, мм.

На основе полученных уравнений были рассчитаны размеры, которые необходимо откорректировать в САПР-модели для того, чтобы после печати размеры детали были максимально приближены к номинальным. По итогам печати и измерения контрольных деталей появились значительные улучшения в плане отклонений размеров.

Все формулы были сформированы в приложение, рассчитывающие размеры элементов деталей, которые необходимо ввести в САПР-модель. На рисунке 4 представлено приложение.

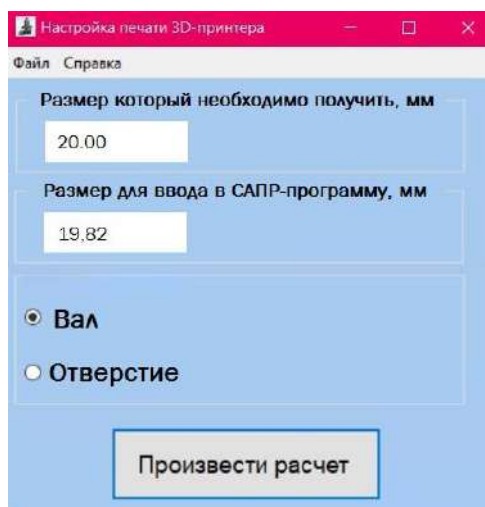


Рисунок 4 – Приложение

При первом использовании приложения необходимо распечатать тестовую деталь и измерить все диаметры, после чего внести полученные размеры в настройки приложения. На основе полученных данных, приложение составит функцию регрессии и рассчитает член случайной ошибки для данного принтера.

Вывод

Для улучшения процесса 3D-печати была разработана тестовая деталь. Для оценки термической усадки, возникающей в процессе 3D-печати, был проведен конечно-элементный анализ. Результаты, были в дальнейшем использованы для создания программного приложения, позволяющего производить калибровку 3D-модели. Одной из главных особенностей данного приложения является его универсальность.

Измерения, которые были произведены после использования приложения и калибровки детали доказали, что появились значительные улучшения в точности печати.

Библиографический список

1. Валетов В.А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы). Учебное пособие / Валетов В.А. Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015. – 63 с.
2. Нарисава И.В. Прочность полимерных материалов / Нарисава И.В. М.:Химия. 1987.–400 с.
3. Зленко М.А., Попович А.А. Аддитивные технологии в машиностроении / Зленко М.А., Попович А.А. Санкт-Петербург: Издательство политехнического университета, 2013.– 222 с.
4. Шкуро А.Е., Кривоногов П.С. Технологии и материалы 3Д-печати. / Шкуро А.Е., Кривоногов П.С. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2017. – 98 с.
5. Процент заполнения в 3D-печати [Электронный ресурс] // Сайт центра аддитивного производства. 2017. 04 февраля. URL: <https://www.st3d.ru/5-zapolnenie/> (дата обращения: 20.02.2021).

УДК 62.620.1
ГРНТИ 30.19.02

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕЛЯХ

Коробейников К. А.

*Снежинский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ,
г. Снежинск, Челябинская область*

konstkor62.1962@mail.ru

Рассматривается вопрос использования типового учебного оборудования лаборатории сопромата для определения механических характеристик композиционных материалов.

Ключевые слова: учебная лаборатория, сопротивление материалов, механические характеристики, метрология, композиционные материалы.

USE OF THE EQUIPMENT OF STRENGTH MATERIALS TRAINING LABORATORY FOR RESEARCH PURPOSES

Korobeynikov K. A.

SPHTI NRNU MEPhI, Snezhinsk

The issue of using the standard training equipment of the resistance of materials laboratory for determining the mechanical characteristics of composite materials is considered

Keywords: training laboratory, strength of materials, mechanical characteristics, metrology, composite materials.

Проблема загруженности учебных лабораторий в небольших вузах всегда остро стояла, стоит и будет стоять еще долгое время по вполне объективным причинам. Во-первых, это сравнительно небольшое количество обучающихся и соответственно групп на курсе, во-вторых, это уменьшение технических специальностей в связи с изменившимися потребностями базовых предприятий, в-третьих, это сокращение часов на такие дисциплины как теоретическая механика, сопротивление материалов и т.д. Наблюдается вполне определенная тенденция вытеснения обязательных для любого инженера технических дисциплин фундаментальными, более «прогрессивными» и конъюнктурными.

В частности, во время моего обучения в МВТУ им. Н.Э. Баумана, равно как и в первые годы преподавания тогда еще в МИФИ-6, математика и физика были обязательными на первых курсах, но далеко не преобладающими над теоретической механикой и сопромом, чего уже не скажешь про настоящее время.

Никто не спорит, что процесс обучения инженера меняется, появляются, как сейчас говорят, новые вызовы и компетенции, но специфика подготовки инженеров как была, так и остается – без твердых знаний по этим и другим техническим дисциплинам они будут просто несостоятельными специалистами.

Возвращаясь к вопросу использования учебных лабораторий в исследовательских целях можно сказать, что эта идея «витает в воздухе» уже давно, и в принципе реализуема. Хотелось бы начать чисто с экономических соображений на примере лаборатории сопромата в СФТИ НИЯУ МИФИ. Затраты на содержание данной и далеко не маленькой лаборатории (около 130 кв.м) только по коммунальным услугам (освещение, отопление и т.д.) по самым скромным подсчетам составляют в год порядка 100 тыс. руб. Возможно, что в масштабах всего учебного заведения в процентном соотношении эти затраты вполне приемлемы. Но смущает крайне низкая загрузка лаборатории (не более 100 часов за год с учетом колледжа), т.е. около

10% общего рабочего времени. Ситуация напоминает космическую ракету где полезная нагрузка также составляет порядка 10% от стартового веса ракеты. То, что эта ситуация является вполне объективной понятно, но также понятно, что ее необходимо менять в сторону более эффективного использования площадей, оборудования и персонала.

Определенные усилия в этом направлении предпринимаются. В плане использования персонала один заведующий лабораторией обслуживает две, а иногда и три лаборатории. Кроме того, он периодически привлекается к участию в конференциях, хозяйственных работах, чтению лекций по смежным дисциплинам и т.д. Помещение лаборатории может использоваться как учебная аудитория с возможностью показа на экране и т.п. Но это даже не полумеры. Главным, с точки зрения автора, является использование возможностей оборудования и персонала для проведения НИР и других работ, требующих экспериментального определения характеристик новых и малоизученных материалов, которые в последнее время широко внедряются в различных областях промышленности.

В лабораториях больших вузов это является вполне обычным явлением, что не скажешь о лабораториях вузов, где количество обучающихся не превышает 2-3 тысяч человек, т.е. на порядок меньше.

В первую очередь это связано с оборудованием которые оснащены эти лаборатории.

В больших вузах имеется современная и дорогостоящая техника, позволяющая проводить испытания, отвечающие всем требованиям по точности, форме записи результатов и т.д. предъявляемые к ним в соответствии с ГОСТами. В небольших – как правило либо устаревшая техника прошлого века, либо относительно новые учебные лабораторные стенды, рассчитанные в основном для демонстрационных испытаний.

Вторым важным моментом является обслуживающий технику персонал. Не могу сказать что-то конкретное про большие вузы, но наверняка штат лабораторий там укомплектован не только пенсионерами или студентами, оказавшимися на этом месте по случаю.

В связи с этим необходимо определить насколько реально в условиях небольших вузов проводить исследования в частности по определению механических свойств материалов, соответствующие всем необходимым требованиям стандартов и какие проблемы для этого необходимо решить.

Так в рамках диссертационной работы [1] в лаборатории сопромата ЮУрГУ проводились определение упругих констант стеклотекстолита на американском измерительном стенде Instron 5882. Поскольку подобные характеристики материалов также определяются на учебном стенде ОСМ-8ЛР-09 в лаборатории сопромата СФТИ, возник вопрос об использовании последнего не только в учебных, но и в научно-исследовательских целях для определения механических характеристик композитов и других материалов [2].

Сдерживающими факторами такого применения является с нашей точки зрения не столько возможности оборудования, сколько отсутствие подобного опыта. Для проведения испытаний по определению характеристик материалов, в том числе и механических, которые затем будут использоваться для расчетов и т.д. необходимо, чтобы оборудование было аттестовано. Это включает его поверку и тарировку, которые в условиях учебных лабораторий как правило не производится. В ряде случаев возникает необходимость незначительной модернизации оборудования. И наконец, соответствующая подготовка персонала к такого рода работе.

Думаю, что эти проблемы в условиях небольших вузов вполне решаемы. Так в СФТИ тарировку и неглубокую модернизацию учебного стенда можно произвести своими силами. А поверку – силами специализированной метрологической лаборатории базового предприятия ВНИИТФ. Похожая ситуация с кадрами. По своему опыту могу сказать, что отсутствие навыка, не является серьезным препятствием при проведении исследований по определению характеристик материалов. Так при работе над диссертацией автор достаточно быстро освоил методику и оборудование для определения прочности на изгиб и температурного

коэффициента линейного расширения материалов включая изготовление образцов для испытаний.

Таким образом решение задачи определения механических характеристик материалов вполне по силам для лаборатории небольшого вуза. Однако такая постановка, касающаяся чисто технической стороны изучения свойств материалов, является, по нашему мнению, слишком узкой. Необходимо подкрепить испытания твердой теоретической базой по таким дисциплинам как планирование эксперимента, метрология, теория, напряженно-деформированного состояния, материаловедение и т.д. Соответствующая теоретическая подготовка у преподавателей кафедры технической механики СФТИ по этим предметам имеется, остается применить эти знания на практике.

Это позволит исполнителям осознанно, с научной точки зрения подойти как к самим испытаниям, так и к обработке их результатов и выработке рекомендаций. Требуется четкое понимание того для каких целей проводятся испытания, какие результаты и с какой точностью могут быть получены, какие факторы и как могут повлиять на результаты испытаний и т.д. В противном случае эти испытания будут малоэффективны, с большим числом репликаций (повторений).

Естественно возникает вопрос о наличии спроса на такого рода испытания. Как показывает практика все более широкое использование новых материалов неизбежно вызовет необходимость всестороннего изучения их свойств, в частности механических [2]. Особенно это касается анизотропных композитов, где механические свойства существенно зависят от множества факторов, включая схему армирования, технологические режимы изготовления и т.д.

По поводу конкурентоспособности лабораторий небольших вузов. Не умаляя возможностей специализированных исследовательских лабораторий, по соотношению цена/качество и срокам выполнения работ они далеко не всегда выигрывают по сравнению со своими «младшими товарищами». Так на начальном этапе исследований, при постановочном эксперименте, когда выявляются тенденции влияния факторов с оценкой их значимости, использование высокоточного и дорогостоящего оборудования в совокупности с высококвалифицированными кадрами смысла не имеет. С такого рода задачами лаборатории малых вузов справятся быстрее и в разы дешевле.

Как правило современные учебные стенды имеют характеристики, вполне соответствующие нормативным требованиям ГОСТам на испытания. Техническое состояние данного оборудования в силу его предельно малой загруженности вопросов не вызывает и для его использования в серьезных научных исследованиях, как уже упоминалось выше, требуется только его тарировка, поверка, и в отдельных случаях незначительная доработка.

Таким образом использование учебного оборудования лабораторий сопromата при определении механических свойств материалов вполне возможно и экономически выгодно.

При исследовании таких материалов как композиты результаты испытаний в совокупности с необходимой теоретической проработкой, могут стать основой серьезных НИР и НИРС, что особенно актуально для небольших вузов с малой загруженностью лабораторий и относительно слабой научной базой.

Библиографический список

1. Шульгин, А.Н. Повышение эффективности сверления отверстий на печатных платах из фольгированного стеклотекстолита. Дисс.на соискание уч. степени к.т.н., Снежинск, 2019-238 с.
2. Шульгин А.Н., Коробейников К.А., Сумин А.Н., Пыхов В.В.// Оптимизация методики испытаний образцов из стеклотекстолита. Научная сессия НИЯУ МИФИ-2020 по направлению «Инновационные ядерные технологии». Сборник научных трудов всероссийской научно-практической конференции. Снежинск: СФТИ НИЯУ МИФИ, 2020. – с.92-93.

УДК 658.5(07)

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И НОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сазонова Н. С.

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

Произведен сравнительный анализ форм и способов информационного представления нормативных рекомендаций в различных видах машиностроительных производств, выявлены общие недостатки и предложены пути преобразования форм информационного обеспечения для реализации их в нормативных справочниках и системах автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов.

Ключевые слова: информационное обеспечение, система автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов, равноточный ряд нормируемых параметров, карта-номограмма

INFORMATION SUPPORT OF COMPUTER-AIDED DESIGN AND PROCESS REGULATION SYSTEMS FOR VARIOUS TYPES OF MACHINE-BUILDING PRODUCTION

Sazonova N. S.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

A comparative analysis of the forms and methods of information presentation of regulatory recommendations in various types of machine-building industries is carried out, common shortcomings are identified and ways of transforming the forms of information support for their implementation in regulatory reference books and systems of computer-aided design and standardization of technological processes are proposed.

Keywords: information support, computer-aided design and standardization of technological processes, equal-accuracy series of standardized parameters, chart-nomogram

Производство изделий в условиях современного предприятия в большинстве своем является мелкосерийным с постоянно изменяющейся номенклатурой. В этой ситуации технологическая подготовка производства должна осуществляться в максимально сжатые сроки. Для сокращения этих сроков на многих предприятиях внедряются системы автоматизированного проектирования и нормирования технологического назначения, позволяющие автоматизировать этот процесс. В качестве информационного обеспечения этих систем реализуются нормативные рекомендации, принятые в соответствующем виде производства.

В любой отрасли промышленности прежде, чем какое-либо изделие будет запущено в производство и изготовлено (построено, собрано), оно должно быть спроектировано, т.е. должен быть разработан технологический процесс изготовления сначала отдельных составных частей этого изделия, а затем и самого изделия. В каждой отрасли складываются определенные правила проектирования. Эти правила реализуются в виде руководящих материалов (справочников), которые чаще всего представляют собой совокупность определенным образом организованных таблиц и текстовой методики, предусматривающей

порядок чтения этих таблиц и, затем, каким-то образом использование результатов чтения этих таблиц.

Иногда такая методика включает базовую таблицу и к ней комплекс вспомогательных таблиц поправочных коэффициентов, – из базовой таблицы находится базовое значение какого-либо параметра и затем оно последовательно умножается на комплекс поправочных коэффициентов, найденных из вспомогательных таблиц. Другая разновидность методики: комплекс равноправных (равнозначимых) таблиц, из которых определяется набор значений каких-либо параметров, затем эти значения сравниваются между собой и по заданному критерию выбирается одно из них. Таким образом, строится обычно типовая схема работы любых руководящих материалов в любой отрасли промышленности.

Анализ большого количества имеющихся справочников, содержащих такие руководящие технологические материалы, показал наличие в них целого ряда недостатков.

Один из основных недостатков – заключается в том, что таблицы, включенные в руководящие материалы, имеют неравномерную точность по полю таблицы (причем неравномерность может достигать значительных величин, поэтому говорить о какой-то итоговой суммарной точности таких таблиц вообще трудно).

Приведем несколько примеров такой неравномерной точности таблиц из различных нормативных справочников для разных видов машиностроительного производства.

Пример 1. Определение величины подачи при токарной обработке жаропрочных и коррозионностойких сталей (продольное точение и подрезка торцов) на станках с ЧПУ [1] (карта 3) (табл. 1).

Таблица 1

Глубина резания, мм до	Диаметр детали, мм, до				
	18	50	180	500	3150
	Подача, S_0 , мм/об				
2	0,18	0,22 →18%	0,26 →15,4%	0,36 →28%	0,96 →62,5%
3	0,16 ↓ 12,5%	0,20 →20% ↓ 10%	0,23 →13% ↓ 13%	0,32 →28,1% ↓ 12,5%	0,85 →62% ↓ 13%
5	0,13 ↓ 23%	0,17 →23,5% ↓ 17,6%	0,20 →15% ↓ 15%	0,28 →28,6% ↓ 14,3%	0,73 →62% ↓ 16,4%
8	0,11 ↓ 18%	0,15 →26,7% ↓ 13%	0,17 →11,8% ↓ 17,6%	0,24 →29,2% ↓ 16,7%	0,63 →62% ↓ 15,9%
12	–	0,13 ↓ 15,4%	0,15 →13,3% ↓ 13%	0,22 →31,8% ↓ 9%	0,56 →61% ↓ 12,5%
15	–	–	0,14 ↓ 7%	0,20 →30% ↓ 10%	0,52 →61,5% ↓ 7,7%

Здесь в каждой ячейке таблицы кроме самого значения величины подачи по стрелке вправо указано, на сколько процентов значение в ячейке отличается от значения в ячейке слева, а по стрелке вниз – от значения в ячейке сверху.

Анализ показывает, что в зависимости от места в таблице, где находится значение определяемого параметра, по горизонтали минимальная погрешность составляет 11,8%, максимальная – 62,5%; а по вертикали эти значения составляют соответственно 7% и 23%.

Пример 2. Определение неполного штучного времени на наплавку плоских деталей [2] (фрагмент карты 47) (табл.2).

Таблица 2

Ширина наплавляемой поверхности, мм до	Толщина наплавляемого слоя, мм до	Длина наплавки, мм до						
		25	40	50	60	70	80	90
		Неполное штучное время, мин						
10	2	1,06	1,42→25,4%	1,61→11,8%	1,86→13,4%	2,08→10,6%	2,3→9,6%	2,53→9,1%
	3	1,32 ↓ 19,7%	1,78→25,8% ↓ 20,2%	2,07→14% ↓ 22,2%	2,42→14,5% ↓ 23,1%	2,74→11,7% ↓ 24,1%	3,05→10,2% ↓ 24,6%	3,36→9,2% ↓ 24,7%
	4	1,57 ↓ 15,9%	2,12→25,9% ↓ 16%	2,57→17,5% ↓ 19,5%	3→14,3% ↓ 19,3%	3,17→5,4% ↓ 13,6%	3,77→15,9% ↓ 19,1%	4,2→10,2% ↓ 20%
20	2	1,52	2,15→29,3%	2,56→16%	3→14,7%	3,31→9,4%	3,8→12,9%	4,2→9,5%
	3	2,04 ↓ 25,5%	2,92→30,1% ↓ 26,4%	3,52→17% ↓ 27,3%	4,1→14,1% ↓ 26,8%	4,7→12,8% ↓ 29,6%	5,32→11,7% ↓ 28,6%	5,95→10,6% ↓ 29,4%
	4	2,5 ↓ 18,4%	3,68→32,1% ↓ 20,7%	4,45→17,3% ↓ 20,9%	5,2→14,4% ↓ 21,2%	6,05→14% ↓ 22,3%	6,8→11% ↓ 21,8%	7,6→10,5% ↓ 21,7%
30	2	2,12	3,05→30,5%	3,61→15,5%	4,14→12,8%	4,8→13,8%	5,28→9,1%	5,97→11,6%
	3	2,82 ↓ 24,8%	4,25→33,6% ↓ 28,2%	5,05→15,8% ↓ 28,5%	5,93→14,8% ↓ 30,2%	6,8→12,8% ↓ 29,4%	7,65→11,1% ↓ 31%	8,45→9,5% ↓ 29,3%
	4	3,5 ↓ 19,4%	5,2→32,7% ↓ 18,3%	6,45→19,4% ↓ 21,7%	7,6→15,1% ↓ 22%	8,8→13,6% ↓ 22,7%	9,4→6,4% ↓ 18,6%	10,5→10,5% ↓ 19,5%

В данной таблице по горизонтали минимальная погрешность составляет 5,4%, максимальная – 33,6%; а по вертикали эти значения составляют соответственно 13,6% и 31%.

Пример 3. Определение неполного штучного времени на садку при термообработке (закалка, отпуск, отжиг, нормализация) в камерных печах при загрузке деталей на под печи навалом вручную [3] (фрагмент карты 28) (табл.3).

Таблица 3

Количество деталей или	Масса детали или связка, Q, кг до							
	0,5	1,0	1,6	3,0	5	8	12	20
	Время на одну садку, мин							
20		0,61	0,71→14%	0,85→16%	1,0→15%	1,14→12%	1,30→12%	1,51→14%
25	0,6 ↓ 16%	0,73→18% ↓ 16%	0,84→13% ↓ 15%	1,02→18% ↓ 17%	1,2→15% ↓ 17%	1,36→12% ↓ 16%	1,54→12% ↓ 16%	1,8→14% ↓ 16%
32	0,72 ↓ 17%	0,89→19% ↓ 18%	1,02→13% ↓ 18%	1,23→17% ↓ 17%	1,44→15% ↓ 17%	1,65→13% ↓ 18%	1,86→11% ↓ 17%	2,16→14% ↓ 17%
40	0,85 ↓	1,06→20% ↓	1,21→12% ↓	1,45→17% ↓	1,71→15% ↓	1,95→12% ↓	2,21→12% ↓	2,58→14% ↓

Количество деталей или	Масса детали или связка, Q, кг до							
	0,5	1,0	1,6	3,0	5	8	12	20
	Время на одну садку, мин							
	15%	16%	16%	15%	16%	15%	16%	16%
50	1,0 ↓ 15%	1,26→21% ↓ 16%	1,43→12% ↓ 15%	1,74→18% ↓ 17%	2,02→14% ↓ 15%	2,32→13% ↓ 16%	2,62→11% ↓ 16%	3,06→14% ↓ 16%
60	1,16 ↓ 14%	1,5→23% ↓ 16%	1,65→9% ↓ 13%	2,0→18% ↓ 13%	2,3→13% ↓ 12%	2,76→17% ↓ 16%	3,02→9% ↓ 13%	
80	1,45 ↓ 20%	1,79→19% ↓ 16%	2,06→13% ↓ 20%	2,48→17% ↓ 19%	2,89→14% ↓ 20%	3,3→12% ↓ 16%	3,76→12% ↓ 20%	
100	1,72 ↓ 16%	2,12→19% ↓ 16%	2,44→13% ↓ 16%	2,95→17% ↓ 16%	3,44→14% ↓ 16%	3,96→13% ↓ 17%		
125	2,05 ↓ 16%	2,52→19% ↓ 16%	2,9→13% ↓ 16%	3,5→17% ↓ 16%	4,08→14% ↓ 16%	4,7→13% ↓ 16%		

Как видно, во всех указанных нормативных справочниках (из разных видов машиностроительного производства: обработка резанием, сварочные работы, термообработка) выявляется такая неравномерная точность значений нормируемых параметров по полю таблиц.

В качестве решения для устранения указанных недостатков для обеспечения гарантированной равномерной точности по всему полю нормативной таблицы было предложено применение равноотчных рядов нормируемых параметров и построенных на них многофакторных карт-номограмм (т.е. модернизация нормативной методики на уровне нормативных справочников).

В качестве основы для построения равноотчных рядов естественным образом могут использоваться положения ГОСТ 8032-84, касающиеся рядов предпочтительных чисел на основе геометрической прогрессии:

$$a_{\pm n} = a_0(1 \pm q)^n, \text{ где } q - \text{знаменатель прогрессии.}$$

Построение нормативной карты, основанной на принципе равноотчного ряда, производится следующим образом: на диапазон значений нормируемого (искомого) параметра, который описывается в таблице, накладывается равноотчный ряд его значений, а затем, используя функциональную зависимость определяемого параметра от исходных данных, обратным ходом находят соответствующие значения исходных параметров, которые и заносятся в шапку таблицы [4].

Практический опыт построения равноотчных нормативных таблиц показал, что наиболее приемлемыми, с точки зрения точности, объема информации и удобства чтения оказались таблицы, построенные на 10%-ном равноотчном ряде (при $q=0,1$).

Используя указанный принцип построения нормативных таблиц, был разработан и издан нормативный справочник по всем видам токарных работ, в реализации которого автор принимала непосредственное участие [5].

В указанном нормативном справочнике, кроме реализации принципа равномерной точности всех таблиц, удалось добиться более плотной упаковки информации в таблицах путем увеличения количества учитываемых факторов в каждой нормативной таблице, сократив тем самым количество самих таблиц в алгоритмической цепочке.

Сокращение длины цепочки нормативных таблиц стало возможным путем перевода части учитываемых факторов из таблиц поправочных коэффициентов в базовую таблицу, а

также объединения нескольких таблиц поправочных коэффициентов – в одну. Такое решение возможно, именно благодаря изменению формы представления нормативной информации, и вместо классических односторонних или двухсторонних таблиц решений, используемых в большинстве известных нормативных справочников, применить форму представления информации в виде таблиц-номограмм. А использование в таблице-номограмме для представления учитываемых параметров 10%-ного равноточного ряда позволяет с одной стороны – значительно сократить размеры самой таблицы, а, с другой стороны, увеличить количество учитываемых факторов.

Таким образом, использование в качестве формы представления информации – таблиц-номограмм позволяет сократить длину алгоритмической цепочки и уменьшить количество таблиц до 2,5 раз. Кроме этого, возникает дополнительный эффект, – так как таблицы-номограммы поправочных коэффициентов построены по принципу 10%-ного равноточного ряда, а поправочные коэффициенты обеспечивают увеличение или уменьшение табличных значений на одну величину (в процентах), то умножение на величину коэффициента достигается простым сдвигом по ряду значений в сторону увеличения или уменьшения на необходимое количество шагов.

Библиографический список:

1. Гузеев В.И., Батуев В.А., Сурков И.В. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник. 2-е изд. / под. Ред. В.И. Гузеева. – М.: Машиностроение, 2007, 364 с.
2. Общемашиностроительные нормативы времени на газовую сварку, газовую, газоплазменную и кислородно-флюсовую резку черных, коррозионностойких и цветных металлов. – Москва: Экономика, 1989, 173 с.
3. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на термическую обработку металла в печах, ваннах и установках ТВЧ. – Москва: Экономика, 1988, 88 с.
4. Сазонова Н.С. Совершенствование методик нормирования технологических процессов машиностроения на основе системного подхода. Сб. науч. трудов I заочн. науч.-техн. конф. «Технологическое обеспечение машиностроительных производств». – Челябинск, Изд. Центр ЮурГУ, 2014. С. 172-179.
5. Обработка на токарных станках: наладка, режимы резания: справочник / под общей ред. А.А. Кошина. – Челябинск: Сити-Принт, 2012. – 744 с.

УДК 62.02
ГРНТИ 55.03.14

ЭКЗОСКЕЛЕТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Миронова Е. Е., Мутохляев Г. А., Зубова Н. В.

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

Grigoriy363@yandex.ru

Данный проект был проведён с целью создания модели экзоскелета с независимой энергосистемой, так как именно этот аспект является альтернативой главной проблемы всех существующих экзоскелетных систем.

В процессе выполнения научно-исследовательской работы нами была изучена тематика экзоскелетных систем, получены знания об известных моделях на рынке, проведена

сравнительная характеристика существующих моделей, выявлен общий недостаток, на основании чего спроектирована эскизная модель в системе CAD.

Предложенная схема экзоскелета, работающая по принципу использования веса механизма для его поступательного движения, а именно работы за счёт собственного веса человека, является серьезным шагом к развитию дальнейших проектов.

Все приведенные расчёты подтвердили гипотезу, на основании чего можно говорить об удачном исследовании и дальнейшей доработки проекта.

Ключевые слова: экзоскелет, биомеханика, гидроцилиндр, пластинчатый гидромотор.

EXOSKELETON TECHNOLOGY

Mironova E. E., Mutokhlyayev G. A., Zubova N. V.

TTI NRNU MEPhI, Trekhgorny

This project was carried out with the aim of creating a model of an exoskeleton with an independent power system, since this aspect is an alternative to the main problem of all existing exoskeletal systems.

In the course of research, we studied the subject of exoskeletal systems, gained knowledge about well-known models on the market, conducted a comparative characteristic of existing models, identified a common drawback, on the basis of which a draft model was designed in the CAD system.

The proposed scheme of the exoskeleton, which works on the principle of using the weight of the mechanism for its forward movement, namely, working at the expense of the person's own weight, is a serious step towards the development of further projects.

All these calculations confirmed the hypothesis, on the basis of which we can talk about a successful study and further development of the project.

Keywords: exoskeleton, biomechanics, hydraulic cylinder, plate hydraulic motor.

На сегодняшний день мы имеем современные качественные модели, однако они схожи в одном очень важном недостатке – энергетической зависимости от источников питания. Неудобство таких систем напрямую связано со временем работы экзоскелета, которое в свою очередь зависит от источников внешнего питания. Стандартная система экзоскелета подразумевает питание от аккумуляторов, которые крепятся на спине с помощью кабелей и тросиков. Решением данной проблемы может служить принцип движения, при котором нагрузка, создаваемая в опорах, преобразуется в кинетическую энергию поступательного движения.

Что и является гипотезой нашего проекта: возможно ли использовать вес механизма для его поступательного движения?

На основании чего была поставлена цель: создать экзоскелет, который движется за счёт суммарного веса (экзоскелета, полезной нагрузки и веса человека).

А также определены следующие задачи:

- на основании анализа существующих систем, дать решение проблемы;
- предложить принципиальную схему устройства, работающую по данной идее;
- определить возможность осуществимости такого устройства;
- провести структурный анализ механизма;
- провести кинематический анализ механизма;
- провести силовой расчёт;
- определить теоретически необходимые характеристики элементов гидросистем (гидроцилиндров и гидромоторов);
- подобрать элементы системы и спроектировать модель экзоскелета.

Для решения поставленной цели, предложим следующий механизм. В «ногах» экзоскелета установить гидроцилиндры, которые будут сжиматься под общей массой, во время движения тем самым подавая рабочую жидкость в общий аккумулирующий гидроцилиндр.

Гидроцилиндр в свою очередь направит необходимый объём в поворотные механизмы, расположенные в «суставах» экзоскелета. В качестве поворотных механизмов используем поворотные гидроцилиндры или пластинчатые гидромоторы. Поворотные гидроцилиндры отличаются меньшей массой и оптимальны для низких оборотов, но пластинчатые гидромоторы используют гораздо меньший рабочий объём и работают на более высоких давлениях, но имеют проблемы при работе на низких оборотах. В дальнейшем мы предлагаем разработать гибрид поворотного гидроцилиндра и пластинчатого гидромотора.

Гидравлика более предпочтительна из-за более высокого КПД, но так же возможна схема с использованием электроприводов, что мы рассмотрим в дальнейшем развитии работы.

Проведём кинематический и динамический анализ такого механизма, когда он движется со скоростью шага (5,5 – 6,5 км/ч). Создавая экзоскелет, как механизм копирующий биомеханику человека представим нижнюю его часть в качестве рычажного механизма, рисунок 1.1. Для рычага принимаем следующие параметры: массы стержней каркаса, равными $m_1^{\text{ст}} = 3$ кг и $m_2^{\text{ст}} = 5$ кг, длины стержней каркаса, равными $l_1 = 0,3$ м и $l_2 = 0,5$, массы гидромоторов, равными $m_1^{\text{г}} = 15$ кг и $m_2^{\text{г}} = 20$ кг, время, за которое совершается движение $t = 1$ с.

В таком случае правая нога, принимаемая как опора, будет представлять собой начальный вращательный механизм, рисунок 2.1.

Что бы отобразить влияние верхней части экзоскелета, воздействие полезной нагрузки и веса человека приложим к точке В массу $M = 200$ кг. В дальнейшем развитии работы верхнюю часть экзоскелета будем рассматривать в качестве звена 2.

Левая нога при этом представляет собой группу Ассур 2 класса 1 вида состоящую из двух кулис 3 и 4, рисунок 2.1, составляющих вращательную кинематическую пару $B_{3,4}$.

Но при этом кулисы 3 и 4 движутся иначе. Так необходимо, что бы перед переносом нагрузки на левую ногу (звено 3 и 4) имелся зазор $h = 0,1$ м, который позволит сработать гидроцилиндру. Это положение обозначим как положение 0.

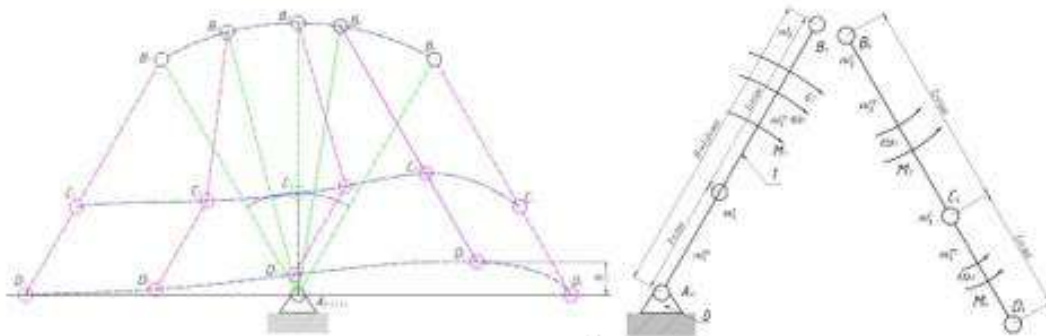


Рисунок 1 – Структурный анализ

В результате анализа механизма определим: $M_1 = 300,141$ Н·м, $\omega_1 = 2,094$ с⁻¹, $\varepsilon_1 = 2,094$ с⁻², $M_3 = 1,344$ Н·м, $\omega_3 = 2,599$ с⁻², $\varepsilon_3 = 3,224$ с⁻², $M_4 = 6,372$ Н·м, $\omega_4 = 8,619$ с⁻², $\varepsilon_4 = 35,469$ с⁻².

Считая, что суммарный вес экзоскелета вместе с человеком и полезной нагрузкой составит 300 кг и принимая рабочее давление в системе равное 10 Мпа.

Тогда объём цилиндра $V_{\text{ц}}$ можно определить по формуле (1.1).

$$V_{\text{ц}} = \frac{Fh}{P}, \quad (1.1)$$

где $V_{\text{ц}}$ – объём цилиндра, м^3 ; F – сила, действующая на цилиндр, Н; h – ход штока, м.

Принимая, что $F = 3000 \text{ Н}$, $h = 0,1 \text{ м}$, $P = 10 \text{ МПа}$ получим:

$$V_{\text{ц}} = \frac{3000 \text{ Н} \cdot 0,1 \text{ м}}{10 \cdot 10^6 \text{ Па}} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 = 0,03 \text{ л}$$

Рассмотрим применение пластинчатых гидромоторов. Так как гидромоторам необходимо совершать поворот только в пределах 90° (для шага 60°) объём цилиндра $V_{\text{ц}}$ будет равен одной четвёртой суммы рабочих объёмов гидромоторов W_1 и W_2 , формула (1.2).

$$V_{\text{ц}} = \frac{1}{4}W_1 + \frac{1}{4}W_2 \quad (1.2)$$

Из предыдущего раздела, имеем следующие параметры моментов $M_3 = 1,344 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и $M_4 = 6,372 \text{ Н} \cdot \text{м}$ определяющих динамику звена 3 и 4, при шагательном движении.

Найдём соотношение этих моментов, формула (1.3). Так же будем считать, что это же соотношение будет выполняться для гидромоторов.

$$\frac{M_T^1}{M_T^2} = \frac{M_3}{M_4} = \frac{1,344}{6,372} = 0,211, \quad (1.3)$$

Определим теоретический крутящий момент гидромотора по формуле (1.4) и его рабочий объём, формула (1.5).

$$M_T = 2(M_1 - M_2) = pB(R^2 - r_0^2), \quad (1.4)$$

где M_T – теоретический крутящий момент гидромотора, $\text{Н} \cdot \text{м}$; M_1 и M_2 – моменты пластин находящихся под углом 90° , $\text{Н} \cdot \text{м}$; p – давление в гидромоторе, Па; B – ширина ротора, м; R – наибольший постоянный радиус статора, м; r_0 – наименьший постоянный радиус статора, м.

$$W = 2B(R - r_0)[\pi(R + r_0) - bz], \quad (1.5)$$

где W – рабочий объём гидромотора, м^3 ; b – толщина пластины, м; z – число пластин.

Примем для первого гидромотора ширину ротора $B = 2 \text{ см}$, давление в гидромоторе $p = 10 \text{ МПа} = 102 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$, соотношение $n = \frac{R_1}{r_{0.1}} = 1,27$, получим формулы (1.6) и (1.7).

$$M_T^1 = 102 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} \cdot 2 \text{ см} (1,27^2 r_{0.1}^2 - r_{0.1}^2) = 125,032 r_{0.1}^2, \quad (1.6)$$

$$W_1 = 7,702 r_{0.1}^2 - 1,296 r_{0.1}, \quad (1.7)$$

Примем для второго гидромотора ширину ротора $B = 2,5 \text{ см}$, давление в гидромоторе $p = 10 \text{ МПа} = 102 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$, соотношение $n = \frac{R_2}{r_{0.2}} = 1,2$, получим формулы (1.8) и (1.9).

$$M_T^2 = 102 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} \cdot 2,5 \text{ см} (1,2^2 r_{0.2}^2 - r_{0.2}^2) = 112,2 r_{0.2}^2, \quad (1.8)$$

$$W_2 = 6,912 r_{0.2}^2 - 1,2 r_{0.2}, \quad (1.9)$$

Решая совместно формулы (1.2), (1.3), (1.6), (1.7), (1.8), (1.9), получим окончательные характеристики теоретических моментов, рабочих объёмов и угловых скоростей представлены в таблице 1.1.

Таблица 1 – Характеристики отдельных компонентов

Гидромоторы	Теоретический крутящий момент гидромотора, M_T , кгс · см	Рабочий объём гидромотора, W , см^3
1	451,366	25,342
2	1536	90,185

Проанализировав предложения на рынке, пришли к нижеследующему выбору. Следует использовать пластинчатые гидромоторы компании Parker, рисунок 1.2. В качестве первого

гидромотора используем модель МЗВ 027, рисунок 1.2, на место второго устанавливаем гидромотор серии М4С 075, характеристики указаны в таблице 1.2.

Таблица 2 – Характеристики МЗВ 027 и М4С 075

Гидромотор	Характеристики		
	Масса, кг	Теоретический рабочий объем, мл/об.	Крутящий момент, Нм/бар
МЗВ 027	8,00	27,80	0,485
М4С 075	15,40	80,10	1,27



Рисунок 2 – МЗВ 027, М4С 075

На сегодняшний день в России на тяжелых физических операциях занято около пяти миллионов человек, а нарушения охраны труда наносят национальной экономике ущерб более чем в 1,5 триллиона рублей в год. Но, к сожалению, полностью заменить ручной труд машинным на данном этапе невозможно.

Во-первых, для ряда операций пока еще необходим человеческий интеллект, опыт и навыки. Во-вторых, чтобы полностью перейти на машинный труд, большинству предприятий потребуется полная реконструкция процессов, к которой готово далеко не каждое из них. Наконец, зачастую стоимость промышленных роботов намного выше человеческого труда. Экзоскелеты же существенно дешевле, не требуют глобальной модернизации производства и при этом значительно повышают безопасность и эффективность ручного труда.

Да, вероятно, в будущем машины смогут полностью заменить человека, но пока до этого далеко, нужны гибкие переходные решения – и экзоскелеты являются одним из таких примеров.

Библиографический список

1. Зайченко, И.З. Пластинчатые насосы и гидромоторы / И. З. Зайченко, Л.М. Мышлевский – Москва: Машиностроение, 1970. – 229 с.
2. Башта, Т.М. Объемные гидравлические приводы / Т.М. Башта, И.З. Зайченко – Москва: Машиностроение, 1969. – 628 с.
3. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя / В.И. Анурьев – Москва: Машиностроение, 1979. – 928 с.
4. Дубровский, В.И. Биомеханика / В.И. Дубровский, В.Н. Федорова – Москва: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 672 с.
5. Галдин, Н.С. Основы гидравлики и гидропривода / Н.С. Галдин – Омск: Изд-во СиБАДИ, 2006. – 145 с.

МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

УДК 004.056.5
ГРНТИ 20.51

РАСПРОСТРАНЕННЫЕ УЯЗВИМОСТИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ

Абросимова П. И., Кащей В. М.

*Технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ?
г. Лесной, Свердловская область*

PIAbrosimova@mephi.ru, spanch-kash@yandex.ru

С каждым годом количество веб-приложений и сайтов возрастает, поэтому на первый план выходит вопрос безопасности разрабатываемых систем. В данной статье рассматриваются самые распространенные уязвимости веб-приложений и способы защиты от них.

Ключевые слова: безопасность, уязвимости веб-приложений, защита информации, SQL инъекции, XXS, LFI/RFI.

COMMON WEB APPLICATION VULNERABILITIES AND THE WAYS OF PROTECTING

Abrosimova P. I., Kashey V. M.

IT NRNU MEPhI, Lesnoy

With each passing year the number of web applications and sites is significantly increasing, so the issue of security of the developed systems is of great importance. This article is devoted to the most common vulnerabilities in web applications and ways of protecting.

Keywords: security, web application vulnerabilities, information protection, SQL injection, XXS, LFI/RFI.

Количество веб-сайтов растет с каждым днем и на начало 2021 года составило более 1.83 миллиарда. Кроме того, каждое мобильное приложение, которое использует функции авторизации, сохранения данных о пользователе взаимодействует с веб-сервером по тем же технологиям. Учитывая огромное количество пользователей и приложений, можно сделать вывод о том, насколько важным аспектом является информационная безопасность разрабатываемых систем. Без должного внимания к вопросам безопасности под ударом могут оказаться конфиденциальные пользовательские данные, денежные средства, а также их физическая безопасность.

В 19% веб-приложений есть уязвимости, которые позволяют злоумышленнику получить контроль как над самим приложением, так и над операционной системой сервера. В большинстве случаев веб-приложения уязвимы из-за ошибок в коде. Изменениями в конфигурации могут быть устранены только 17% уязвимостей, причем большинство из них имеют низкий уровень риска. Для устранения критически опасных уязвимостей, как правило, потребуется внести исправления в код. Проведем анализ уязвимостей и рассмотрим методы

защиты, которые позволят защитить веб-приложение от самых частых атак, которые применяют злоумышленники [2, 3].

Одной из самых популярных атак являются атаки класса «Инъекции», они занимают лидирующую строчку рейтинга OWASP Top 10 [1], встречаясь практически повсеместно и являясь крайне разнообразными в реализации. Уязвимости подобного класса начинаются SQL-инъекциями, в различных его вариациях, и заканчивая RCE — удаленным выполнением кода. Каждый раз с любым приложением, где бы не эксплуатировалась SQL-инъекция, используются следующие три базовых правила внедрения:

- балансировка;
- внедрение;
- комментирование.

Балансировка заключается в том, что количество открывающих и закрывающих кавычек и скобок должно быть одинаковым, чтобы не вызвать ошибку синтаксиса. При исследовании ошибки нужно определить, используются, и если используются, то какие кавычки и скобки.

Внедрение заключается в дополнении запроса в зависимости от информации, которую мы хотим получить.

Комментирование позволяет отсечь заключительную часть запроса, чтобы она не нарушала синтаксис.

Главными признаками наличия SQL-инъекции является вывод ошибки или отсутствие вывода при вводе одинарной или двойной кавычки. Эти символы могут вызвать ошибку и в самом приложении, поэтому чтобы быть уверенным, что это действительно SQL-инъекция, а не другая ошибка, нужно изучить выводимое сообщение [4].

Самым простым и действенным методом устранения подобных уязвимостей является использование проверенных готовых библиотек для работы с базой данных, которые экранируют инъекции.

Следующая критичная уязвимость - межсайтовый скриптинг. Эта уязвимость, встречается на данный момент значительно реже, чем раньше, согласно рейтингу OWASP Top 10, однако является уязвимостью высокой степени опасности, поскольку может использоваться для изменения DOM-модели сайта, что в свою очередь позволит похитить учетные данные администратора сайта и получить полный контроль над уязвимым приложением.

При эксплуатации XSS уязвимости злоумышленник может преследовать следующие цели:

- Изменение настроек.
- Кража файлов куки.
- Размещение ложной рекламы.
- Хищение токенов форм для проведения CSRF атак.

Чтобы не допустить XSS необходимо тщательно контролировать контент, выводимый пользователю. Если он может быть модифицирован - применять экранирование.

Уязвимости класса LFI/RFI позволяют злоумышленникам через браузер включать локальные и удаленные файлы на сервере в ответ от веб-приложения. Эта брешь присутствует там, где отсутствует корректная обработка входных данных, которой может манипулировать злоумышленник, инжектировать символы типа path traversal и включать другие файлы с веб-сервера.

Простейшим примером данной уязвимости может быть использование директивы include с использованием в качестве параметра необработанного пользовательского ввода. Если в конфигурации сервера разрешено загружать файлы с других серверов, то злоумышленник может передать в ввод ссылку на свой вредоносный код, таким образом он будет выполнен на уязвимом сервере.

В качестве защиты рекомендуется использовать самые последние версии средств разработки, а также проверять или по возможности исключить пользовательский ввод из использования директив подключения исполняемых файлов.

Следующий тип атак - атаки через JSON. Простая инъекция JSON на стороне сервера может быть выполнена в PHP следующим образом:

- Сервер хранит пользовательские данные в виде строки JSON, включая тип учетной записи;
- Имя пользователя и пароль берутся непосредственно из пользовательского ввода без очистки;
- Строка JSON формируется с помощью простой конкатенации;
- Злоумышленник добавляет данные к своему имени пользователя;

Захват JSON — атака, в некотором смысле похожая на подделку межсайтовых запросов (CSRF), при которой злоумышленник старается перехватить данные JSON, отправленные веб-приложению с веб-сервера:

- Атакующий создает вредоносный веб-сайт и встраивает скрипт в свой код, который пытается получить доступ к данным JSON от целевого веб-приложения;
- Пользователь, взаимодействующий с целевым веб-ресурсом, посещает вредоносный сайт (например, за счет приемов социальной инженерии);
- Поскольку политика одинакового происхождения (SOP) позволяет включать и выполнять JavaScript с любого сайта в контексте любого другого сайта, пользователь получает доступ к данным JSON;
- Вредоносный сайт перехватывает данные JSON.

Защитой является проверка и экранирование JSON спецсимволов перед конкатенацией.

Следующий тип атак, который хотелось бы рассмотреть – это атака внешней сущности XML (XML External Entity). Это тип атаки, в котором используется широко доступная, но редко используемая функция синтаксических анализаторов XML. Используя XXE, злоумышленник может вызвать отказ в обслуживании (DoS), а также получить доступ к локальному и удаленному контенту и службам. XXE может использоваться для выполнения подделки запросов на стороне сервера (SSRF), заставляя веб-приложение выполнять запросы к другим приложениям. В некоторых случаях с помощью XXE может даже выполнить сканирование портов и удаленное выполнение кода [4].

В виду того, что XML (Extensible Markup Language) очень популярный формат данных, он используется во всем: от веб-сервисов (XML-RPC, SOAP, REST) до документов (XML, HTML, DOCX) и файлов изображений (данные SVG, EXIF). Для интерпретации данных XML приложению требуется анализатор XML, известный как XML-процессор. XML можно использовать не только для объявления элементов, атрибутов и текста. XML-документы могут быть определенного типа. Тип указывается в самом документе, объявляя определение типа. Анализатор XML проверяет, соответствует ли XML-документ указанному типу, прежде чем обрабатывать документ. Существует два варианта определений типов: определение схемы XML (XSD) или определение типа документа (DTD). Уязвимости XXE встречаются в последнем варианте. Хотя DTD можно считать устаревшими, но он все еще широко используется.

Фактически, объекты XML могут поступать практически откуда угодно, включая внешние источники. При этом, XXE может стать разновидностью атаки подделки запросов на стороне сервера (SSRF). Злоумышленник может создать запрос, используя URI (известный в XML как системный идентификатор). Если синтаксический анализатор XML настроен для обработки внешних сущностей, веб-сервер вернет содержимое файла в системе, потенциально содержащего конфиденциальные данные.

Злоумышленник, как правило, не ограничивается системными файлами. Можно легко заполучить и другие локальные файлы, включая исходный код, если известно расположение файлов на сервере или структура веб-приложения. Атаки на внешние объекты XML могут

позволить злоумышленнику выполнять HTTP-запросы к файлам в локальной сети т.е. доступным только из-за брандмауэра.

Практически все уязвимости XXE возникают из-за того, что библиотека синтаксического анализа XML-приложения поддерживает потенциально опасные функции XML, которые приложению не нужны или не предназначены для использования. Самый простой и эффективный способ предотвратить атаки XXE — отключить эти функции.

Также критичными являются уязвимости, связанные с недостатками механизмов аутентификации и управления сессиями, которые могут стать причиной несанкционированного доступа к функциональным возможностям веб-приложения или его контенту. Например, утечка данных 21 млн пользователей сервиса Timehop произошла по вине злоумышленника, который завладел учетными данными администратора. Дальнейшие действия злоумышленника оказались успешны из-за отсутствия двухфакторной аутентификации.

Необходимо использовать многофакторную аутентификацию для противодействия атакам с украденными учетными данными (credential stuffing).

Также распространенной уязвимостью являются заданные в коде пароли. Многие разработчики жестко задают пароли в коде, например, для доступа к СУБД или к API сторонних систем. Злоумышленник, получивший доступ к исходному коду, может воспользоваться этими учетными данными для несанкционированного доступа к соответствующим системам и кражи информации. Кроме того, в ряде случаев жестко заданные пароли не отвечают минимальным требованиям к стойкости, а значит — могут быть успешно подобраны в результате брутфорс-атак. В свою очередь, смена скомпрометированного пароля потребует внесения изменений в код.

Сообщество OWASP выделяет также ряд уязвимостей, не вошедших ни в одну из категорий Top 10, наличие которых рекомендуется проверять. В этом списке есть возможность загрузки произвольных файлов — критически опасная уязвимость, которая позволяет злоумышленнику загружать на сервер исполняемые файлы и выполнять код, что может привести к получению им полного контроля над веб-приложением и сервером.

Необходимо ограничивать пользователя в возможности загрузки файлов на сервер. Например, если пользователь загружает свою фотографию, то не позволять загрузить файл с иным расширением.

Разработка веб-приложений набирает в последние годы всю большую популярность. Для того, чтобы сайт или веб-приложение отвечали всем требованиям безопасности необходимо знать и уметь предотвращать возможные уязвимости. Для этого достаточно соблюдать простые практики в ходе разработки, которые были изложены для каждой уязвимости.

Библиографический список

1. OWASP Top Ten Web Application Security Risks // OWASP. URL: <https://owasp.org/www-project-top-ten> (дата обращения 11.02.2021).
2. Статистика уязвимостей веб-приложений в 2018 году // Positive Technologies. URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/web-application-vulnerabilities-statistics-2019/> (дата обращения 11.02.2021).
3. Интернет статистика // Лучшие хостинговые компании (2021). URL: <https://www.websitehostingrating.com/ru/internet-statistics-facts/> (дата обращения 11.02.2021).
4. Безопасность веб-приложений: от уязвимостей до мониторинга // Хабр. URL: <https://habr.com/ru/post/526878/> (дата обращения 11.02.2021).

УДК 004.42
ГРНТИ 20.23.17

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ВЫЧИСЛЕНИЯ FUTURE/PROMISE ДЛЯ РАБОТЫ С ТОПОГРАФИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ

Абросимова П. И., Горшунов Д. О.

*Технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,
г. Лесной, Свердловская область*

PIAbrosimova@mephi.ru, conelove@yandex.com

На сегодняшний день информационные технологии неотъемлемо связаны с повседневной деятельностью человека и быстрое получение различной информации из информационных систем является важным критерием качества информационной системы. В данной статье рассматривается использование асинхронного вывода информации реализованной с помощью стратегии вычисления future/promise на примере работы с базой данных, хранящей изображения тайлов карты.

Ключевые слова: асинхронный ввод/вывод, стратегия вычислений future/promise, базы данных, C++, программирование.

APPLYING THE STRATEGY OF EVALUATING FUTURE/PROMISE TO WORK WITH TOPOGRAPHIC DATA

Abrosimova P. I., Gorshunov D. O.

TI NRNU MEPhI, Lesnoy

Nowadays information technology is closely connected with the daily routine of people and the rapid receiving of various pieces of information from information systems is an essential criterion of the quality of any information system. This article is devoted to the usage of asynchronous information output implemented by applying the future/promise calculation strategy using an example of working on a database stored a map tiles.

Keywords: asynchronous I/O, future/promise strategy, databases, C ++, programming

В повседневной жизни человеку приходится оперировать большим количеством различной информации. Именно поэтому в последние годы на первый план выдвигается новая отрасль – информационная индустрия, связанная с производством технических средств, методов, технологий для производства новых знаний. Эта индустрия тесно связана с развитием компьютерных технологий и методов получения быстрого доступа к различным данным и информации.

На сегодняшний день существует два метода организации ввода-вывода информации: синхронный и асинхронный и множество вариантов их реализации. Рассмотрим подробнее асинхронный ввод-вывод и конкретную его реализацию – стратегию вычисления future/promise.

Асинхронный ввод-вывод – форма ввода-вывода, допускающая продолжение вычисления до окончания передачи данных. Как правило, входные и выходные операции обычно несколько медленнее, чем обработка данных. Так, устройство ввода-вывода чаще всего работает более медленно по сравнению с оперативной памятью. Например, операция диска занимает десять миллисекунд, в то время как процессор, работающий на частоте 1 ГГц, может выполнить десять миллионов циклов за это же время.

Одним из преимуществ неблокирующего ввода-вывода является эффективное использование ресурсов процессора. Например, в приложениях с графическим интерфейсом зачастую может возникнуть проблема блокировки цикла событий при длительной операции, тем самым сделать приложение неотзывчивым к пользователю или, проще говоря, подвиснуть. Именно для исключения таких ситуаций применяется неблокирующий (асинхронный) ввод-вывод. Также такой подход применяется в сетевых приложениях, где важно обслуживать одновременно несколько клиентов в одном потоке выполнения, в ином случае достаточно одного «медленного» клиента для замедления всего потока.

Одним из способов реализации асинхронного ввода-вывода является стратегия вычисления future/promise. Конструкции future и promise формируют стратегию вычисления для параллельных вычислений. С их помощью описывается объект, к которому можно обратиться за результатом, вычисление которого не завершено на данный момент.

Под future обычно понимается переменная, доступная для чтения, а promise – это изменяемый контейнер с одиночным присваиванием, который передает значение во future (рис. 1). С одним future может быть связано несколько значений promise, однако только один promise может присвоить значение future. [2]

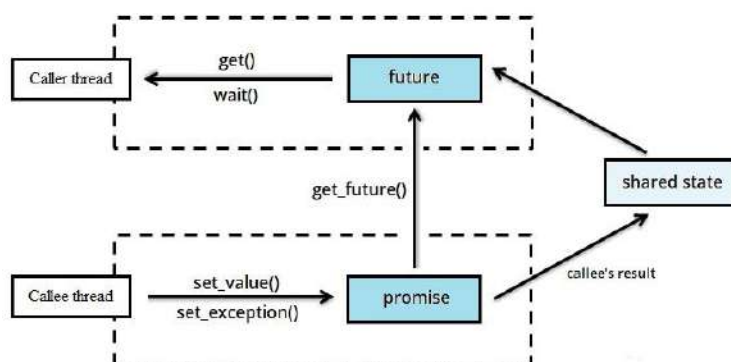


Рисунок 4 – Схема стратегии future/promise

Стратегия вычисления call by future – недетерминированная. Это значит, что значение future будет вычислено после создания, но перед использованием. Вычисление может начаться сразу после создания или в момент потребности значения. После вычисления результата future, в некоторых случаях, при последующих обращениях он не будет вычисляться заново. Рассмотрим работу данной стратегии на примере работы с картой некоторой местности.

Электронная карта (ЭК) – цифровая картографическая модель; визуализированная или подготовленная к визуализации на экране средства отображения информации в специальной системе условных знаков, содержание которой соответствует содержанию карты определенного вида и масштаба,[2] или картографическое произведение в электронной (безбумажной) форме, представляющее собой цифровые данные (в том числе цифровые карты или слои данных ГИС), как правило, в записях на диске CD-ROM, вместе с программными средствами их визуализации, обычно картографическим визуализатором или картографическим браузером (map browser) [1]

Картой, которая будет использована в рамках данной статьи, является OpenStreetMap (далее – OSM). Данная карта является свободным некоммерческим веб-картографическим проектом. Данные проекта распространяются по лицензии Open Database License [5]. Готовые для использования карты можно получить с сайта OSM в исходном формате.

Для работы с картой была разработана база данных, в которой будут храниться координаты, по которым располагаются тайлы (куски карты). Она состоит из одной таблицы, которая будет содержать ключ, координаты, глубину и наименование тайла. Для разработки базы использовался MySQL как свободно распространяемый и удобный в использовании продукт от компании Oracle [6].

Работа приложения начинается с запуска потока пользовательского интерфейса (на схеме GUI) (рис. 2). Далее потоку необходимо отправить запрос на получение тайлов карты. Для предотвращения подвисаний интерфейса данную работу было решено делегировать отдельному потоку (на схеме Network). Он, в свою очередь, отправляет запросы на получение тайлов с сервера последовательно. Далее картинки, полученные в формате base64 нужно конвертировать в изображения и привести к масштабу карты. Это реализовано при помощи использования потоков, порожденных thread pool. Перед тем, как такой поток закончит работу, он отправляет готовую картинку потоку GUI, через promise, для его дальнейшего размещения на карте.

Данная схема имеет недостаток: работа алгоритма сериализуется в нити выполнения потока Network. Сильное замедление ожидается в моменты отправки запроса и ожидания ответа от сервера.

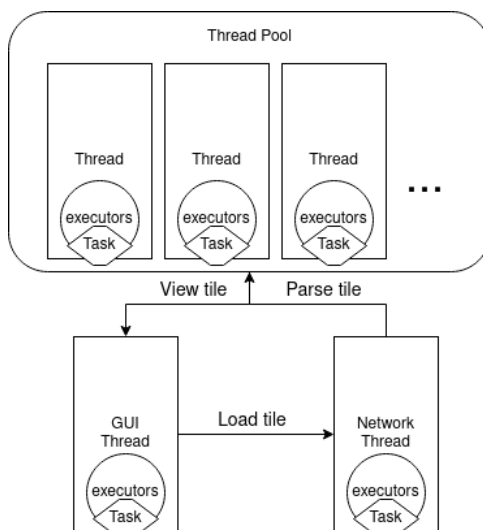


Рисунок 5 – Адаптированная схема стратегии future/promise

Диаграмма классов, представленная на рисунке 3, наглядно представляет адаптацию стратегии future/promise [4].

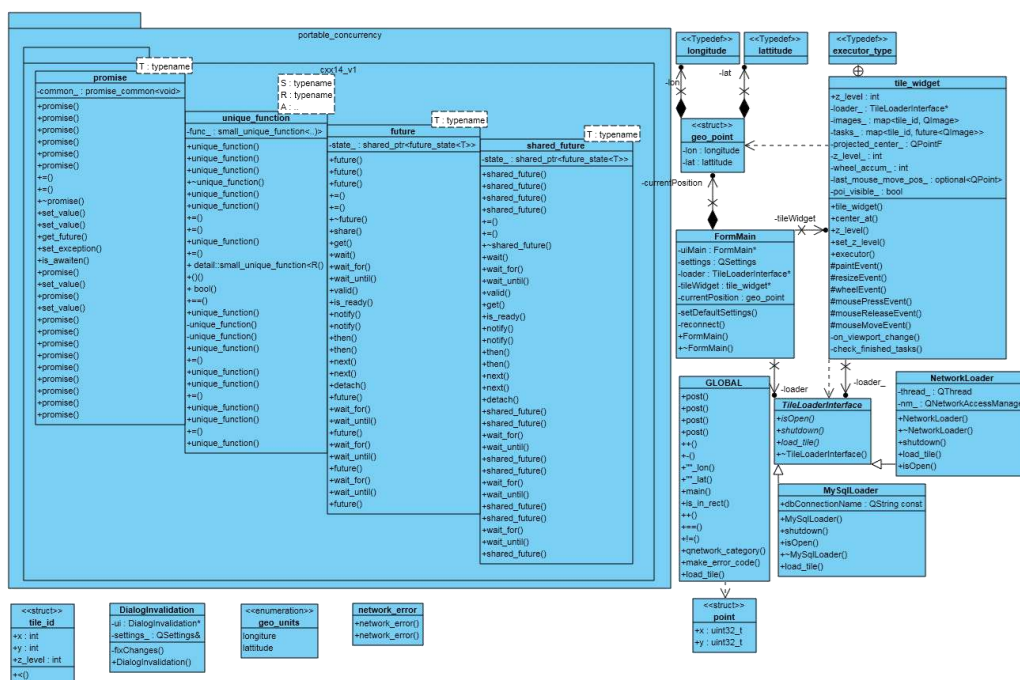


Рисунок 6 – Диаграмма классов

Данная стратегия имеет как ряд достоинств, так и некоторые недостатки. К достоинствам стратегии future/promise стоит отнести следующее:

- простота понимания для человека;
- простота отладки кода;
- без потерь производительности по сравнению с callback;
- возможность реализации паттерна отложенного вычисления;
- выстраивание цепочек зависимых задач;
- невозможность возникновения взаимоблокировки deadlock;
- возможность отмены зависимой задачи по иерархии цепочек задач.
- Из недостатков хотелось бы отметить:
- ввод дополнительных сущностей (future, promise, executor);
- необходимость управления ехесутор;
- возникновение единого интерфейса взаимодействия.

Реализация данной стратегии в приложении, работающем с картой, дает возможность наглядно увидеть, что загрузка карты происходит не одновременно, частями, которые отрисовываются в разных местах экрана (рис. 4)

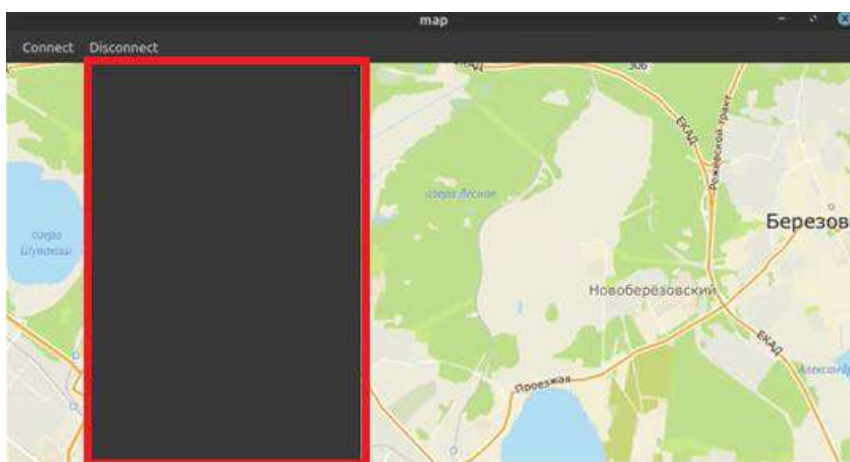


Рисунок 7 – Пример реализации стратегии

Быстрое развитие технологий хранения информации, коммуникаций и обработки позволяет переместить всю информацию в киберпространство. Программное обеспечение для определения, поиска и визуализации оперативно доступной информации - ключ к созданию и доступу к такой информации. В рассмотренном примере выбор языка программирования C++ и стратегии Future/promise позволил добиться максимального быстродействия и высокой оптимизации работы приложения с базой данных.

Библиографический список

1. Баранов Ю. Б., Берлянт А. М., Капралов Е. Г. и др. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. — М.: ГИС-Ассоциация, 1999.
2. Энтони Уильямс. Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ. — 2014-10-24. — 674 с. — ISBN 9785457427020.
3. ГОСТ 28441-99. Картография цифровая. Термины и определения. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. — С.2. — 15с.
4. Вестник/portable_concurrency//GitHub URL:https://github.com/VestniK/portable_concurrency
5. OpenStreetMap data license is ODbL // OpenStreetMap Blog URL: <https://blog.osmfoundation.org/2012/09/12/openstreetmap-data-license-is-odbl/> (дата обращения: 12.10.2020).
6. MySQL Database Service // Oracle URL: <https://www.oracle.com/ru/mysql/#close> (дата обращения: 12.10.2020).

УДК 004.4
ГРНТИ 20.19.27

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЛАБОРАТОРИИ

Баляс В. Н.

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

VNBalyas@mephi.ru

Информационная система лаборатории – это система, которая организует процессы сбора, хранения и обработки информации. Система позволяет полностью обеспечить сотрудников лаборатории в систематической информации по всем результатам их деятельности для принятия решений, улучшающих работу лаборатории.

Ключевые слова: документооборот, автоматизация, обработка и хранение информации.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЛАБОРАТОРИИ

Balyas V. N.

OTI NRNU MEPHI, Ozersk

The laboratory information system is a system that organizes the processes of collecting, storing and processing information. The system allows to provide the laboratory staff with systematic information on all the results of their activities for making decisions that improve the work of the laboratory.

Keywords: document management, automation, processing and storage of information.

В ходе своей деятельности, предприятие накапливает большой объем данных, которые следует обрабатывать, хранить и обновлять. Данная проблема влечет за собой дополнительную нагрузку на персонал, что лишает их возможности заниматься должностными обязанностями.

Информационная система лаборатории позволит сократить время выполнения данных рутинных функций лаборатории, предоставит быстрый доступ к результатам работ и позволит перенести документы лаборатории из бумажного вида в цифровой [1].

Для решения таких проблем будет реализована программа, которая будет удовлетворять условиям руководства по качеству лаборатории ядерно-физических методов анализа центральной заводской лаборатории (РК-ЦЗЛ-ЛЯМФА-706-2020) и выполнять следующие цели [2].

- централизованное ведение учета электронных документов форматов «pdf» и «excel»;
- учет и хранение информации документов лаборатории;
- автоматизированное формирование отчетов;
- автоматизация экспорта информации из базы данных в документы формата «excel».

В качестве структуры системы была выбрана клиент-серверная система. Серверная часть представляет собой систему управления базами данных PostgreSQL. Данная система управления базами данных удовлетворяет всем критериям надежности, безопасности и производительности, которые ставит перед ней предприятие [3].

Клиентская часть представляет собой оконное приложение, которое осуществляет обмен информации между сервером и пользовательским интерфейсом. В качестве языка программирования был выбран объектно-ориентированный язык программирования «С#».

В ходе анализа предметной области были выделены две роли – «администратор», который является начальником отдела лаборатории или ответственным и «пользователь», в качестве пользователей считаются все сотрудники, обладающие доступом к информации лаборатории. Для каждого из пользователей были определены права доступа к информации, взаимодействия с ней, удаления и редактирования.

Данные роли позволяют разделить рабочие области интерфейса для сотрудников лаборатории. На рисунках 1 и 2 представлены макеты интерфейса.



Рисунок 1

Слева изображен макет интерфейса для «администратора», одной из его обязанностей является загрузка цифрового документа в систему.

Для автоматизации процесса загрузки информации представлена схема на рисунке 2. «Администратор» заносит через данную информационную систему цифровой документ, в список файлов, который хранится в базе данных. Затем для пользователей лаборатории предоставляется возможность для конкретной записи данных закрепить соответствующий файл и открыть его через систему для дальнейшего ознакомления с ним.

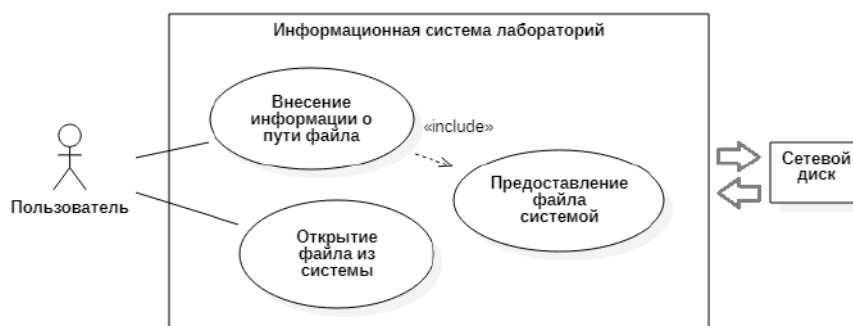


Рисунок 2

Для пользователя макет интерфейса предоставлен на рисунке 1 справа, для своевременного контроля информации и документов, система информирует пользователя о том, у какого количества документов истекает срок, сколько дней осталось до окончания их действия и при нажатии предоставляет подробную информацию. На рисунке 3 представлена схема по которой работает механизм экспорта данных через интерфейс приложения. Первым шагом, идет проверка наличия данных в базе, затем пользователю предоставляется возможность выбрать диапазон данных для вывода и происходит формирование данных в

требуемый вид для предприятия, далее система использует шаблон для формирования отчета и предоставляет выбор, где сохранить документ.

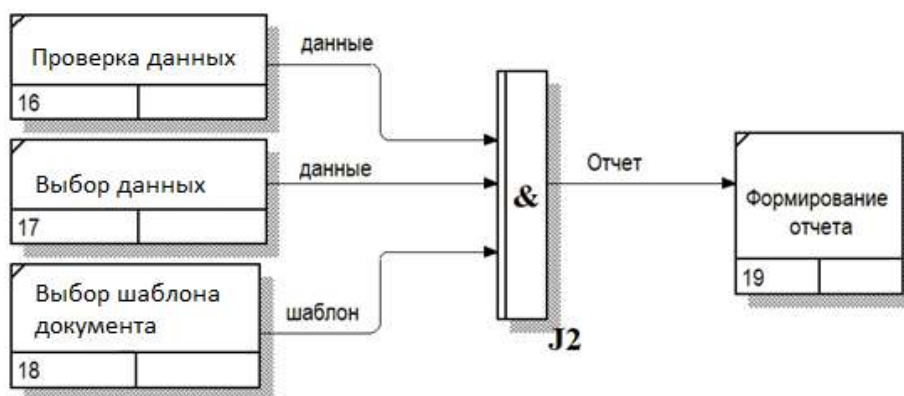


Рисунок 3

Результатами данной работы стала формализация документов, централизация хранения информации лаборатории вместе с цифровыми документами, автоматизация механизмов образования внутренних отчетов предприятия и возможностью вывода информации из базы данных в файлы «Excel». Данная система является клиент-серверным приложением, целью которой является упрощение работы сотрудников лаборатории.

Библиографический список

1. ГОСТ 34.321-96 Информационные технологии (ИТ). Система стандартов по базам данных. Эталонная модель управления данными.
2. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных лабораторий.
3. <https://postgrespro.ru/docs/postgrespro/10/tutorial-transaction> (дата обращения 11.04.2021).

УДК 004.04

ГРНТИ 20.23.17

ОНЛАЙН-СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ АДАПТАЦИИ ПЕРСОНАЛА И ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ПРОФИЛЯ РАБОТНИКА

Баляс В. Н., Кардашин А. В., Цимбалюк Б. Р., Зубаиров А. Ф., Фадеев Л. В.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Озёрск, Челябинская область
Муниципальное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа № 13
имени Ю. А. Гагарина», г. Кыштым, Челябинская область*

xtoridorix@mail.ru, afzubairov@mephi.ru, lvfadeev@mail.ru

В данной работе рассматриваются проектирование и разработка информационной системы организации адаптации персонала и формирования цифрового профиля работника. Система позволяет проводить адаптацию и обучение сотрудника на рабочем месте, контролировать процесс адаптации и обучения, а также формировать и дополнять цифровой профиль работника.

Ключевые слова: веб-приложение, адаптация, контроль прогресса работника, блокчейн, чат-бот.

ONLINE SYSTEM FOR ORGANIZING PERSONNEL ADAPTATION AND FORMING A DIGITAL PROFILE OF AN EMPLOYEE

Balyas V. N., Kardashin A. V., Tsymbalyuk B. R., Zubairov A. F., Fadeev L. V.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk
School 13, Kyshtym*

This paper discusses the design and development of an information system for organizing personnel adaptation and forming a digital profile of an employee. The system allows for adaptation and training of personnel in the workplace, to control the process of adaptation and training, as well as create and complement the digital employee profile.

Keywords: web-application, adaptation, monitoring employee progress, blockchain, chat-bot.

Подготовка и адаптация будущих сотрудников, является одной из наиболее важных целей госкорпорации “Росатом”. Согласно статистике, за 2014 и 2015 года доля обученных за данный период работников составила 47% от общей численности персонала [1, 62 с].

Разработанная система позволяет оптимизировать процесс адаптации сотрудников и свести к минимуму потерю рабочих часов, как руководящего персонала, так и самих работников, проходящих адаптацию и обучение.

В качестве структуры системы была выбрана клиент-серверная система. Серверная часть была разработана с помощью языка PHP. Клиентская часть представляет web-приложение, которое работает в браузере. Она написана с помощью HTML5 и CSS. Для удобного хранения информации о работнике был использован блокчейн.

Для повышения степени вовлеченности сотрудника в процесс адаптации и обучения предлагается использовать следующие механизмы, определяющие логику работы разрабатываемой системы:

- разделение компетентностного портрета должности на уровни - в рамках каждого уровня сотрудник может получить некоторое количество компетенций. При этом добавляется возможность выбора уровня для приобретения наиболее желаемых компетенций;
- хранилище мероприятий - предприятие хранит и дополняет проводимые мероприятия в виде: документов, с которыми необходимо ознакомиться; ссылок на сторонние ресурсы, где сотрудники проходят обучение онлайн; и интерактивных карт, которые позволяют новым сотрудникам определять и понимать, где проходят соответствующие мероприятия;
- разделение мероприятий на инвариантные и вариативные – инвариантные - те, которые необходимо пройти согласно законодательству, должностной инструкции или приказам по предприятию; вариативные - те, которые сотрудник может пройти по собственному желанию;
- механизм достижений (геймификация через интеграцию системы коллекционирования) - за прохождение того или иного мероприятия и получение соответствующей компетенции сотрудник получает определенное достижение, что предположительно может повысить заинтересованность сотрудника в повышении своих профессиональных навыков;
- цифровой профиль - получение сотрудником новой компетенции отражается в блокчейне, в котором может содержаться информация обо всех компетенциях сотрудника, полученных как на текущей должности, так и на других должностях и на других предприятиях (или на прежних и последующих местах работы).

Разработка базы данных осуществлялась средствами инструмента моделирования данных Erwin Data Modeler и СУБД MySQL. При помощи Erwin Data Modeler была разработана реляционная модель данных, отношения которой находятся в пятой нормальной

форме [2, с. 121], путем прямого проектирования (Forward Engineering) был получен SQL-сценарий для генерации схемы базы данных. Модель базы данных приведена на рисунке 1.

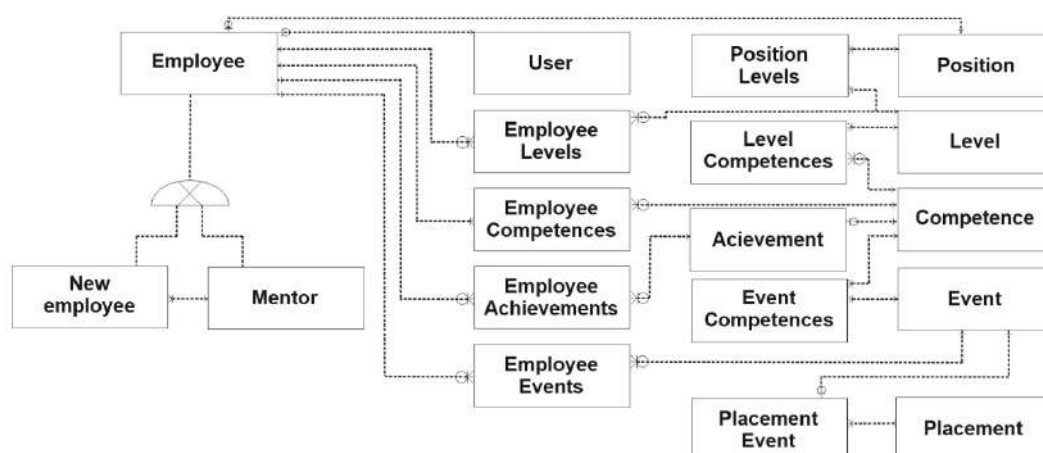


Рисунок 1

Для повышения надежности и универсальности разрабатываемой системы было принято решение использовать подход, основанный на технологии блокчейн.

Блокчейн – это цепочка блоков, в которой выдерживается строгая последовательность [3]. В рамках предлагаемого решения блоки – это данные о компетенциях, полученных пользователями в процессе адаптации и обучения, представленные в криптографической форме. Для записи нового блока в цепочку, необходимо последовательное считывание информации о старых блоках.

Все данные в блокчейн накапливаются и формируют постоянно дополняемую базу данных. Из этой базы данных невозможно ничего удалить или провести подмену блока, так как это нарушит целостность зависимых блоков. Это одна из главных особенностей блокчейна.

Для удобной демонстрации схемы зданий предприятия используются интерактивные карты. Карты представляют собой схемы помещений или этажей, на которых специальными символами отмечены места проведения мероприятий по адаптации и обучению. Они позволяют новым сотрудникам определять и понимать, где проходят соответствующие мероприятия.

Для удобного взаимодействия между системой и пользователем используется чат-бот. Чат-бот – это помощник, который общается с пользователем посредством текстовых сообщений. Чат-бот оповещает пользователя о сроках событий и мероприятий, которые он должен или желает пройти, о достижениях и компетенциях, полученных в результате прохождения мероприятий по адаптации и обучению, а также позволяет получить консультацию у наставника, назначенного сотруднику.

Для того чтобы упростить пользователю работу с приложением, был разработан интуитивно понятный человеко-машинный интерфейс. Для каждой роли пользователя была разработана своя страница, с которой работает пользователь. Таким образом, каждый сотрудник получает в первую очередь ту информацию, которая необходима ему для работы в системе.

В данной работе была разработана онлайн-система организации адаптации персонала и формирования цифрового профиля работника. Данная система является клиент-серверным web-приложением, которое позволяет оптимизировать процесс адаптации сотрудников и свести к минимуму потерю рабочих часов, как руководящего персонала, так и самих работников, проходящих адаптацию и обучение.

Библиографический список

1. Логвенчева Е.С. Анализ процесса адаптации персонала Организации в сфере атомной энергетики. - Москва: ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет», 2018 - 7 с.
2. Томас Коннолли, Каролин Бегг. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. - Москва: Вильямс, 2018. - 1440 с.
3. Блокчейн: как он работает, и почему эта технология изменит мир URL: <https://habr.com/ru/company/iticapital/blog/340992> (дата обращения: 11.04.2021).

УДК 004.9

ГРНТИ 20.23.21

WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ «РАСПИСАНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ»

Войщев П. Р., Зубаиров А. Ф.

*Озёрский технологический институт НИЯУ МИФИ,**г. Озёрск, Челябинская область*

pavel-0199@yandex.ru, afzubairov@mephi.ru

В данной статье рассмотрена задача представления расписания занятий ОТИ НИЯУ МИФИ в веб-формате с возможностью оперативного внесения изменений, предоставленных учебно-методическим отделом.

Ключевые слова: расписание, Maven, Spring MVC, Spring Security, JQuery, Excel парсинг, HTML-таблица, AJAX.

WEB-APPLICATION “STUDY TIMETABLE”

Voishchev P. R., Zubairov A. F.

OTI NRNU MPhI, Ozersk

This article considers the task of presenting the timetable of OTI NRNU MPhI in web-format with the possibility of rapid changes based on information from provided by the educational-methodical department.

Keywords: timetable, Maven, Spring MVC, Spring Security, JQuery, Excel parsing, HTML-table, AJAX.

От расписания занятий в школе, высшем или ином учебном заведении зависит распорядок дня обучающихся. Обычно, расписание представлено только в бумажной версии на первом этаже учебного заведения, но такое размещение расписания создает определенные неудобства. Например, в условиях дистанционного обучения проблема встает еще острее.

Нынешний уровень развития веб-технологий позволяет дать возможность любому студенту моментально получить доступ к расписанию занятий учебного заведения и изменениях в нем.

Задача представления расписания ОТИ НИЯУ МИФИ в веб-формате была поставлена следующим образом:

- входные данные представляют собой расписание в виде электронной таблицы Excel в формате .xlsx, также известном как Open Office XML;

- на основании входных данных необходимо создать веб-представление расписания;
- администратор системы должен иметь возможность загружать новые файлы с расписанием, а также иметь возможность предпросмотра изменений.

Для решения поставленной задачи были использованы следующие технологии:

- Spring MVC Framework - позволяет создавать веб-сайты или RESTful сервисы [1];
- Spring Security - фреймворк, предоставляющий механизмы построения систем аутентификации и контроля доступа [2];
- Apache POI - программный интерфейс для чтения и записи файлов MS Excel;
- JQuery - JavaScript-библиотека, предоставляющая более удобный доступ к элементам DOM и упрощающая работу с AJAX-запросами [3];
- Read-excel-file - JavaScript-библиотека, позволяющая распознавать файлы MS Excel;
- Hibernate - библиотека, предназначенная для решения задач объектно-реляционного отображения;
- Maven - фреймворк для автоматизации сборки проекта.
- MySQL - СУБД проекта.

Поскольку, согласно поставленной задаче, необходимо обрабатывать .xlsx файлы как на стороне сервера, так и на стороне клиента, одновременно используются два программных интерфейса, предназначенных для чтения файлов MS Excel. Использующие их модули проекта перерабатывают входной .xlsx файл в двумерный массив строк, которые содержались в ячейках.

Spring MVC реализует схему «Модель-Представление-Контроллер». Представлениями являются HTML-страницы с необходимыми для них файлами каскадных таблиц стилей и скриптов. Это «лицевая сторона» фреймворка, отображающая данные, полученные от сервера. При помощи контроллеров пользователь взаимодействует с данными, хранящимися на сервере.

В данной задаче ответом от сервера является полученный с помощью асинхронного запроса JSON-объект, содержащий в себе двумерный массив строк, полученный от серверного модуля обработки хранимого файла. Далее он представляется в виде HTML-таблицы. Получившаяся HTML-таблица проходит предварительную обработку для улучшения внешнего вида, поскольку в первоначальном виде, в отличие от оригинального файла, она не имеет объединенных по строкам или столбцам ячеек, что затрудняет ее восприятие.

На сервере всегда имеется файл с основным расписанием, которое не меняется на протяжении семестра, а также может присутствовать отредактированный файл с внесенными в расписание изменениями. Согласно заданной логике, в первую очередь будет отображено содержимое файла с измененным расписанием. Если такой файл не найден, то будет отображено содержимое файла с основным расписанием. На странице всегда отображается дата и время последнего изменения файла, содержимое которого представлено пользователю.

Поскольку распознанное содержимое .xlsx файлов возвращается в составе тела HTTP-ответа, а настройки безопасности позволяют отправлять запросы на получение данной информации без авторизации в качестве администратора, имеется возможность использовать полученное содержимое и в сторонних веб-приложениях.

Особую роль играет фреймворк Spring Security. В условиях данной задачи необходима система аутентификации и авторизации, чтобы доступ к инструментам управления файлами расписания на сервере имел только пользователь-администратор. Для этого была создана схема базы данных из одной таблицы, хранящей логин пользователя, пароль в зашифрованном виде и роль. Прямой возможности регистрации при этом не предусмотрено. Наличие полноценной базы данных увеличивает модернизационный потенциал - это позволит в будущем создавать не только новые учетные записи администраторов, но и учетные записи

пользователей с обычными правами, которым, например, может быть доступна только определенная часть расписания.

Администратор имеет возможность загружать на сервер файл с основным расписанием, а файл с измененным расписанием он, кроме того, может как загружать, так и удалять. При помощи Javascript-библиотеки Read-excel-file администратор может мгновенно спроецировать изменения на текущее расписание, при этом не изменяя никакой информации на сервере.

Созданная в результате решения поставленной задачи представления расписания занятий ОТИ НИЯУ МИФИ в веб-формате система позволяет всегда предоставлять студентам актуальное расписание. В будущем она может быть развита и интегрирована с другими системами, связанными с учебной деятельностью.

Библиографический список

1. Spring MVC: создание веб-сайтов и RESTful сервисов. [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/500572/> (дата обращения: 09.04.2021).
2. Spring Security. [Электронный ресурс] URL: <https://spring.io/projects/spring-security> - Яз. англ. (дата обращения: 09.04.2021).
3. JQuery. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/JQuery/> (дата обращения: 09.04.2021).

УДК 004.9

ГРНТИ 20.23.21

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА

Кардашин А. В.

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

kardashin_lesha@list.ru

В статье рассматривается задача разработки подсистемы планирования АСУДП, использующей методы сетевого планирования и управления для формирования плана производства. В результате решения рассматриваемой задачи разработана подсистема, использующая указанные выше методы для планирования производственной программы.

Ключевые слова: планирование, сетевое планирование и управление, сетевая модель, диаграмма Ганта, PL/SQL, Visual Basic.

USE OF NET PLANNING AND MANAGEMENT METHODS IN THE DEVELOPMENT OF A PRODUCTION PLAN

Kardashin A. V.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

The task of development ACS planning subsystem, which uses net planning and management techniques to generate a production plan is considered. As a result of solving the problem, a planning subsystem was developed that uses the above methods to plan a production program.

Keywords: planning, net planning and management, net model, Gantt chart, PL/SQL, Visual Basic.

Неотъемлемой частью производственного процесса является разработка плана производства, основная задача которого заключается в создании последовательности действий, позволяющей в итоге получить готовый продукт с привязкой ко времени. Такую последовательность действий называют расписанием.

Работа с расписанием значительно упрощается при использовании методов сетевого планирования и управления. Они позволяют скоординировать несколько проектов, которые в случае промышленного производства могут представлять собой позиции плана цеха, сгруппированные в плановые задания на производство изделий. Методы сетевого планирования и управления позволяют видеть и преобразовывать порядок следования действий, или операций, рассчитывать основные временные параметры реализации плановых заданий. Эти методы широко используются для планирования сложных, дорогостоящих комплексов работ, состоящих из большого числа звеньев, сложным образом обуславливающих друг друга, когда появляется необходимость в специальных расчетах [1].

Сетевое планирование и управление включает три основных этапа:

- структурное планирование;
- сетевое планирование;
- оперативное управление.

Задача структурного управления заключается в определении того, какие работы необходимо выполнить для производства объекта, или изделия.

Сетевое планирование представляет собой набор методов, предназначенных для управления расписанием процесса производства продукта.

В ходе оперативного управления производством на предприятиях решается задача оптимизации использования производственных ресурсов.

Целью данной работы является разработка подсистемы планирования, которая автоматизирует процесс планирования производства изделий. Для этого предполагается использовать методы сетевого планирования и управления, позволяющие решить задачу сетевого планирования для группы изделий.

К разрабатываемой подсистеме предъявляются требования со стороны предприятия, для которого эта подсистема проектируется. Подсистема должна решать задачу планирования производственной программы, которая представляет собой совокупность плановых заданий на производство изделий, которые в свою очередь состоят из деталей и сборочных единиц. Планирование же заключается в календарном распределении и в распределении между оборудованием операций по изготовлению деталей и сборочных единиц.

Методы сетевого планирования можно условно разделить на детерминированные методы и вероятностные методы, в соответствии с разделением сетевых моделей на детерминированные и вероятностные, или стохастические. Детерминированные сетевые модели - сетевые модели, события которых не имеют вероятностной характеристики, то есть обязательно совершаются и совершаются в установленной последовательности, хотя продолжительность работ может иметь вероятностную оценку [2]. К детерминированным методам относят: метод критического пути, метод диагональной таблицы, секторный метод, дробный метод, метод потенциалов. К вероятностным сетевым моделям относят модели проектов, в которых тот или иной комплекс последующих работ зависит от не известного заранее результата [2]. В этом случае используются следующие методы: метод оценки и пересмотра планов, метод графической оценки и пересмотра.

Представленные выше методы основываются на расчетах параметров сетевых моделей. Сетевая модель - это ориентированный граф, изображающий все необходимые для достижения цели проекта операции в технологической взаимосвязи [2]. Эти модели позволяют формировать календарный график работ, осуществлять оптимизацию проекта, организовывать управление и контроль выполнения проекта.

Эти методы позволяют решать задачу сетевого планирования, используя различные подходы. Однако все они основаны на определении критического пути проекта, то есть самой

длительной последовательности работ проекта. Учитывая тот факт, что на предприятии определена структура и последовательность выполняемых работ, определена длительность выполняемых работ, в качестве метода сетевого планирования был выбран метод критического пути.

Для решения задачи сетевого планирования модель данных автоматизированной системы управления была дополнена сущностями, необходимыми для хранения информации о создаваемой в процессе планирования сетевой модели. Для формирования сетевой модели была разработана серверная процедура. Эта процедура написана на языке PL/SQL, для построения сетевой модели процедура использует, информацию о плане производства, хранящуюся в базе данных автоматизированной системы управления, а также учитывает правила, установленные используемой на предприятии автоматизированной системы управления, по запуску изделий в производство.

Управление большим проектом подразумевает наличие графического представления плана выполнения работ. Среди большого количества инструментов, позволяющих формировать графическое представление проекта, можно выделить следующие способы: диаграмма Ганта, циклограмма и временной, или масштабный, сетевой график.

Наиболее распространенным среди перечисленных способов графического представления плана производственного процесса во времени является линейный или ленточный календарный график - диаграмма Ганта.

Диаграмма Ганта - это график, в котором процесс представлен в двух видах. В левой части проект представлен в виде списка работ, операций проекта в табличном виде с указанием названия работы и длительности ее выполнения. В правой части каждая работа проекта, а точнее длительность ее выполнения, отображается графически, обычно в виде отрезка определенной длины с учетом логики выполнения работ проекта [3].

В рамках поставленной задачи наиболее важным аспектом управления проектами являются сроки выполнения работ, определение перегруженных участков, перераспределение однотипных операций для разгрузки участков. Такие возможности предоставляет диаграмма Ганта, которая позволит группировать операции по типу, по оборудованию или по сотрудникам.

Для построения диаграммы Ганта и отображения пооперационного плана производства, формируемого в результате работы описанной выше процедуры, используется язык Visual Basic и средства объектной модели Excel. Формируемый ленточный график представляет собой таблицу. В первом столбце таблицы перечислена информация о деталях и сборочных единицах, или ДСЕ, которые являются составными частями производственной программы. В первой строке таблицы указаны даты рабочих дней, в которые возможно выполнение операций. На пересечении ДСЕ и даты содержится информация об операции, которая соответствует технологии на ДСЕ и выполняется в соответствующий date рабочий день.

Разработанная подсистема позволит автоматизировать работу по формированию плана производства, который может содержать от нескольких десятков до нескольких сотен изделий, необходимых для изготовления. В дальнейшем предполагается добавление функционала по оптимизации сформированного плана и доработка клиентской части подсистемы.

Библиографический список

1. Вентцель Е.С. Исследование операций. - Москва, «Советское радио», 1972, 552 с.
2. Управление проектом. Основы проектного управления: учебник / кол. авт.; под ред. проф. М.А. Разу. - М.: Конкурс, 2006. - 768 с.
3. Кудрявцев Е.М. Microsoft Project. Методы сетевого планирования и управления проектом. - М.: ДМК Пресс, 2005. - 240 с., ил.

УДК 004.04
ГРНТИ 20.23.17

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Ледовских М. Д., Тараканов А. А.

*Снежинский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ,
г. Снежинск, Челябинская область*

mark.iv@inbox.lv

В статье рассмотрена программа, обеспечивающая удобство и оперативность взаимодействия инженерно-технического персонала с измерительным комплексом. Программа написана на графическом языке G с использованием среды LabVIEW.

Ключевые слова: автоматизация измерений, измерительный комплекс, регистрирующая аппаратура, LabVIEW.

MEASURING SYSTEM AUTOMATION SOFTWARE DEVELOPMENT

Ledovskih M. D., Tarakanov A. A.

SPTI NRNU MEPhI, Snezhinsk

The article discusses a program providing convenience and efficiency of interaction between engineering personnel and a measuring system. The program is written in the G graphical language using LabVIEW development environment.

Keywords: measurement automation, measuring system, data acquisition equipment, LabVIEW.

Проведение натурных испытаний связано с большим количеством измерений, необходимых для обеспечения высокой точности и полноты получаемых измерительных данных [1, с. 59]. В задачи инженерно-технического работника, отвечающего за методическую составляющую испытаний, входит настройка регистрирующей аппаратуры перед экспериментом и сохранение зарегистрированных данных по его завершению. Вышеупомянутые действия, не смотря на их явную идентичность, производятся для каждого регистрирующего устройства отдельно. Для уменьшения трудозатрат на проведение измерений целесообразно автоматизировать данные операции с помощью специально разработанного программного обеспечения.

В качестве среды разработки была выбрана среда графического программирования LabVIEW в виду относительной простоты создания в ней полноценных приложений с графическим интерфейсом пользователя (широкий набор графических элементов управления и индикации, язык программирования высокого уровня) в сочетании с высокими показателями их надежности и быстродействия (LabVIEW написана на C/C++), совместимости большинства современных измерительных приборов со стандартным программным интерфейсом ввода-вывода VISA, а также наличия встроенной в среду качественной документации, достаточной для быстрого ее освоения.

Программа (или VI – virtual instrument, виртуальный инструмент в терминологии LabVIEW) была разработана как пользовательский интерфейс для записи и считывания настроек с устройств, предварительно объединенных в общую локальную сеть, запуска измерений, сохранения результатов измерений на сетевой жесткий диск и вывода графиков сигналов на экран компьютера. Она состоит из нескольких вложенных циклов, первый из

которых считывает и преобразовывает действия пользователя, остальные же определяют логику поведения программы в зависимости от этих действий. Кроме основного функционала реализована интерактивность интерфейса. Так, в зависимости от выбранного типа регистрирующего устройства появляются относящиеся к нему настройки. Кнопки управления становятся недоступны пользователю во время выполнения критических операций во избежание потери ценных данных. Также для безопасности перед каждой кнопкой, связанной с критической операцией, размещен переключатель разрешения обработки данной кнопки – в случае случайного ее нажатия с выключенным переключателем операция не будет выполнена.

Запись и считывание настроек производится путем передачи устройствам специальных команд и запросов через функции VISA с последующим считыванием ответа в случае запросов. Команды являются стандартизированными, однако разные типы устройств имеют разную логику работы и, соответственно, различные наборы доступных команд. В связи с этим в программе необходимо учитывать тип устройства, с которым происходит взаимодействие в данный момент. Такой учет осуществляется для каждого вида действий с прибором на основе его уникального настраиваемого идентификатора – VISA resource name.

Сохранение результатов измерений происходит автоматически по завершении каждого отдельного измерения, либо по нажатию общей для всех измерительных приборов кнопки. Процесс сохранения производится двумя способами в зависимости от типа устройства. В первом способе предусмотрено непосредственное взаимодействие с файловой системой внешнего сетевого диска, во втором передача информации происходит с помощью команд низкого уровня, возвращающих стандартизированные блоки данных (последовательность битов), которые впоследствии сохраняются в файл с соответствующим расширением посредством файловой системы управляющего компьютера. Второй подход позволяет строить на основе измерительной информации, передаваемой промышленным контроллерам, системы автоматического управления и регулирования.

Вывод на монитор компьютера полученных данных в результате измерения осуществляется в графическом виде либо после отдельных измерений, либо через настраиваемый интервал времени для непрерывного сбора данных.

Помимо работы с регистрационным оборудованием в программе реализована возможность управления генератором сигналов специальной формы. Работа с генератором вынесена в отдельную вкладку интерфейса и не пересекается с остальными логическими частями программы.

На данном этапе происходит внедрение разработанного программного обеспечения. Оно будет использоваться для централизованной работы с измерительным комплексом, что, как предполагается, повысит эффективность взаимодействия с ним.

Библиографический список

1. Рыжков И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: учебное пособие / И. Б. Рыжков. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-5697-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/145848> (дата обращения: 25.03.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Support – NI [Электронный ресурс] – URL: <https://www.ni.com/ru-ru/support.html> – Загл. с экрана. – Яз. англ. (дата обращения: 25.03.2021).

УДК 004.9
ГРНТИ 20.19.27

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ТЕХПОДДЕРЖКИ

Цимбалюк Б. Р.

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

bogdan.cim72@gmail.com

В данной работе рассматривается проектирование и разработка интеллектуальной системы техподдержки. Система позволяет обрабатывать запросы пользователей в техническую поддержку, поданные на естественном языке.

Ключевые слова: обработка естественного языка, анализ текста, извлечение информации.

INTELLIGENT SYSTEM TECHNICAL SUPPORT

Tsimbalyuk B. R.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

This paper discusses the design and development of an intelligent technical support system. The system allows processing user requests for technical support using natural language processing.

Keywords: natural language processing, text analysis, information extraction.

Техническая поддержка - это служба, в которую пользователи продукта или услуги могут обратиться для решения возникшей проблемы, а также за получением дополнительной информации по интересующему вопросу [2]. В день может поступать от десятков до сотен заявок на оказание технической поддержки, автоматизированная обработка которых позволит сократить время реагирования на заявки.

Для решения данной задачи будет реализована программа, которая будет принимать сообщения от пользователей через специальный мессенджер, обрабатывать их при помощи методов обработки естественного языка и давать приемлемые ответы. [1, с 37].

Была реализована клиент-серверная структура системы. Серверная часть была разработана на языке Python. Клиентская часть представляет собой мессенджер. Связь между клиентом и сервером осуществляется при помощи программного интерфейса приложения.

Для автоматизации процесса обработки заявки, была построена схема деятельности обработки естественного языка с помощью диаграммы деятельности (рисунок 1).

Были выявлены следующие этапы обработки запросов пользователя. Сначала собирается и обучается «база знаний». В «базу знаний» записываются запросы пользователей в техническую поддержку и ответы техподдержки на эти запросы. Для удобства работы каждый запрос классифицируется. Далее каждый запрос обрабатывается: запрос переводится в нижний регистр, удаляются специальные символы, служебные слова, слова переводятся в начальную форму.

После обработки создается словарь слов из запросов и при помощи словаря идет процесс векторизации: запрос преобразуют в набор чисел, вектор [1, с 68; 1, с 118]. Среди существующих популярных подходов (BoW (bag of words, мешок слов), TF-IDF (term frequency - inverse document frequency, частотность слова в документе - инверсия частоты документа) и Word2Vec (word to vector, слово в вектор)) выбран метод BoW.

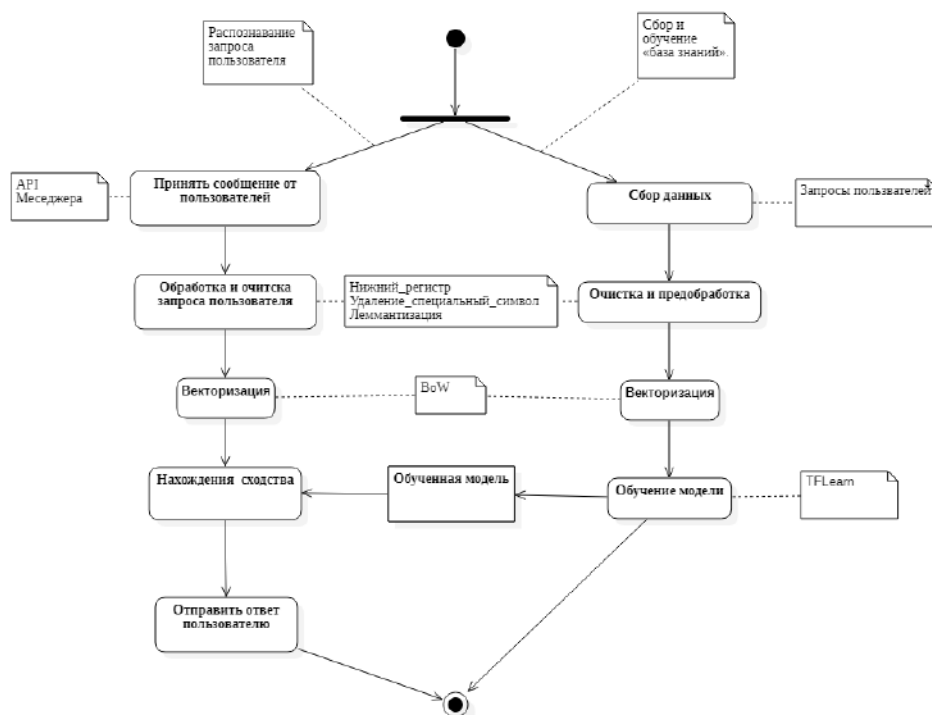


Рисунок 1

После преобразования слов в вектор нужно обучить нейронную сеть. Для решения задачи использована библиотека TensorFlow Deep Learning (TFLearn) [3]. Обучение происходит следующим образом. Создастся объект класса TFLearn. Функция fit на основе передаваемых ей вектора, классов, тестового вектора для обучения и количества циклов обучения проводит обучение сети. Этап сборки и обучения «базы знаний» окончен.

Следующим этапом будет распознавание запроса пользователя. Как и в предыдущем этапе, текст обрабатывается и преобразуется в вектор. Далее этот вектор помещается как параметр в функцию predict_proba класса TFLearn, которая возвращает класс вопроса. По этому классу ищется уже заготовленный ответ, который отправляется пользователю.

В данной работе была разработана интеллектуальная система для службы технической поддержки пользователей. Система является клиент-серверным приложением, которое позволяет обрабатывать заявки пользователей. С помощью нейронной сети обрабатываются запросы, записанные на естественном языке.

Библиографический список

1. Лейн Хобсон, Хакке Ханнес, Ховард Коул. Обработка естественного языка в действии. - Санкт-Петербург: Питер, 2020 - 576 с.
2. Техническая поддержка - обязанности, задачи, навыки специалиста URL: <https://linuxtrainingcenter.com/tehpodderzhka> (дата обращения: 11.04.2021).
3. TFLearn | TensorFlow Deep Learning Library URL: <http://tflearn.org> (дата обращения: 11.04.2021).

УДК 616-036.22, 004.942, 51-76
ГРНТИ 76.33.43, 28.17.19

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПАРТМЕНТАЛЬНЫХ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ВИДЕ СТАДИЙ И ПОТОКОВ

Подзолков П. Н.

*Тюменский государственный университет,
г. Тюмень*

ppodzolhoff@gmail.com

В статье описывается разработанная объектно-ориентированная программа-конструктор компартментальных эпидемиологических моделей. Расшифровываются основные классы конструктора. Демонстрируются варианты конструирования классических компартментальных моделей. Приведены варианты результатов моделирования, полученные с помощью конструктора.

Ключевые слова: эпидемиология, компартментальные модели, объектно-ориентированное программирование, SIR, python.

OBJECT-ORIENTED IMPLEMENTATION OF COMPARTMENTAL EPIDEMIOLOGICAL MODELS IN THE FORM OF STAGES AND FLOWS

Podzolkov P. N.

UTMN, Tyumen

The article describes the developed object-oriented program-constructor of compartmental epidemiological models. The main classes of the constructor are analyzed. Ways of constructing classical compartment models are demonstrated. Variants of simulation results gotten with the help of the constructor are given.

Keywords: epidemiology, compartmental models, object-oriented programming, SIR, python.

За 2020 год актуальность эпидемиологических вопросов резко возросла. С названием классической эпидемиологической модели SIR встретились люди совершенно разных научных областей. Модель, разработанная почти век назад, стала вновь популярна, хотя она и имеет свои допущения. SIR модель является основным представителем целого класса эпидемиологических математических моделей, которые разрабатываются в рамках биологического подхода. Такие модели называются компартментальными, так как делят популяцию на отсеки или компартменты [2, с. 865-872; 8, с. 2515]. Компартментальные модели применимы в широком спектре эпидемиологических вопросов. Идея компартментов позволяет делать модели любой сложности, имитируя как особенности различных заболеваний, так и неоднородность популяции, и её разнообразные поведенческие аспекты.

В рамках дипломной работы «Конструктор для математического моделирования эпидемиологической ситуации» был разработан программный продукт, направленный на создание компартментальных эпидемиологических моделей. Программа разрабатывалась на языке программирования Python методами объектно-ориентированного программирования (ООП). Было описано шесть основных классов со своими методами и атрибутами.

Класс DiseaseStage (стадия). Аналог компартмента в реализуемых эпидемиологических моделях. Содержит информацию о названии стадии и первоначальном количестве индивидов на данной стадии.

Класс Flow (поток). Класс реализует переход необходимого числа индивидов между стадиями в каждый момент симуляции. Основными атрибутами класса являются: коэффициент, стадия источник, список целевых стадий и список индуцирующих стадий. Основной метод `get_change` возвращает словарь, содержащий информацию об изменениях числа индивидов в затрагиваемых стадиях.

Поток может быть индуцированным или неиндуцированным. Индуцированный поток – это поток, на значение которого влияет количество индивидов какой-либо стадии. Индуцированность может обеспечиваться несколькими стадиями, для каждой из которых определён показатель «заразности».

Поток может быть многоцелевым, то есть реализован как переход от одной стадии к множеству других, при этом, для каждой из целевых стадий определена вероятность попадания в неё. Величина потока не зависит от целей, а зависит только от коэффициента данного потока и индуцирующих стадий. Таким образом, для потоков с несколькими целями, его значение делится между всеми целями согласно указанным вероятностям.

Класс ExternalFlow (внешний поток). Класс реализует добавление или вычитание определённого числа индивидов в каждый момент симуляции из определённой стадии, не затрагивая другие. С помощью данного класса возможна реализация рождаемости, смертности, миграции и т.п. Значение внешнего потока может высчитываться относительно количества индивидов только данной стадии, относительно объёма всей популяции или может быть задано абсолютное значение.

Потоки и внешние потоки, в первую очередь, зависят от значения некоторых коэффициентов, которые и определяют их интенсивности в модели.

Класс Factor (коэффициент). Класс, предоставляющий потокам информацию о значении коэффициента в каждый момент симуляции. Коэффициент может быть статическим, тогда в течение всей симуляции он будет постоянным. Либо коэффициент может изменяться во времени, тогда класс Factor включает также класс DynamicFactor (динамический коэффициент), который обеспечивает изменяемое значение коэффициента во времени.

Класс EpidemicModel (эпидемиологическая модель). Основной класс, обеспечивающий симуляцию. Класс содержит информацию обо всех стадиях, потоках, внешних потоках, а также затрагиваемых коэффициентах и контролирует их взаимодействие. Работа модели заключается в записи состояния популяции на каждом шаге симуляции. Состояние описывает текущее количество индивидов на каждой из стадий. Первоначальное состояние соответствует стартовым значениям, указанным во всех классах. Каждое следующее состояние вычисляется из текущего. Для этого все потоки на основе текущего состояния модели возвращают вносимые ими изменения. Сумма всех изменений применяется к текущему состоянию модели.

Результатом работы сконструированной модели является табличный файл, в котором записаны показатели всех стадий на каждом шаге симуляции.

С использованием разработанного конструктора возможна реализация классических компартментальных моделей, таких как SIR, SIS, SEIR, SIRS и любых других [6, с. 93; 3, с. 12; 4, с. 36-37; 7, с. 408]. Возможна реализация данных моделей с учётом рождаемости и смертности или других внешних изменений.

Разберём описание модели SIR с использованием стадий и потоков. Данная модель подразумевает три стадии (S, I, R) и два потока. Первый поток (SI) – индуцированный, одноцелевой, осуществляет переход особей из стадии S в стадию I. Поток индуцируется стадией I, то есть на величину потока влияет значение стадии I в данный момент времени. Второй поток (IR) – неиндуцированный, одноцелевой, осуществляет переход особей из стадии I в стадию R. Для того чтобы модель начала работу начальные значения стадий S и I должны быть положительными. Результаты работы модели представлены на рисунке 1.

Конструирование других моделей подразумевает небольшие изменения в описанной схеме. Для реализации модели SIS (рисунок 1) убирается стадия R и связанный поток (IR). Вместо последнего добавляется другой неиндуцированный поток – IS.

Для реализации модели SEIR (рисунок 1) добавляется стадия E и вместо потока SI используются два следующих потока: индуцированный стадией I поток SE и неиндуцированный поток EI.

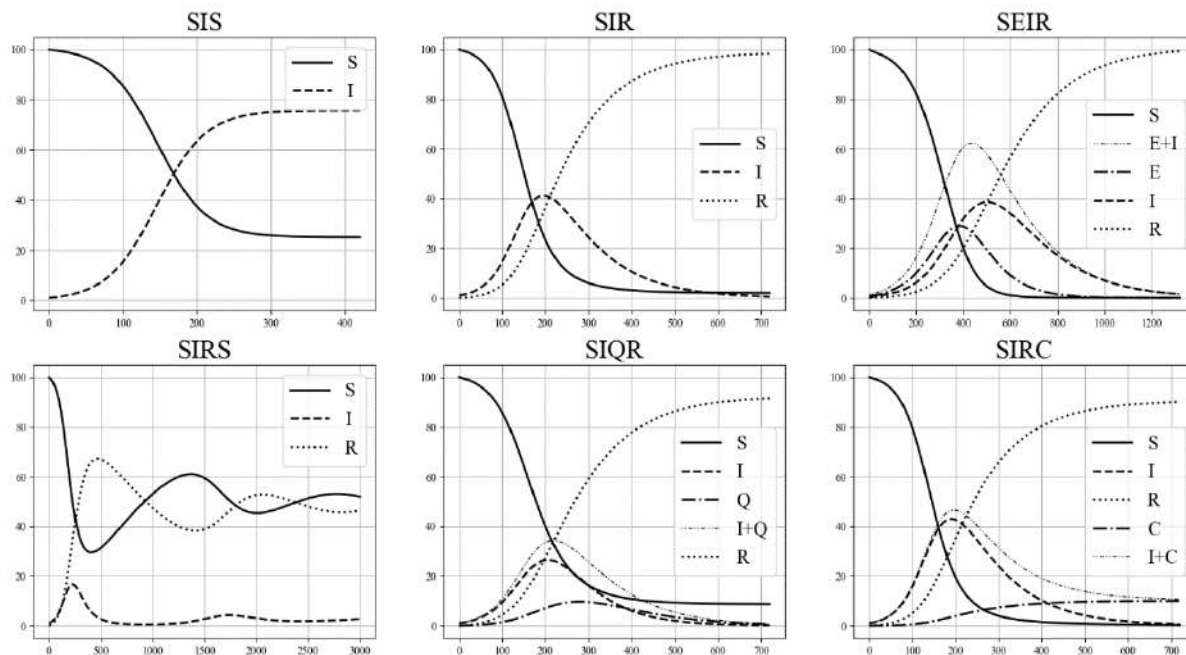


Рисунок 1 – Результаты работы реализованных компартментальных моделей (часть 1)

Для реализации модели SIRS используется модель SIR с изменением потока IR на IRS. Данный поток является неиндуцированным, многоцелевым, то есть осуществляет переход особей из стадии I в стадии R или S. Таким образом, инфицированный больной может в ряде случаев выздороветь с приобретением иммунитета или попасть снова в группу восприимчивых. Однако название SIRS может также описывать несколько иную модель. В ней все инфицированные приобретают иммунитет, то есть остаётся одноцелевой поток IR, но через некоторое время могут его утратить, то есть добавляется неиндуцированный одноцелевой поток RS. Результаты такой модели SIRS представлены на рисунке 1.

Классический вариант SIR модели с рождаемостью и смертностью содержит четыре внешних потока. Первый внешний поток обеспечивает рождаемость, он касается только стадии S, но вычисляется относительно объёма всей популяции. Три других потока обеспечивают смертность и затрагивают все три стадии соответственно. Значения каждого из потоков смертности вычисляется из значения соответствующей стадии. Результаты работы SIR модели с рождаемостью и смертностью представлены на рисунке 2.

Реализации смертности непосредственно от заболевания возможна двумя способами. В моделях, учитывающих общие демографические колебания популяции, в которых смертность от заболевания значима относительно общей смертности в популяции, можно лишь увеличивать коэффициент внешнего потока, обеспечивающего смертность на стадии болезни. Если же модель не содержит демографических изменений, то описание смертности от заболевания возможно с использованием дополнительной стадии смерть D и потока, обеспечивающего переход от инфицированных I в эту стадию.

С помощью разработанного конструктора были также воссозданы модель SIQR, учитывающая карантинные меры, и модель SIRC для заболеваний, которые могут перейти в хроническую форму [5, с. 141-142; 1, с. 13].

Для реализации модели SIQR добавляется стадия карантина – Q. Данная стадия не индуцирует поток SI. В цепи переходов Q находится между I и R и сопряжена с данными стадиями неиндуцированными потоками. Результаты работы такой модели представлены на

рисунке 1. Иногда попадание в карантин не является стопроцентным для заболевших. В таких случаях должен оставаться поток IR.

Для реализации модели SIRC (рисунок 1) добавляется стадия хронического заболевания – С. Поток IR из классической модели SIR заменяется многоцелевым потоком IRC, обеспечивающим переход особей от стадии I в стадии R или С с соответствующими вероятностями. Подобная структура модели подходит для заболеваний, которые в хронической форме не являются заразными. В противном случае поток SI будет индуцирован также стадией С.

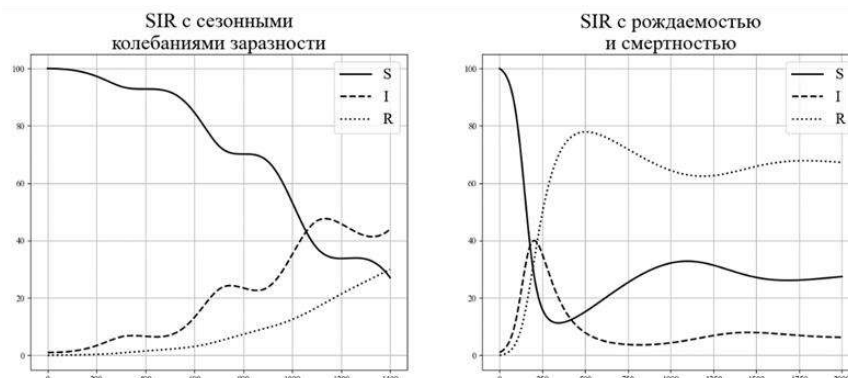


Рисунок 2 – Результаты работы реализованных компартментальных моделей (часть 2)

С использованием динамических коэффициентов была реализована модель, демонстрирующая сезонные волны заболеваемости (рисунок 2). Динамические коэффициенты могут также являться альтернативой в реализации описанных выше моделей без усложнения их архитектуры. Например, для модели с введением карантинных мер можно использовать классическую модель SIR с динамическим коэффициентом потока SI. В таком случае данный коэффициент должен уменьшаться на период введения карантина.

Разработанный конструктор позволил также смоделировать совместное распространение двух инфекционных агентов. Для этого конструируется сеть стадий, описывающих параллельное, последовательное или взаимоисключающее протекания болезней. Такие модели позволяют сравнивать эффективность различных инфекционных агентов и возможно помогут определить эволюционные идеи развития патогена.

Таким образом, разработанная система из потоков и стадий позволяет реализовывать компартментальные модели различной сложности. Данный конструктор является удобным инструментом для эпидемиологического моделирования без необходимости освоения пользователем навыков программирования. Доступность эпидемиологического моделирования различной сложности позволит применять данную методику на всех уровнях системы здравоохранения.

Библиографический список

1. Гришунина Ю.Б. и др. Статистический анализ параметров модели эпидемической ситуации // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2015. – Т. 14. – №5(84). – С. 13-20.
2. Кондратьев М.А. Методы прогнозирования и модели распространения заболеваний // Компьютерные исследования и моделирование. – 2013. – Т. 5. – №5. – С. 863-882.
3. Bohner M., Streipert S. H. The SIS-model on time scales // Pliska Studia Mathematica Bulgarica. – 2016. – Vol. 26. – №1. – P. 11-28.
4. Brauer F. Compartmental Models in Epidemiology // Mathematical Epidemiology. Lecture Notes in Mathematics. – Berlin: Springer, 2008. – Vol. 1945. – P. 19-79
5. Hethcote H., Zhien M., Shengbing L. Effects of quarantine in six endemic models for infectious diseases // Mathematical biosciences. – 2002. – Vol. 180. – №1-2. – P. 141-160.

6. Rodrigues H. S. Application of SIR epidemiological model: new trends // International Journal of Applied Mathematics and Informatics. – 2016. – Vol. 10 – P. 92-97.
7. Shaji A., Belfin R. V., Kanaga E. G. M. An innovated SIRS model for information spreading // Advances in Big Data and Cloud Computing. – Singapore: Springer, 2018. – Vol. 645. – P. 405-413.
8. Tolles J., Luong T. B. Modeling epidemics with compartmental models // JAMA. – 2020. – Vol. 323(24). – P. 2515-2516.

УДК 519.237; 519.226.2
ГРНТИ 27.43.51

КРИТИЧЕСКОЕ ОСМЫСЛЕНИЕ ПРАКТИКИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПРОФИЛЯ ПРАВДОПОДОБИЯ В ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ

Обеснюк В. Ф.

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

v-f-o@newmail.ru

Указано на существенно приближенный характер вычисления доверительных интервалов параметров статистических моделей методом профиля правдоподобия в общем случае. На примерах показано, что он даёт точные результаты только для сравнительно узкого класса функций.

Ключевые слова: модель, метод максимального правдоподобия, выборка, профиль правдоподобия, доверительный интервал, теорема FWL.

CRITICAL COMPREHENSION OF THE PRACTICE OF APPLYING THE LIKELIHOOD PROFILE METHOD IN PARAMETRIC STATISTICS

Obesnyuk V. F.

Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk

It is indicated that the likelihood profile method has a significantly approximate nature of calculating the confidence intervals of model parameters in statistics in the general case. The examples show that it gives accurate results only for a relatively narrow class of functions.

Keywords: model, maximum likelihood method, sample, likelihood profile, credible interval, FWL-theorem.

Введение. Практически все, кто занимается массовыми эмпирическими наблюдениями в медицине, биологии, психологии, экономике и в других естественных науках, связанных с анализом данных и интервальными оценками, применял сам или читал о возможности применения метода максимального правдоподобия. Его корректное использование позволяет достичь весьма высокой степени обобщения и точности даже при анализе весьма неоднородных выборок, подверженных воздействию нескольких изучаемых факторов, особенно в байесовской интерпретации. Несмотря на то, что исторически первой появилась фишеровская интерпретация, а сам Рональд Фишер категорически отрицал байесовский подход [4], оба метода имеют много общего, если принять во внимание то, что всякий

исследователь эмпирического материала не просто занимается сбором данных, а пытается осмыслить их в рамках некоторых априорно принятых гипотез и параметрических моделей. На их основе он допускает некоторые предварительные предположения о характере распределения информативных параметров β , входящих в модель. Таким образом, сознательно или неосознанно он оперирует некоторой плотностью $prior(\beta)$ распределения априорно ожидаемых оценок параметров. При условии, что принятая модель описания данных $Data$ адекватна самим данным, применение математической модели можно рассматривать как процедуру проецирования пространства наблюдений с известным распределением в эквивалентное по качеству описания параметрическое пространство. В этом случае в соответствии с теоремой Байеса апостериорное распределение параметров модели может быть найдено в силу соотношения

$$\psi(\beta | Data) \sim L(Data | \beta) \cdot prior(\beta), \quad (1)$$

где $L(Data | \beta)$ – правдоподобие Фишера. Нетрудно видеть, что строго постоянные параметры фриквентистского фишеровского подхода в статистике приобретают возможность варьирования в рамках методологии Байеса, а при соответствующей нормировке $\int \psi(\beta | Data) d^n \beta = 1$ можно переходить к прямому определению интервальных оценок искомых параметров. Более того, оба подхода – байесовский и частотный – можно считать алгоритмически совпадающими, если в качестве априорного моделируется распределение параметров с постоянной плотностью в некоторой значимой области параметрического пространства. Тогда, при условии $prior(\beta) \sim 1$, т.е. при моделировании на основе исходно неинформативного распределения, правдоподобия Фишера и Байеса совпадают в практическом смысле.

Однако оценка доверительных областей обобщенной модели в целом или её параметров в отдельности по трудоёмкости вычислений является сравнительно ограниченной только при малой размерности вектора параметров β . С позиций байесовского подхода уже при $\dim(\beta) > 2$ это – сложное топологическое исследование. Ситуация выглядит всё ещё сравнительно обозримой только для моделей, линейных по параметрам, при условии, что логарифм функции правдоподобия вблизи своего (единственного) экстремума удовлетворительно может быть приближен квадратичной формой по малым отклонениям параметров от экстремальных значений. Тогда сама функция правдоподобия при соответствующей нормировке практически совпадает с ПРВ многомерного нормального распределения, доверительный эллипсоид и интервалы для которого оценить сравнительно нетрудно, вычисляя и обращая матрицу вторых производных. На этом принципе, например, в статистике строится широко известный асимптотический тест Вальда, применяемый в рамках фриквентистского подхода. Иными словами, сторонниками частотного подхода топологическое исследование заменяется анализом малой окрестности экстремума функции правдоподобия.

Иная ситуация наблюдается при необходимости использования моделей, существенно нелинейных по параметрам. Такая задача может дополнительно осложняться наличием в распоряжении исследователя лишь небольшой по объёму выборки, например 100 – 500 единиц наблюдения, что типично, например, для клинической эпидемиологии или статистических исследований в области селекции новых биологических сортов растений и пород животных. Без применения современной вычислительной техники выполнить интервальные оценки в этом случае невозможно. Именно этой ситуации посвящен данный доклад, в котором критически рассмотрен один из широко известных вычислительных приёмов – метод профиля правдоподобия. Он используется для того, чтобы избежать прямого вычисления неизбежных интегралов в многомерном параметрическом пространстве с участием функции правдоподобия. Ограничимся критикой методологии построения однопараметрического профиля.

Краткий обзор. Трудно точно установить авторство упомянутого метода, но одни из первых широко цитируемых ссылок по этому вопросу относятся к книгам [2] и [3], в которых Дэвид Кокс ссылается на применение вычислительной программы GLIM (General Linear Interactive Modelling). В ней соответствующий вычислительный алгоритм уже был реализован. Впоследствии он был частично описан его создателем [6] в одноименном научном журнале, имеющем длительную историю издания в 20-м веке. По-видимому, идея алгоритма была известна и до названных публикаций. Об этом можно судить по опубликованным в работах [5] и [8] доказательствам теоремы FWL (Frisch – Waugh – Lowell), из которых можно прийти к выводу о том, что одномерный профиль правдоподобия для некоторого наиболее важного информативного параметра модели при соответствующей нормировке является точной плотностью распределения вероятности (ПРВ), если само многомерное правдоподобие фактически является нормированным нормальным распределением. На основе этого впоследствии без какого-либо критического осмысления было предложено несколько вычислительных модификаций. Наиболее известны – публикация Венцона [9] и алгоритмы, вошедшие в состав различных вычислительных пакетов программ [1, 7].

Математическая суть алгоритма Венцона заключается в следующем: рассматривается вероятностное правдоподобие по Фишеру или Байесу $L(\beta)$, допускающее нормировку на единицу на основе независимых эмпирических наблюдений. Целью является получение однопараметрической интервальной оценки, например, для наиболее информативной переменной β_1 , где $\beta = (\beta_1, \beta')$ и β' – укороченный на одну компоненту β_1 вектор параметров. Эвристический **метод профиля правдоподобия**, заключается в том, что оценку ПРВ $f(\beta_1)$

заменяют оценкой $\tilde{f}(\beta_1)$, где $\tilde{f}(\beta_1) \sim \max_{\beta' \in R^{n-1}} L(\beta_1, \beta')$. Точнее, из-за резкой зависимости правдоподобия от параметров практически вместо этого удобнее оперировать логарифмическим функционалом $\Omega(\beta) = -2 \cdot \ln(L(\beta))$ вместе с поиском $\tilde{\omega}(\beta_1) = \min_{\beta' \in R^{n-1}} \Omega(\beta_1, \beta')$ и

дальнейшей оценкой $\tilde{f}(\beta_1) \sim \exp\left(-\frac{\tilde{\omega}(\beta_1)}{2}\right)$. Такая операция обычно требует последующей перенормировки одномерной ПРВ $\tilde{f}(\beta_1)$, но заметно упрощает оценку доверительных интервалов. Нетрудно видеть, что существом алгоритма профиля правдоподобия является отождествление нормированных ПРВ-функций: $\tilde{f}(\beta_1)$ и истинной $f(\beta_1)$.

Альтернативно байесовский подход допускает, что по нормированной функции совместного распределения плотности $L(\beta)$ точно дается оценка однопараметрической ПРВ как $f(\beta_1) = \int \dots \int_{R^{n-1}} L(\beta_1, \beta') d^{n-1}\beta'$. Тогда равенство $\tilde{f}(\beta_1)$ и $f(\beta_1)$ требует своего подтверждения.

Результат. Оказывается, в общем случае равенства нет, несмотря на его наблюдение в некоторых частных ситуациях. Для обоснования достаточно показать это на примерах, которые заведомо не связаны с условием нормальности ожидаемого распределения. В частности, рассмотрим две структурно похожие модельные функции:

$$L(\beta) = 0.3973 \cdot \exp(-3 \ln^2(\beta_1) - 2 \beta_2 \ln(\beta_1) - \beta_2^2) \quad (2)$$

и

$$L(\beta) = 149.96 \cdot \beta_1^5 \beta_2^4 \exp(-3 \beta_1 - 2 \beta_2 - \beta_1 \beta_2). \quad (3)$$

Графики соответствующих одномерных ПРВ по параметру β_1 приведены на рисунках 1 и 2. Можно видеть, что в первом случае метод профиля правдоподобия способен дать точное описание одномерной плотности вероятности, а во втором – нет. По виду показательной части экспоненты ясно, что для функции (2) существует такое преобразование компонент вектора β , сочетающее нелинейную трансформацию и поворот, с помощью которого можно перейти к новым координатам, в которых плотность вероятности соответствует распределению с

некоррелированными переменными, что обеспечивает совпадение $f(\beta_1)$ и $\tilde{f}(\beta_1)$. Однако для функции (3) такие трансформации невозможны, что приводит к неравенству $f(\beta_1) \neq \tilde{f}(\beta_1)$.

В случае (3) разница не только распознаётся визуально, но и довольно велика в процентном отношении. Например, точные медиана и доверительный интервал (ДИ) для функции $f(\beta_1)$ составляют $\beta_1 = 1.264$ (95% ДИ: $0.468 \div 2.763$), в то время как метод профиля правдоподобия даёт $\beta_1 = 1.365$ (95% ДИ: $0.509 \div 2.958$). При этом ширина ДИ по методу профиля правдоподобия оказалась почти на 7% больше по сравнению с точной оценкой, что также противоречит широко укоренившимся ожиданиям от применения байесовского подхода.

Очевидно, метод профиля правдоподобия следует отметить как оригинальный эвристический метод проецирования, пригодный для визуализации результатов моделирования и оценки степени отклонения от нормального закона, когда число параметров превышает 2. Но его нельзя признать в качестве точного метода анализа.

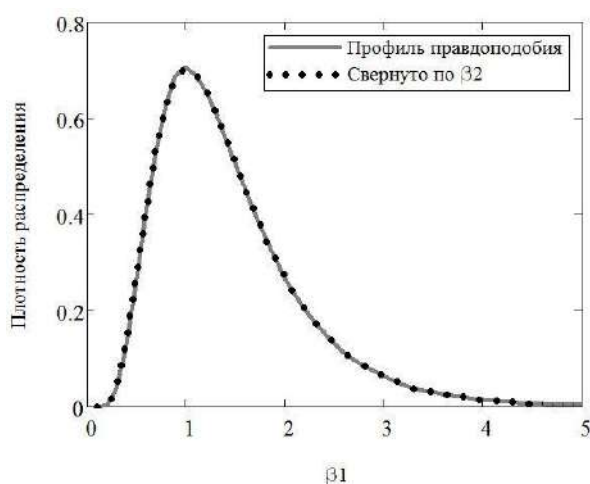


Рис.1. Сравнение точного нормированного распределения $f(\beta_1)$ и приближенного по методу профиля правдоподобия $\tilde{f}(\beta_1)$ для функции (2).

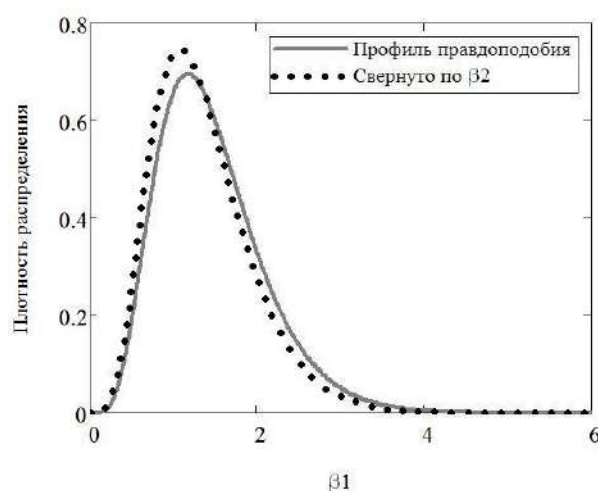


Рис.2. То же, что на рис. 1, но для функции (3).

Библиографический список

1. The "R" Project for Statistical Computing. – <https://www.r-project.org/>.
2. Cox D.R. Analysis of Binary Data. – London: Methuen. – 1970.
3. Cox D.R., Snell E.J. Analysis of Binary Data. 2nd ed. – NY: Chapman&Hall. – 1989.
4. Fisher R.A. On the mathematical foundations of theoretical statistics. // Phil. Trans. Of the Royal Soc. of London. Series A. – 1922. – 222. – P.309–368.
5. Frisch R., Waugh F. Partial time regressions as compared with individual trends. // Econometrica. – 1933. – 1 (4). – P.387–401.
6. Hutchison D. (1985). Ordinal variable regression using the McCullagh (proportional odds) model // GLIM Newsletter. – 1985. – 9. – P.9.
7. Statistical Analysis Software (SAS). – https://www.sas.com/ru_ru/software/stat.html.
8. Lowell M. (2008). A simple proof of the FWL-theorem // Journal of economic education. 2008. – 39 (1). – P.89–91.
9. Venzon D.J., Moolgavkar S.H. (1988). A Method for Computing Profile-Likelihood-Based
10. Confidence Intervals // Journal of the Royal Statistical Society. Series C. – 1988. – 37 (1). – P.87–94.

УДК 378.096
ГРНТИ 14.35.07

СПОСОБНОСТЬ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ КАК АСПЕКТ КОМПЕТЕНТНОСТИ ИНЖЕНЕРА АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Акопян О. В., Ананьина Е. В.

*Озёрский технологический институт – НИЯУ МИФИ,
г. Озёрск, Челябинская область;
УрФУ, г. Екатеринбург
OTlkafVM@mephi.ru*

В статье предлагается расширить понятие компетентности, подсистемы профессиональной квалификации инженера атомной отрасли, общим умением решать задачи.

Ключевые слова: профессиональная квалификация, компетентность, умение решать задачи.

ABILITY TO SOLVE PROBLEMS AS AN ASPECT OF THE COMPETENCE OF AN ENGINEER OF THE NUCLEAR INDUSTRY

Akopyan O. V., Ananyina E. V.

*OTI NRNU MEPHI, Ozersk;
UrFU, Yekaterinburg*

The paper proposes to expand the concept of competence, a subsystem of the professional qualification of an engineer in the nuclear industry, by the general ability to solve problems.

Keywords: professional qualification, competence, ability to solve problems.

Рассматривая профессиональную квалификацию инженера атомной отрасли как систему, подсистему профессионализма, компонентами которой являются компетентность, нравственность, инициативность и состоятельность [1] в компетентности были, в частности, выделены качества:

- умение анализировать профессиональные ситуации и видеть их в целом, отбирать существенные факторы, делать выводы и принимать соответствующие профессиональные решения;
- преобладающее использование принятых именно в данной профессиональной области (атомной) приемов решения проблемных задач;

в инициативности –

- готовность к работе во внезапно усложнившихся условиях, способность корректировать программу деятельности в соответствии с требованиями ситуации;
- стремление к нахождению новых нестандартных способов решения профессиональных задач, к анализу профессиональных ситуаций, к принятию профессиональных решений;

в состоятельности –

- достижение целей с наименьшими затратами ресурсов (человеческих, материальных, временных);
- результативность (достижение запланированных результатов);
- получение продукта высокого качества;
- разработка (коррекция) целесообразного графика работ.

Эти способности имеют своей основой общее умение решать задачи.

Специалистами по теории решения задач [2; 3; 4; 5] постулируется необходимость знания, что представляет собой задача, из каких частей она состоит, с помощью каких инструментов она решается. Потому расширим перечень базовых знаний в элементе компетентности «осведомлённость» «знанием теории решения задач».

Покажем, что и другие элементы компетентности (сознательность, действенность, умелость) также получают новые параметры.

Следствием вышеуказанного расширения неизбежно становится требование осмысления и понимания этой теории, её соотнесения с имеющимися знаниями (ведь студенты решали задачи и до этого). По определению сознательности [1] такое качество есть её (сознательности) параметр.

Важно также, чтобы освоенные знания оказывали влияние на поведение учащегося (поведение понимается здесь в широком смысле). Речь идёт о том, чтобы эти знания стали инструментом, которым учащийся пользуется в своей жизни. Таким образом, получаем параметр действенности [1].

И, наконец, это использование должно быть таким, чтобы результат удовлетворял и учащегося и общество, что должно стать параметром умелости [1].

Таким образом, мы получаем, что способность решать задачи есть аспект компетентности инженера атомной отрасли.

Авторы методик по обучению решению задач демонстрируют эти методики преимущественно на математических задачах [2; 3; 4; 5]. Естественным тогда становится целенаправленное воспитание общего умения решать задачи на занятиях по математике. Ожидаемым результатом будет перенос этого умения на профессиональные задачи.

Заметим, что выделенный аспект компетентности, по нашему мнению, – общий для инженера, профессионала любой отрасли.

Библиографический список

1. Акопян О.В. Профессионализм и профессиональная квалификация инженера атомной отрасли / О.В. Акопян, Е.В. Ананьина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – Т.6, № 2. – 2014. – С. 97-104.
2. Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. — Издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы. М., 1975 г.
3. Пойа Д. Математическое открытие. — Издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы. М., 1970 г.
4. Тучнин Н.П. Как задать вопрос? (О математическом творчестве школьников): Кн. для учащихся. – М.: Просвещение, 1993.
5. Фридман Л.М., Турецкий Е.Н. Как научиться решать задачи: Пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1984.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 621.311.68
ГРНТИ 47.14.17

РАЗРАБОТКА АККУМУЛЯТОРА С РАСШИРЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗАРЯДКИ

Гибатова А. А.

Руководитель: Нагорнов Д. А., ст.преп. кафедры приборостроения, конструирование и технология электронных средств

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

agibatova@mail.ru

Данная статья посвящена разработке аккумулятора с расширенными возможностями зарядки. Были проанализированы области применения разработки, определены необходимые ресурсы, составлен план разработки и выбраны ключевые элементы радиотехники.

Ключевые слова: аккумулятор, питание, зарядка, устройство, контроллер.

DEVELOPING A BATTERY WITH ADVANCED CHARGING CAPABILITIES

Gibatova A. A.

Scientific adviser: Nagornov D. A.

TTI NRNU MEPhI", Trekhgorny

This article is devoted to the development of a battery with advanced charging capabilities. The areas of application of the development were analyzed, the necessary resources were identified, a development plan was drawn up and key elements of radio engineering were selected.

Keywords: battery, nutrition, charging, device, the controller.

Цель: разработка и анализ концепции устройства аккумулятора с расширенными возможностями зарядки для подключения нескольких автономных устройств.

Задачи:

1. Определить требования к электронным компонентам разрабатываемого устройства.
2. Разработать принципиальную схему электронного внешнего аккумулятора с дополнительными функциональными возможностями.
3. Спроектировать электронный внешний аккумулятор с дополнительными функциональными возможностями.

Гипотеза: заключается в том, что разработка аккумулятора с расширенными возможностями зарядки позволит увеличить функционал, возможности аккумуляторов и тем самым будет превосходить модели, представленные на рынке.

Актуальность

В данной работе представлен аккумулятор с расширенными возможностями зарядки. Это устройство предоставит потребителю шанс на подзарядку мобильного телефона, планшета, плеера и даже ноутбука – одним словом, любого устройства, которое можно подзарядить через кабель USB.

Введение

В наше время общество стремительно развивается в направлении высоких технологий. Актуальность портативных зарядных устройств растет с каждым днем. Мы зависим от электросети, так как современные гаджеты в процессе эксплуатации имеют свойство разряжаться. Потребители все больше задумываются об экономии времени и удобстве пользования зарядными устройствами.

Проблема состоит в том, что портативные аккумуляторы позволяют заряжать определенный вид устройства – ноутбук или смартфон. [1, с. 6] Преимуществом данной разработки является универсальное портативное устройство, которое имеет актуальность и практическую значимость в связи с наличием аварийного режима зарядки сразу нескольких устройств.

Описание разработки устройства

Разработанное устройство выполнено в печатном монтаже. Прибор заряжается от источника питания напряжением в 220 В с помощью внешнего адаптера питания мощностью 65 Вт. Блоки контроллеров защиты литий-полимерных аккумуляторов защищают их от глубокого разряда, а также задают определенный ток и следят за температурой. Не маловажная особенность контроллеров защиты литий-полимерных аккумуляторов – работа в нескольких режимах:

- 1 режим – зарядка аккумулятора;
- 2 режим – питание аккумулятора с расширенными возможностями зарядки подключенного через USB Type-C;
- 3 режим – совместное питание (питание аккумулятора и подключенного устройства).

Главной особенностью устройства является использование литий-полимерных аккумуляторов так как они безопасны и их производительность намного выше литий-ионного аккумулятора, они эффективны при интенсивном использовании и частых циклах заряда/разряда. Для удовлетворения потребностей в полной мере, применяются 5 аккумуляторов емкостью 10000 мА/ч.

Блок контроллеров защиты литий-ионных аккумуляторов защищают подключенные маломощные устройства от переразряда.

Блоки контроля заряда аккумуляторов, регистрируют уровень заряда аккумуляторов и передают эти данные на микроконтроллер, который преобразует цифровой сигнал в аналоговый и передает всю информацию о состоянии заряда аккумуляторов на экран.

Питание ноутбука происходит через подключенный к гнезду разъем. Другие гнезда питания заряжают маломощные устройства. Структурная схема устройства представлена на рисунке 1.

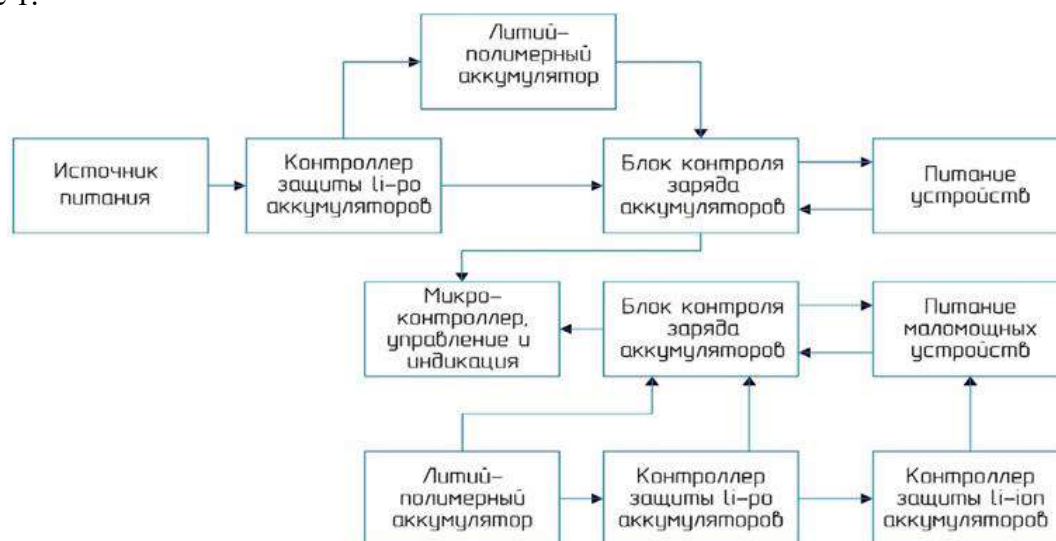


Рисунок 1 – Структурная схема устройства

Как упоминалось ранее, прибор заряжается от внешнего адаптера питания, подключенного к гнезду USB Type-C. Ключевым элементом в данном устройстве является микросхема XL4016, которая представляет собой импульсный понижающий преобразователь напряжения со стабилизированным выходным напряжением с диапазоном рабочих напряжений в пределах от 8 до 40 В. Схема питания аккумулятора с расширенными возможностями зарядки представлена на рисунке 2.

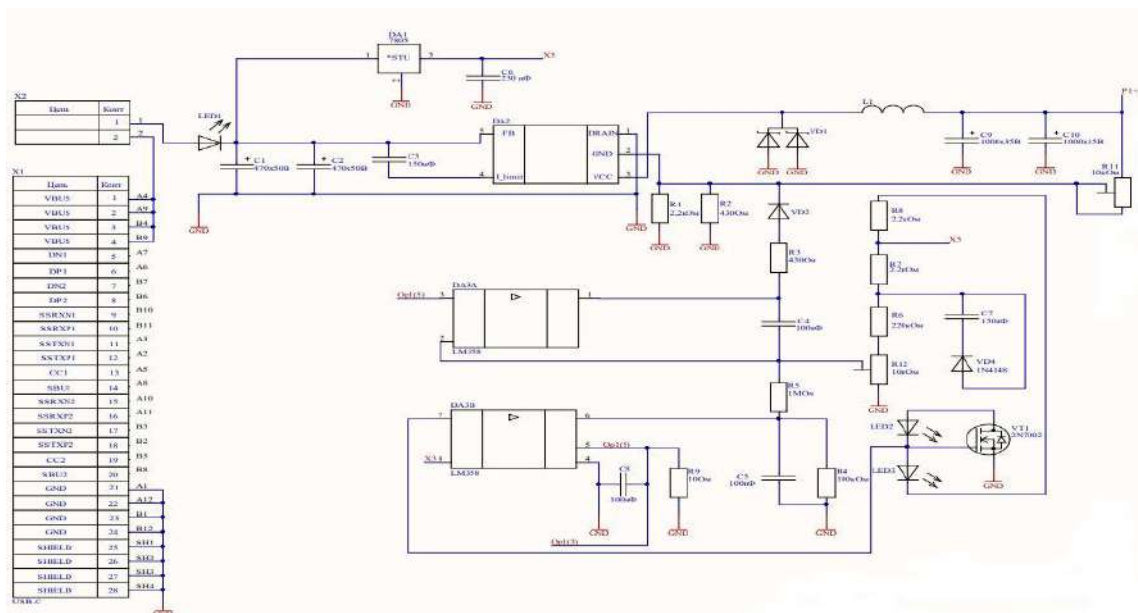


Рисунок 2 – Схема питания аккумулятора с расширенными возможностями зарядки

Контроллер заряда-разряда на микросхеме LC05111CMT позволяет объединить несколько аккумуляторов. Максимальный ток заряда-разряда 10 А. Так как ноутбуки зависят от питания по напряжению, необходимо подключить аккумуляторы последовательно, тем самым суммируется напряжение на всех аккумуляторах. Схема питания цепи для ноутбука представлена на рисунке 3.

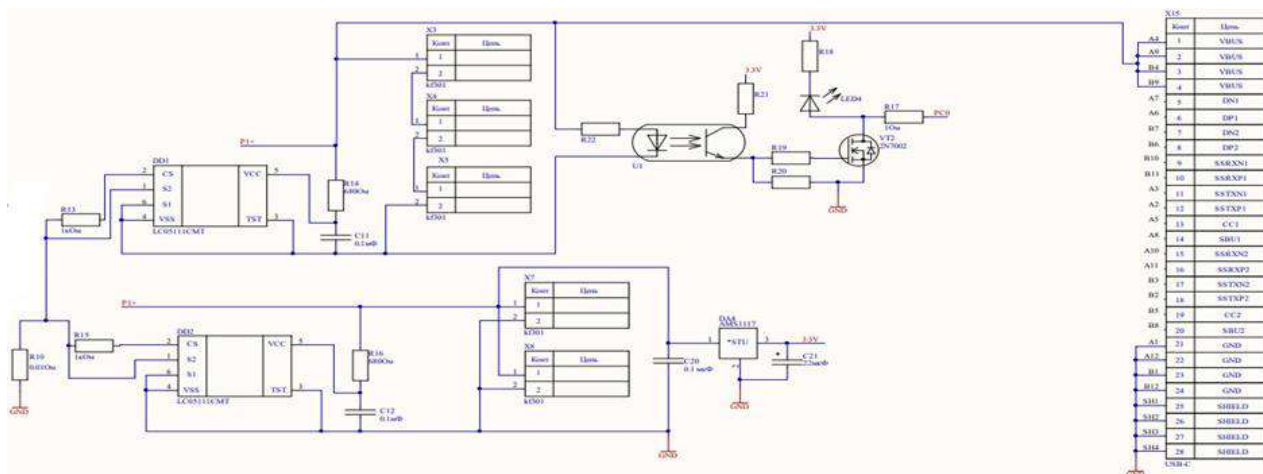


Рисунок 3 – Схема питания цепи для ноутбука

Для защиты от переразряда и перезаряда аккумуляторов устройств выбрана микросхема S-8241 Series, так как она может взаимодействовать с аккумуляторами подключенных устройств и литий-полимерными аккумуляторами. Для питания различных маломощных устройств аккумуляторы ставят параллельно, что дает прирост значений по току.

Микроконтроллер и экран питаются от стабилизатора напряжением 3.3 В, который свою очередь запитывается от литий-полимерных аккумуляторов для маломощных устройств.

С помощью оптопары и MOSFET транзистора контролируется вывод высокого или низкого уровня сигнала управления выходной мощности постоянного тока, иначе говоря, работает как ключ.

Предназначена дополнительная функция беспроводного питания с помощью протокола стандарта Qi. Протокол Qi включает в себя возможность для базовой станции и мобильного устройства использовать ограниченную систему передачи данных. Это позволяет заряжать и передавать базовой станции информацию о состоянии заряда. Диапазон частот беспроводной зарядки от 100 до 205 кГц, мощность $P=5$ Вт.

Принципом работы модуля быстрой зарядки заключается в увеличении напряжения и силы тока на выходе, что дает возможность быстро заряжать устройства, поддерживающие данную технологию. Схема питания портативных маломощных устройств представлена на рисунке 4.

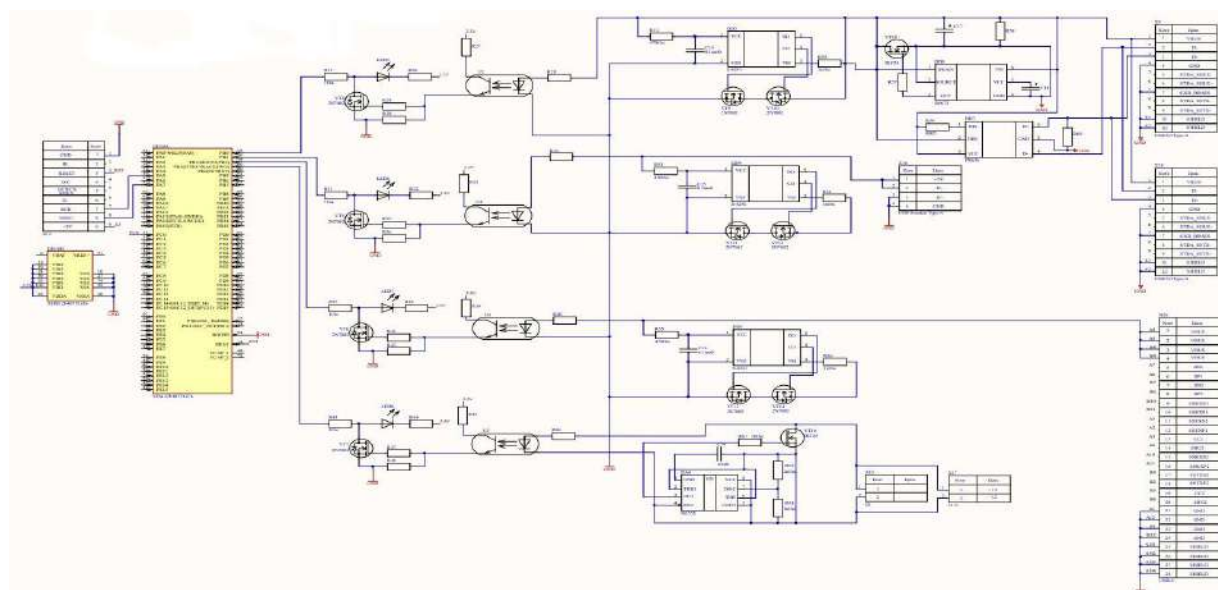


Рисунок 4 – Схема питания портативных маломощных устройств

Характеристики аккумулятора с расширенными возможностями зарядки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики аккумулятора с расширенными возможностями зарядки

Характеристика	Номинальное значение
Напряжение заряда собственного аккумулятора, В	12
Общая емкость, мА/ч	50000
Максимальный ток, выдаваемый по цепи 12 В, А	4-6
Максимальный ток, выдаваемый по цепи 5 В, А	2-4
Выходная мощность по цепи, Вт	72
Частота по цепи 220 В, Гц	50

Разработанный прибор заключен в алюминиевый корпус размером 250x200x170 мм.

Вывод

Внешний переносной аккумулятор позволит увеличить работу устройств, в том числе ноутбуков, и может помочь в труднодоступных регионах, где нет стабильного электричества, а также в путешествиях. Функциональными достоинствами прибора являются зарядка любого

совместимого гаджета, большая емкость, беспроводная зарядка устройств, зарядка ноутбуков и планшетов посредством специального разъема.

Библиографический список

1. Беднаж С. А. Разработка и изготовление электронного прибора Multi Power Bank как средство автономной зарядки мобильных устройств и питания бытовой импульсной техники. // Молодой ученый. – 2018. – № 46.1 (232.1). – С. 6-9.
2. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. – М.: Мир, 1982. – 512 с.

УДК 628.931
ГРНТИ 45.51.29

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММ DIALUX 4.13 И DIALUX EVO 9.2 ПРИ
СОЗДАНИИ ПРОЕКТОВ ОСВЕЩЕНИЯ**

Иксанова А. Р., Усенкова А. А.

Научный руководитель: Ивойлов В. Н.

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

nastyausenkova@gmail.com

В статье рассматривается сопоставительный анализ возможностей программ DIALux 4.13 и DIALux evo 9.2 при создании проектов освещения. Указаны ключевые функции, обеспечивающие удобство и информативность светотехнического расчёта при создании проекта освещения реального помещения.

Ключевые слова: светотехнический расчёт, уровень освещенности, искусственное освещение, интерьер.

**ANALYSIS OF THE DIALUX 4.13 AND DIALUX EVO 9.2 CAPABILITIES FOR
CREATING THE LIGHTING PROJECTS**

Iksanova A. R., Usenkova A. A.

Supervisor: Ivoylov V. N.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

The article deals with a comparative analysis of the capabilities of the DIALux 4.13 and DIALux evo 9.2 programs when creating lighting projects. The key functions that ensure the convenience and informativeness of the lighting calculation when creating a project for lighting a real room are indicated.

Keywords: lighting calculation, illumination level, artificial lighting, interior.

Этап проектирования при создании освещения любого объекта является важной составляющей. При разработке проекта освещенности учитывают многие индивидуальные особенности объекта: функциональное назначение, архитектурный стиль, цветовая гамма и интерьер помещений и др. Уровень освещенности регламентируется функциональным назначением объекта.

Светотехнический расчет, предназначенный для выбора осветительного оборудования, является основой для разработки проекта освещения. Сначала этот расчет был сложным, длительным и трудоемким процессом. Но в настоящее время появилось много бесплатных программ, с помощью которых можно эффективно и быстро спроектировать план освещения объекта.

DIALux — является одной из самых эффективных, универсальных и распространенных программ для расчета освещения на рынке программного обеспечения, разработанная немецким институтом прикладной светотехники – DIAL GmbH [3]. Она распространяется бесплатно и позволяет использовать данные светильников любых изготовителей. Наиболее популярны в настоящее время две версии программы: DIALux 4.13 и DIALux evo 9.2.

Для оценки возможностей двух этих программ был произведен светотехнический расчет на примере нескольких помещений кафедры, построена планировка, интерьер и определено нормированное значение освещенности.

С помощью программы DIALux 4.13 можно подбирать освещение и создавать проекты не только для внутреннего, но и для наружного освещения, улиц, спортивного и даже аварийного освещения. При создании интерьера, а также наружных объектов можно использовать стандартные элементы программы, наложив на них текстуры и цвета, или выбрать готовые объекты из встроенной библиотеки. Есть возможность импортирования 3ds-файлов, файлов текстур, и m3d-объектов, но некоторые объекты не воспринимаются программой, а наличие хорошо прорисованных объектов значительно увеличивает время расчета.

В DIALux evo реализовано больше возможностей для управления импортированными чертежами, что позволяет значительно быстрее создавать чертеж помещения. Также преимуществом является создание планировки зданий и внешнего пространства в одном проекте. В DIALux evo 9.2 существует возможность импортирования BIM-объектов (IFC-файлов), сохраняя структуры. И присутствует возможность выбора только необходимых уровней.

В расстановке осветительного оборудования между двумя программами нет значительной разницы. Но в DIALux evo 9.2 более удобный интерфейс, который позволяет делать это более удобно и просто. В новой версии теперь есть возможность управлять подвижными световыми приборами, а также устанавливать датчики для контроля расхода энергии в каждой созданной зоне.

С помощью DIALux evo можно учитывать системы дневного света, световые люки и элементы фасада. DIALux evo по сравнению с DIALux позволяет провести расчет освещения гораздо быстрее. Также возможно после основного расчета освещения добавить в проект новые источники света, затем программа внесет корректировки в предыдущий расчет вместо того, чтобы пересчитывать все заново.

К тому же в DIALux evo появились опции для расчета:

- только прямое освещение (быстрый расчет прямого света при проверке результатов);
- без объектов и мебели (позволяет сократить время расчета за счет игнорирования объектов интерьера);
- упрощенное освещение без объектов и мебели (выдает корректные результаты на любых поверхностях и примерные – для объектов и мебели).

В DIALux evo стало возможно сохранять HDR-изображения.

Для расчета уровня освещенности мы создали план помещения (лаборатории), в котором разместили объекты интерьера (Рис.1).

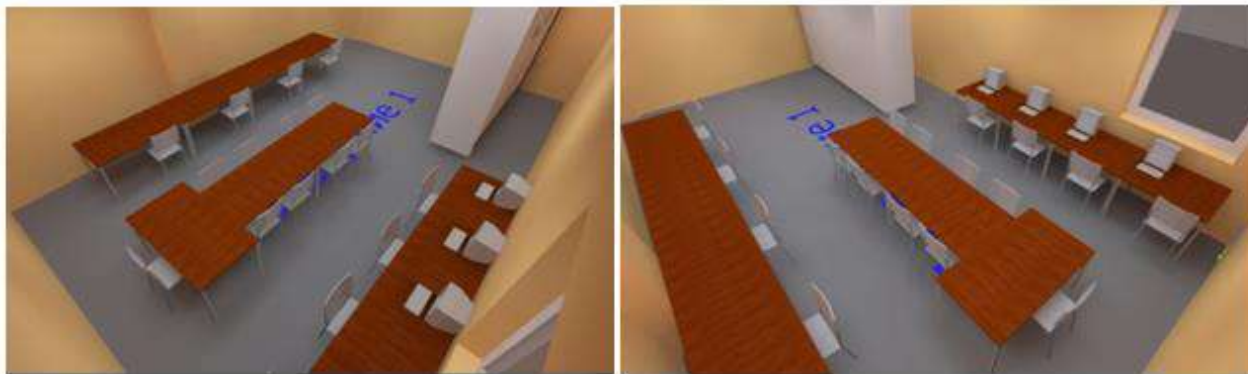


Рисунок 1 – Интерьер помещения (лаборатории)

Для выбранного помещения (лаборатории) нормированный уровень освещенности 400 лк [1]. В процессе изучения состава продукции отечественных производителей были выбраны светильники TOP LED 1200 4000K (Рис.2) компании «Световые технологии» [2].



Рисунок 2 – Светильник TOP LED

С помощью программы DIALux evo 9.2 было выбрано расположение светильников (Рис.3). Светильники можно располагать как вручную, так и с помощью функции автоматической расстановки, что упрощает работу.

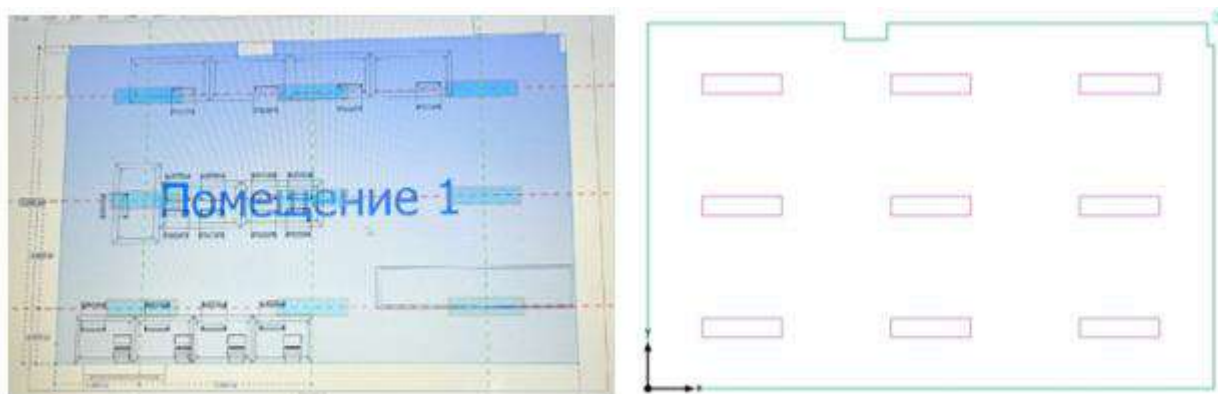


Рисунок 3 – Расположение светильников

В программе можно посмотреть итоговый уровень освещенности рабочей плоскости (Рис.4).

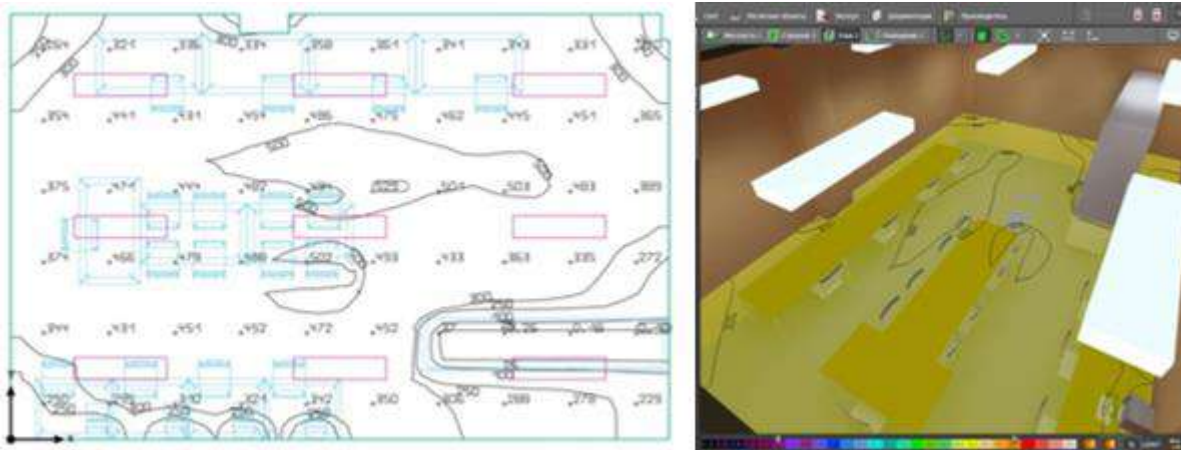


Рисунок 4 – Уровень освещенности на рабочей плоскости (высота: 0,8 м)

Официальный сайт компании DIAL GmbH утверждает, что возможность создания аварийного освещения является единственным преимуществом DIALux перед DIALux evo [3].

Программа DIALux постоянно развивается и соответствует требованиям расчета освещения, а также современного дизайна, благодаря чему используется дизайнерами по всему миру.

DIALux evo достигла больших результатов по сравнению с DIALux. Возможность импортировать BIM – объекты других архитектурных программ значительно упрощает работу в программе и позволяет создать проект освещения за короткий промежуток времени.

Библиографический список

1. СП 52.13330.2016 Естественные и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (с Изменением №1)
2. Официальный сайт компании «Световые технологии» <https://www.ltcompany.com/ru/> (дата обращения: 24.03.2021)
3. DIAL: официальный сайт компании DIAL GmbH. – Режим доступа: <https://www.dial.de/en/home/> (дата обращения: 24.03.2021)

УДК 608.2

ГРНТИ 47.59.49

АНАЛИЗ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ ПО ТОПОЛОГИИ SEPIC. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ.

Левичев Д. Г., Шаймурзина Л. Р.

Руководители: Вебер А. Е., ст.преп. кафедры вычислительной техники,
Зубова Н. В., доцент к.п.н. кафедры физико-математических дисциплин

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

S.Owun@yandex.ru; liya_ruslanovna@list.ru

В данной статье представлен анализ преобразователя напряжения по топологии SEPIC. Его преимущества и недостатки, влияющие на коэффициент полезного действия. Так же приведены данные анализа опытного образца преобразователя по данной топологии.

Ключевые слова: преобразователь напряжения, топология SEPIC, импульсный преобразователь, коэффициент полезного действия, анализ преобразователя напряжения.

ANALYSIS OF THE SEPIC TOPOLOGY VOLTAGE CONVERTER. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES.

Levichev D. G., Shaimurzina L. R.

Scientific advisers: Weber A. E., Zubova N. V.

TTI NRNU MEPhI, Trekhgorny

This article presents an analysis of the SEPIC voltage converter. Its advantages and disadvantages affecting the efficiency. The data of the analysis of an experimental sample of the converter for this topology are also given.

Keywords: voltage converter, SEPIC topology, efficiency, analyzing the voltage converter.

Цель: практическое исследование характеристик преобразователя напряжения структуры SEPIC с высоким КПД по опытному образцу.

Задачи:

1. Анализ старых преобразователей напряжения.
2. Анализ импульсных преобразователей.
3. Анализ преобразователей по топологии SEPIC.
4. Практическое исследование особенностей преобразователей SEPIC.

Гипотеза: учёт ранее не описанных в литературе особенностей структуры SEPIC позволит повысить КПД данного метода преобразования.

Актуальность

Изучение особенностей метода преобразования напряжения SEPIC позволит увеличить КПД данного метода преобразования.

Введение

Преобразователь напряжения – это электронный прибор, который используется для изменения величины входного напряжения устройства. Необходимость применения данного устройства преимущественно возникает в случаях, когда необходимо использовать какой-либо электрический прибор в местах, где невозможно использовать имеющиеся стандарты или возможности электроснабжения. Преобразователи могут использоваться в виде отдельного устройства либо входить в состав систем бесперебойного питания и источников электрической энергии. Они широко применяются во многих областях промышленности, в быту и других отраслях. Самыми распространенными схемами преобразователей являются: инвертирующие, повышающие и понижающие.

Классические преобразователи с регулировкой выходного напряжения, как правило, управляют сопротивлением элемента, выполняющего регулировочную роль, через него постоянно протекает электрический ток, который и заставляет данный элемент нагреваться, при этом теряется значительная часть мощности. Импульсный преобразователь напряжения использует регулировочный элемент лишь в виде ключа. При этом каждый из режимов обладает низким выделением тепла, что даёт возможность показывать высокий коэффициент полезного действия (КПД).

Как и любое устройство импульсный преобразователь обладает и недостатками. Сложность схемы и наличие большего количества запчастей, а значит потенциально существует больше причин поломки. Являются источниками помех. А что делать, если в устройстве надо и повышать, и понижать напряжение, в зависимости от требуемых значений входного и выходного напряжения? Одна из топологий, которая обеспечивает нужное нам соотношение между выходным и входным напряжениями, – это SEPIC (single-ended primary

inductor converter). В последнее время эта топология стала популярной в устройствах с питанием от батарей, где в зависимости от заряда батареи надо то понижать, то повышать входное напряжение. На выходе сохраняются полярность входного напряжения и потенциал «земли».

Анализ трансформаторных преобразователей напряжения

Анализ трансформаторных преобразователей напряжения показал, что их недостатками являются массогабаритные характеристики и низкий, КПД, который не превышает 60 %.

Стандартный преобразователь данного типа состоит из: трансформатора, выпрямительного моста, сглаживающего фильтра и стабилизатора напряжения. В общей сложности такая конструкция может состоять из 7 элементов выводного монтажа, в связи с чем иметь высокую надежность. Но наличие в схеме трансформатора и дросселей приводит к высокой массе и габаритам платы. Так же данные элементы рассеивают огромную часть мощности в виде тепла. В лучшем случае в тепло потратится 40 % всей мощности, но чаще эта цифра ближе к 50 %.

Потеря почти половины мощности, дополнительный нагрев системы в которую будет встроена такой преобразователь, а соответственно дополнительный износ компонентов из-за нагрева, и неприемлемые массогабаритные характеристики привели к тому, что данный тип преобразователей уступил место импульсным преобразователям напряжения.

Анализ импульсных преобразователей

Последовательность преобразования данного вида преобразователей напряжения начинается с бытовой сети переменного напряжения 220 В, после включены выпрямительные диоды и конденсатор. Получается постоянное напряжение, величиной в 310 В. Далее, с помощью генератора, работающего на частоте от 15 до 150 кГц, это постоянное напряжение преобразуется в переменное напряжение прямоугольной формы. С помощью ферритового трансформатора, трансформируется в необходимое переменное напряжение прямоугольной формы. Это переменное прямоугольное напряжение выпрямляется с помощью диодного мостика, фильтруется конденсатором и индуктивностью. На выходе получается постоянное напряжение заданной величины.

Увеличение элементной базы снижает надежность преобразователя напряжения, из-за чего требуются дополнительные меры защиты системы. Уменьшение массогабаритных характеристик элементов, а соответственно преобразователя в целом достигается благодаря SMD компонентам. Рассеиваемая мощность на таких элементах значительно ниже.

КПД импульсных преобразователей напряжения высокий и может достигать 90 %. Но всё ещё остаётся недостаток, заключающийся в ограниченности преобразования. Импульсные преобразователи, как и трансформаторные, могут быть либо повышающими, либо понижающими, либо инвертирующими. И для выполнения данных функций в одном устройстве нужно будет установить несколько преобразователей напряжения. Примером являются аккумуляторы и батареи, заряд которых варьируется, при полном заряде батареи нужен понижающий преобразователь, а когда эта же батарея разрядится уже будет нужен повышающий преобразователь. Инвертирующий преобразователь может как повышать, так и понижать входное напряжение, но выходное напряжение в нем инвертировано. Топология SEPIC обеспечивает нужное соотношение между выходным и входным напряжениями без инверсии.

Анализ преобразователей по топологии SEPIC

Схема преобразователя по топологии SEPIC с использованием ШИМ-контроллера (широтно-импульсная модуляция) показан на рисунке 1.

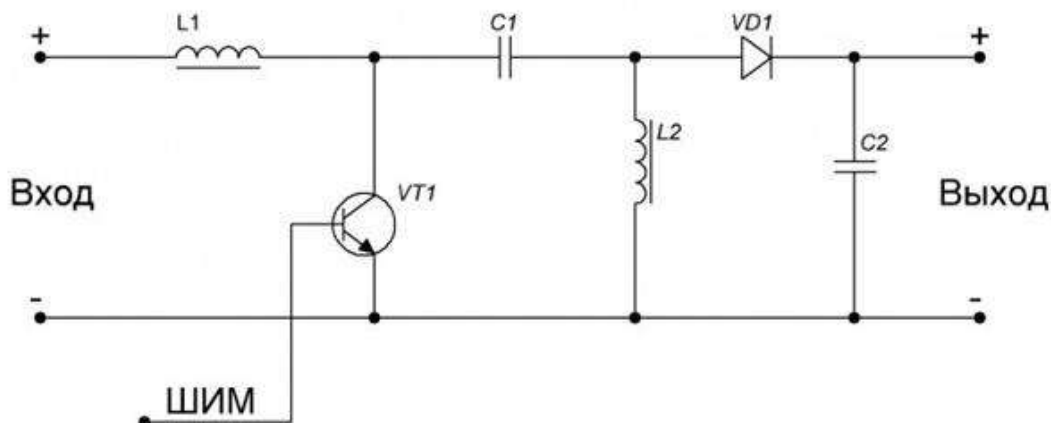


Рисунок 1 – Схема преобразователя по топологии SEPIC

Данный преобразователь решает сразу несколько проблем, которые возникли в других импульсных преобразователях.

Во-первых, такая топология позволяет получить повышающий-понижающий преобразователь.

Во-вторых, величина пульсаций по напряжению и току на выходе у других топологий больше чем у топологии SEPIC, из-за чего необходимо дополнительно использовать конденсаторы большой ёмкости или LC-фильтры, что экономически не выгодно.

В-третьих, сигнал, преобразованный топологией SEPIC не инвертирован как например у топологии «Buck-Boost».

В-четвёртых, топология SEPIC имеет более высокий КПД, тем самым снижая тепловую нагрузку на другие элементы.

В расчётах будем пользоваться КПД, рассчитанным по формуле:

$$\eta = \frac{P_1}{P_2} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где P_1 – полезная мощность, отдаваемая нагрузке;

P_2 – потребляемая из сети мощность.

Для снижения рассеиваемой мощности на элементах, сначала необходимо определиться с главными источниками потерь полезной мощности на нагрев.

Рассмотрим, как потери энергии распределились по элементам. Мы выделили три основных вида элементов:

1) Транзистор. Когда транзистор находится в открытом состоянии падение напряжения на нём мало, только необходимое для его открытия, а ток проходящий через него велик, следственно мощность на нём рассеивается маленькая. Формула расчёта мощности:

$$P = I \cdot U \quad (2)$$

Когда транзистор находится в закрытом состоянии на нём высокое падение напряжения, но тока нет, следовательно, рассеиваемая мощность снова низкая. Высокая рассеиваемая мощность на транзисторе возникает во время переключения из закрытого состояния в открытое, когда напряжение нарастает, а ток всё ещё идёт.

Сокращение времени открытия и закрытия транзистора приведёт к снижению рассеиваемой мощности, следовательно, к повышению КПД. Поэтому в роли ключа необходимо использовать быстродействующий полевой транзистор вместо биполярного.

2) Диод. В данной топологии диод аналогично транзистору выполняет роль ключа и так же имеет высокую рассеиваемую мощность в момент открытия и закрытия рп-перехода. Как показывает практика на диоде рассеиваемая мощность выше чем на транзисторе. На данное время, для повышения КПД, диоды Шоттки так же заменяют на полевой транзистор.

3) Катушки индуктивности. Рассеиваемая мощность индуктивности зависит только от реального сопротивления, следовательно, от диаметра провода обмотки и его сопротивления. Из-за работы на высоких частотах важно учитывать скин-эффект при выборе сечения проводника обмотки. Так же необходимо учесть потери мощности на перемагничивание сердечника, и потери на вихревые токи в сердечнике. Если сердечник катушки заменить проводящим неферромагнитным материалом, то в нем исчезнут потери на перемагничивание сердечника, но останутся вихревые токи и связанные с ними потери.

Для наглядности в таблице 1 приведены температуры элементов из статьи «Универсальный преобразователь напряжения или пару слов от том, что такое SEPIC» [5]. В этой статье рассмотрен преобразователь SEPIC для широкого потребления. В дальнейшем планируется сравнение данных статьи с полученными нами экспериментальными данными.

Таблица 1 – Температуры элементов

	Транзистор	Катушка индуктивности L1	Катушка индуктивности L2	Диод
Максимальная температура, °C	105,6	79,3	88,1	113,2

Вывод

Нами был совершён анализ трансформаторных и импульсных преобразователей напряжения. Были произведены сравнения их с преобразователем по топологии SEPIC. Исследовав достоинства и недостатки такого преобразователя, мы пришли к выводу, что он универсален в использовании для преобразования напряжения. Более высокий КПД обеспечивает экономичное использование энергии, снижает тепловую нагрузку на элементы, следовательно, увеличится срок эксплуатации оборудования. Так же нами были проанализированы способы повышения КПД преобразователя. На данный момент мы ведём практическое исследование особенностей преобразователей SEPIC и планируем в дальнейшем на основе полученных данных собрать преобразователь с КПД от 92 до 96 %.

Библиографический список

1. Корис Р. Справочник инженера-схемотехника. – М.: Техносфера, 2008. – 608 с.
2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. – М.: Издательство БИНОМ, 2014. – 704 с.
3. Иоффе, Д. Разработка импульсного преобразователя напряжения с топологией SEPIC / Д. Иоффе // Компоненты и технологии. – 2006. – № 9. – С. 126-132.
4. Два варианта преобразователя SEPIC / G. Plasoianu. – Текст: электронный // Журнал Радиолюцман. – 2019. – № 5. – С. 64-66. URL: <https://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=600381> (дата обращения: 15.02.2021).
5. Универсальный преобразователь напряжения или пару слов от том, что такое SEPIC. – Текст: электронный // MYSKU.ru [сайт]. – 2015. – 14 окт. – URL: <https://mysku.ru/blog/china-stores/35161.html> (дата обращения: 09.03.2021).
6. Sepic Converter Design and Operation / G. Sharp, A. Emanuel. – Текст: электронный // wpi.edu: [сайт]. – 2014. – 5 янв. – URL: https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-050114-131841/unrestricted/SEPIC_MQP_Final_Report.pdf (дата обращения: 11.03.2021).

УДК 628.971.6
ГРНТИ 47.17.17

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Леонтьев Н. А.

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

legenda141298@mail.ru

В данной статье представлена умное решение, позволяющее организовать автоматическое централизованное управление наружным освещением. Возможности системы позволяют добиться реального экономического эффекта при эксплуатации наружного освещения.

Ключевые слова: умное освещение, светодиодные лампы, датчики, микроконтроллер, энергоэффективность, экономия энергии.

AUTONOMOUS STREET LIGHTING CONTROL

Leontev N. A.

TTI NRNU MEPhI, Trekhgornyy

This article presents a smart solution that allows you to organize automatic centralized control of outdoor lighting. The capabilities of the system allow you to achieve a real economic effect when using outdoor lighting.

Keywords: smart lighting, LED bulbs, sensors, microcontroller, energy efficiency, energy saving.

На протяжении многих лет перед всеми странами мира стоит проблема экономии электроэнергии. Тарифы на электроэнергию растут ежегодно, поэтому производители техники и электроники стараются выпускать устройства с низким потреблением энергии. Так же этот вопрос актуален для различных коммунальных предприятий. К примеру, жители нашего города столкнулись с проблемой «тёмных улиц», когда во многих районах не было освещения, в том числе перед нашим институтом, это обстоятельство вызывает большой дискомфорт и неудобство для жителей города. Было решено задать вопрос преподавателю экономики о содержании уличного освещения и выяснить ряд вопросов о возможности усовершенствования этой системы.

В результате обсуждения данной проблемы нами была поставлена цель создать устройство контроля уличного освещения и определить экономическую эффективность данной системы управления.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать функциональную схему;
- разработать схему электрическую принципиальную;
- выбрать подходящие компоненты;
- создать 3-D модель печатной платы;
- посчитать себестоимость устройства;

Чтобы разработать устройство, необходимо составить функциональную схему. На рисунке 1 представлена функциональная схема устройства.



Рисунок 1 – Функциональная схема

Сетевая система управления обеспечивает гибкость и великолепную экономию электроэнергии. Такая система управления позволяет установить двухстороннюю связь между источником и светильником, что позволяет организовать освещение определённого участка, а оставшуюся часть димировать, также даёт возможность отследить потребление электроэнергии и получать сигнал о поломке определённого светильника.

Управление реализуется через один центральный пункт. Сетевая система управления посылает сигнал через беспроводное соединение или через специальный кабель, напрямую к каждому светильнику. Эта система управления практически не имеет ограничения по количеству управляемых светильников.

Далее мы переходим к типу освещения. Постоянное развитие и совершенствование технологий в изготовлении LED-ламп, способствует повышению эффективности и снижению стоимости. Высокая степень энергоэффективности – актуальный аспект в условиях постоянного повышения цен на энергоносители, включая электроэнергию. Можно обсуждать преимущества и недостатки этой технологии в освещении, но стоит помнить, энергосберегающие технологии – это будущее, а эпоха повсеместного распространения ламп накаливания подходит к концу.

Выбирать датчик движения для включения света надо по нескольким параметрам. Характеристики во многом зависят от места установки. Есть также дополнительные свойства, которые будут полезны, но, в случае ограниченного бюджета, без них можно обойтись.

Мозгом нашей схемы выступает микроконтроллер STM32, к которому подключаются все необходимые датчики.

Ежегодно на уличное освещение в России расходуется около 7 миллиардов кВт/ч электроэнергии, что в пересчете на деньги составляет порядка 16 миллиардов рублей. При выработке такого количества электроэнергии в атмосферу выбрасываются миллионы тонн различных вредных веществ. Снизить количество электроэнергии, требуемой на освещения городских улиц, позволяют системы умного уличного освещения.

Рынок решений в области умного уличного освещения активно развивается. По данным аналитической организации «WiseGuyReports», предоставленным в начале февраля 2017 года, до 2026 года в умное уличное освещение будет вложено инвестиций на сумму в 57 миллиардов долларов для светодиодных уличных фонарей и 13 миллиардов долларов для интеллектуальных платформ управления.

Традиционные лампы накаливания потребляют много энергии и выделяют много тепла. Поэтому сегодня большое количество стран по всему миру постепенно заменяют традиционные уличные фонари на интеллектуальные светодиодные. Прогнозируется, что к 2026 году 89% уличных фонарей перейдут на светодиоды, а 42% будут объединены через сеть Интернет на базе IoT-платформы.

Поскольку внедрение систем умного уличного освещения может быть достаточно обременительным для городских бюджетов, то сейчас в России все чаще говорят о необходимости заключать так называемые «энергосервисные контракты». Смысл здесь предельно прост: подрядчик за свой счет внедряет системы умного уличного освещения, а городские власти производят оплату в течение последующих 5-6 лет, используя для этих целей средства, сэкономленные из-за снизившегося энергопотребления.

Суммарная стоимость данной разработки составляет 200 тысяч рублей, что в разы дешевле аналогов на рынке.

Снижение затрат на обслуживание, повышение надёжности и безопасности движения, а также полный контроль системы освещения, это основные достоинства использовать данную систему для освещения улиц.

Библиографический список

1. Варфоломеев Л.П. Элементарная светотехника. – М.: Световые технологии, 2013. – 286 с.
2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. – М.: БИНОМ, 2014. – 704 с.
3. Управление уличным освещением. Когда в России станет светло по-умному? URL: <https://iot.ru/gorodskaya-sreda/upravlenie-ulichnym-osveshcheniem-kogda-v-rossii-stanet-svetlo-po-umnomu> (дата обращения: 18.03.2021).
4. Датчик движения для освещения: какие бывают, как включить. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5ca63fa97201b500b2fc0a3f/datchik-dvijenii-dlia-osvesceniia-kakie-byvaiut-kak-vkliuchat-5e70e7c21469925fc63045f7> (дата обращения: 25.03.2021).

УДК 621.35.035
ГРНТИ 47.09.48

РАЗРАБОТКА КОНВЕЙЕРНОГО МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА ГРАФЕНА

Томозов Н. В.

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

kolyatomozov16@mail.ru

Данная статья посвящена разработке метода конвейерного производства графена. Были проанализированы существующие методы получения графена и разработан способ массового получения графеновой пленки на медной подложке-катализаторе,

Ключевые слова: графен, установка, метод, разработка.

DEVELOPMENT OF A CONVEYOR METHOD FOR GRAPHENE PRODUCTION

Tomozov N. V.

TTI NRNU MEPhI, Trekhgornyy

This article is devoted to the development of the method of conveyor production of graphene. The existing methods of graphene production were analyzed and a method for mass production of graphene film on a copper substrate-catalyst was developed.

Keywords: graphene, installation, method, development.

Введение

Графен – двумерный наноматериал, состоящий из одного слоя атомов углерода, выстроенных в правильные шестиугольники – гексагоны.

Идеальный графен сочетает в себе уникальные свойства:

- самый тонкий материал в мире - толщиной в один атом;
- самый прочный материал в мире - модуль Юнга более 1 ТПа;
- имеет высокую электропроводность - подвижность зарядов более 1000000 см²/В·с;
- имеет высокую теплопроводность до 5000 Вт/м·К;
- оптически прозрачен в широком диапазоне;
- гибкий и эластичный;
- химический инертный.

Графен – один слой графита, состоящий из шестичленных колец, в узлах которых находятся атомы углерода, связанные sp² гибридизованными связями в гексагональную двумерную (2D) решетку.

Графен может применяться для:

- создания нового поколения светодиодов, логических элементов и запоминающих устройств;
- создания сверхчувствительных газовых сенсоров микрометрового размера;
- создания гибких сенсорных экранов, солнечных панелей, “умных” контактных линз;
- применения графена для тонкой очистки и разделения жидкостей и газов, для опреснения морской воды;
- модернизации электродов, электролитов и увеличения емкости, скорости зарядки и срока службы;
- создания антистатических и антибактериальных, электро- и теплопроводящих дышащих тканей и умного текстиля;
- во многих других областях.

Графен принято классифицируют по методам получения. На данный момент разработано множество способов получения графена. Их можно разделить на три основных группы: 1) химическое расслоение в растворах; 2) механическое отшелушивание слоев графена от высокоориентированного пиролитического графита (ВОПГ) или киш-графита; 3) выращивание на подложке методом химического газофазного осаждения (chemical vapor deposition CVD) и термическое разложение подложки карбида кремния (SiC).

Наиболее перспективным, доступным и относительно недорогим методом для получения графена достаточно высокого качества является химическое газофазное осаждение (CVD) на поверхности таких переходных металлов, как и др. На сегодняшний день методом CVD производятся поликристаллические пленки графена больших размеров. Преимуществом данного метода является масштабируемость получаемых образцов.

Целью данного проекта является разработка установки для конвейерного метода производства графена.

1 Преимущества

По сравнению с существующими установками получения графеновых пленок, разработанная установка совмещает все 3 этапа создания графеновых структур в одной установке без необходимости тепловых потерь на повторный нагрев. То есть эффективность полученной установки будет значительно выше за счет сокращения энергетических затрат. При этом полученный материал будет удобен в дальнейшем производстве, так как является длинной полосой ленты, смотанной в рулон.

2 Принцип метода химического осаждения из газовой фазы

Процесс роста графеновой пленки связан с двумя процессами. Первый – термическое разложение углеродосодержащих газов на поверхности переходных металлов. Второй – растворение углерода в металле при высоких температурах и последующая сегрегация (выделение) на поверхности при охлаждении. Растворимость углерода в металле,

кристаллическая решётка поверхности и условия процесса роста определяют морфологию и толщину (количество слоев) графеновой пленки.

3 Методика получения графеновой пленки

Первым этапом является подготовка медной подложки-катализатора (медная фольга / лента), толщина которой составляет 0,1 мм.

Производится промывка медной фольги в ультразвуковой бане в лауритсульфате натрия, ацетоне и пропаноле (по 10 мин.) для удаления загрязнений, затем медная фольга промывается в дистиллированной воде. После процедуры промывки медная фольга сушится в потоке газа Ar.

Вторым этапом является нанесение графеновой пленки в установке химического осаждения углерода из газовой фазы. Эта установка состоит из трех основных камер:

Первая камера предназначена для отжига медной подложки в среде водорода.

Вторая камера предназначена для диссоциации молекул газа на поверхности меди и поверхностная диффузия атомарного углерода в среде водорода (H_2), аргона (Ar), гелия (He) и метана (CH_4).

Последняя камера предназначена для охлаждения медной подложки-катализатора и скручивания медной ленты с нанесенным на нее графеновым слоем.

Последним этапом получения графеновой пленки является ее отделение от медной подложки.

4 Описание установки

Установка состоит из трех основных камер и защитного корпуса.

В первой камере происходит отжиг подложки перед ее входом в камеру синтеза. Объем этой камеры составляет 310 литров. Она представляет собой короб, соединенный с трубой из кварцевого стекла. В этой камере находится нагревательный элемент мощностью 16,9 кВт, люк (для загрузки медной ленты), платформа (для установки медной катушки), конвейерная лента (для передвижения медной ленты между камерами) с ведущим и поддерживающим катком, датчики (температуры, давления), газоанализаторы. Так же в первой камере имеются каналы с электрическими клапанами для подачи водорода и откачивания отработанных газов. Газообразный водород поступает в камеру обжига через расходомер-регулятор после предварительного разогрева в специальном сосуде. Проходя через систему охлаждения отработанный газ, откачивается из зоны обжига с помощью вакуумного компрессора в сосуд с отработанным газом.

Во второй камере происходит синтез графена на медной подложке. Объем этой камеры составляет 260 литров. Она представляет собой трубу из кварцевого стекла соединенную с коробом. В этой камере находится нагревательный элемент мощностью 13 кВт, конвейерная лента (для передвижения медной ленты между камерами) с ведущим и поддерживающим катком, датчики (температуры, давления), газоанализаторы. Так же во второй камере имеются каналы с электрическими клапанами для подачи рабочей смеси газов аргона, гелия, водорода и метана ($Ar/He + H_2 + CH_4$). Смесь углеродосодержащего газа поступает в камеру синтеза через расходомер-регулятор после предварительного разогрева в специальном сосуде. Проходя через систему охлаждения отработанный газ, откачивается из зоны обжига с помощью вакуумного компрессора в сосуд с отработанным газом.

Последняя камера предназначена для охлаждения медной подложки. Объем этой камеры составляет 128 литров. Она представляет собой короб с отдельной конвейерной лентой и системой скручивания медной подложки-катализатора в рулон. В этой камере находится датчики (температуры, давления), газоанализаторы, а также каналы для подачи охлаждающего газа и откачивания отработанного газа.

5 Поэтапное описание процессов, протекающих в установке получения графена

В начале, в установку устанавливается катушка с отчищенной медной лентой. Затем из всей установки (включая защитный корпус) откачивается воздух с целью удаления кислорода и других газов. Следующим этапом идет заполнение трех основных камер аргоно-гелиевой

смесью газов до давления близкого к атмосферному. И заполнение внешнего контура аргоном с целью уменьшения разницы давлений, и защиты установки от утечек взрывоопасных газов за ее пределы. После этого начинается нагрев камеры обжига и синтеза до установления температуры 950-1000 градусов. Этот процесс занимает 70 минут. Далее начинается движение ленты и подача соответствующих газов в каждую из трех камер. В камеру обжига закачивается водород с расходом 100 н.см³/мин. Ток газа осуществляется за счет постоянного регулирования подачи и откачивания газов из каждой камеры. Во время отжига в атмосфере Н₂ снимается оксидный слой с поверхности меди и увеличивается размер зерна. Каждый участок медной ленты проходит эту камеру за 40 минут. Пройдя первую камеру по конвейерной ленте, подложка-катализатор попадает в камеру синтеза, где происходит термическое разложение метана на поверхности меди и растворение углерода в металле при высокой температуре. Процесс синтеза углерода и меди происходит в атмосфере аргона, водорода, гелия и метана. Каждый участок медной ленты проходит эту камеру за 5-30 минут. На последнем этапе происходит охлаждение подложки потоком буферного газа аргона и гелия в камере охлаждения. При этом происходит сегрегация (выделение) углерода на поверхности меди.

В процессе остывания медная лента переходит на отдельную конвейерную ленту, с целью исключения необходимости охлаждать конвейерную ленту вместе с подложкой. После охлаждения медная подложка захватывается на каток для намотки и скручивается в рулон.

6 Используемые компоненты

Так как синтез происходит при высоких температурах, в установке используются термостойкие материалы. Основным материалом выступает кварцевое стекло. Из него изготавливается траки конвейерной ленты, несущий профиль для конвейера, и корпус внутренних камер установки.

Для контроля температуры, давления и наличия кислорода в установке используются датчики:

- Преобразователь термоэлектрический ТХА-706-02;
- Высокотемпературный газоанализатор кислорода ЭКОН-ВТ;
- Датчики давления APZ 3420s;
- Твердотельное реле;
- Блок управления;
- Наборы электропривода с драйверами PLD880-G2 и шаговые двигатели 86мм, NEMA34.

Для вращения конвейерной ленты в первой и второй камере используется два шаговых двигателя Nema 34HS5802. А для вращения остальных вращающихся частей шаговые двигатели Nema 17HS4401.

Автоматический газовый клапан PST VC102 для контроля давления в камерах и управлением откачивания газов.

Расходомер газа SCHMIDT SS 20.600 для контроля газов, поступающих в установку.

На основании имеющихся в свободной продаже частей можно сделать вывод, что примерная стоимость данной установки составит от одного до двух миллионов рублей. При этом установка при скорости 100 миллиметров в минуту будет производить 6 метров графенового покрытия, площадью 3000 см². И в будущем это значение реально увеличить.

7 Особенности конструкции

Первой особенностью разработанной установки получения графеновой пленки является относительно большая длина камеры обжига и синтеза по сравнению с камерой охлаждения. Это обусловлено соотношением времени на каждый процесс и скоростью движения ленты в установке. При этом скорость движения зависит от перехода между второй и третьей камерой и составляет 10 сантиметров в минуту. За счет большого размера в данную установку заложена возможность настройки и изменения скорости для более эффективного производства графена.

В первой и второй камере расположена конвейерная лента, выполненная из кварцевого стекла. Длина этой ленты составляет 1504мм. Двигается она, опираясь на профиль квадратного сечения, состоящий из двух частей. В месте соединения камеры обжига и синтеза установлена переборка, разделяющая камеры и поддерживающая отпорный профиль.

Нагрев установки производится проволочными нагревателями из проволоки марки Х23Ю5Т. Суммарная мощность нагревательных элементов составляет 30кВт.

Разница температур между камерой синтеза и охлаждения составляет 900 градусов, конструктивно минимизировано взаимодействие между этими камерами. Имеется переход медной подложки с нагретой конвейерной ленты на холодную. А перетекание газов между камерами контролируется системой регулирования давления.

Для уменьшения расхода буферного газа аргона и гелия на охлаждение медной подложки в камере охлаждения, буферный газ проходит через охлаждающий контур и повторно используется для охлаждения.

Так как в установке задействованы горючие газы обеспечение безопасности при работе установки является одной из важнейших задач. Для этого вокруг установки расположен защитный корпус, заполняемый буферным газом. При этом контролируется содержание в нем горючих газов и обеспечивается термоизоляция.

Заключение

Графен – это уникальный материал, который обладает впечатляющими свойствами. Применение этого материала может значительно улучшить нашу жизнь и именно поэтому улучшение технологий получения графена так важно. В данной статье разработан метод получения графена в удобной для дальнейшего промышленного производства форме. При этом метод получения графена в разработанной установке максимально эффективен по затратам энергии на нагрев за счет массовости и минимизации циклов нагрева установки. На данном этапе необходимо создание опытного образца для получения большего количества данных по получению графена рассмотренным методом. В будущем планируется модернизация установки. А в частности добавление систем контроля качества на основе оптического и индуктивного метода.

Библиографический список

1. Графен URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Графен>– Режим доступа: вход свободный – Загл. с экрана. – Текст: электронный (дата обращения: 18.03.2021) .
2. Методы получения графена URL: <https://www.rusgraphene.ru/metodyi-polucheniya-grafena>– Режим доступа: вход свободный – Загл. с экрана. – Текст: электронный (дата обращения: 18.03.2021).
3. Синтез многослойного графена методом газового осаждения на меди URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=10279> – Режим доступа: вход свободный – Загл. с экрана. – Текст: электронный (дата обращения: 18.03.2021)

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 33
ГРНТИ 0601

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОГРАММ ПРАКТИК СПЕЦИАЛЬНОСТИ 38.05.01 «ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» В СООТВЕТСТВИИ С ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ СТАНДАРТАМИ ГК «РОСАТОМ»

Борисова В. С., Посохина С. А.

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

VS Borisova@mephi.ru, SAPosokhina@mephi.ru

В статье рассмотрен вопрос необходимости модернизации программ практик специальности 38.05.01 «Экономическая безопасность» в соответствии с профессиональными стандартами ГК «Росатом» и ФГОС 3++.

Ключевые слова: федеральный государственный образовательный стандарт 3++, профессиональные стандарты, универсальные компетенции, учебная практика, производственная практика, трудовые функции, трудовые действия.

MODERNIZATION OF PRACTICE PROGRAMS OF SPECIALTY 38.05.01 "ECONOMIC SECURITY" IN ACCORDANCE WITH THE PROFESSIONAL STANDARDS OF THE STATE CORPORATION "ROSATOM"

Borisova V. S., Posokhina S. A.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

The article considers the need to modernize the practice programs of specialty 38.05.01 "Economic Security" in accordance with the professional standards of the State Corporation "Rosatom" and the Federal State Educational Standard 3++.

Keywords: federal state educational standard 3++, professional standards, universal competencies, educational practice, industrial practice, labor functions, labor actions.

В связи с переходом на ФГОС 3++ возникла необходимость модернизации программ учебной и производственных практик специальности 38.05.01 «Экономическая безопасность» в соответствии с требованиями профессиональных стандартов ГК «Росатом», ОС НИЯУ МИФИ и рабочего учебного плана, в целях реализации ключевых требований к квалификации выпускников.

В ФГОС ВО 3++ появилось новое наименование компетенций – универсальные, которые являются расширением и несколько другой формулировкой общекультурных компетенций ФГОС ВО 3+.

Освоить универсальные компетенции только в процессе учебной деятельности невозможно. Для этого должны быть созданы специальные условия, которые стимулировали бы обучающихся к целенаправленному формированию компонентов компетенций и их совершенствованию [2]. Решение данной задачи оптимально обеспечивается в ходе учебной, производственной и производственной (преддипломной) практики.

Целью практик является формирование не только универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, но и овладение видами профессиональной деятельности на уровне, соответствующем квалификации «специалист».

Учебная, производственная и производственная (преддипломная) практики способствуют:

- установлению и укреплению связи теоретических знаний с практическими навыками;
- развитию профессионально значимых личностных качеств обучающихся в ходе реальных ситуаций производственной деятельности;
- созданию условий для развития у обучающихся способностей самостоятельно планировать ход решения профессиональных задач, определять условия и ограничения применения способов их решения;
- формированию у студентов творческого и исследовательского подходов к профессиональной деятельности;
- развитию навыков анализа, обобщения, интерпретации и оценки своего опыта.

В ходе производственной практики, как вида образовательной деятельности, акцент смещается с факторов процесса обучения на практические результаты – как способности к профессиональной деятельности, проектированию, оцениваемым с позиции дальнейшей профессиональной карьеры и востребованности выпускника на рынке труда.

Таким образом, цель рассматриваемых практик формируется не только с позиции освоения студентами профессиональных компетенций, но и включает в себя аспект формирования универсальных компетенций, исходя из модернизированных целей.

В процессе прохождения практик студент должен освоить следующие универсальные, общепрофессиональные, профессиональные и профессионально-специализированные компетенции, представленные в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Коды формируемых компетенций выпускника специальности 38.05.01 «Экономическая безопасность» и их характеристика

Наименование категории компетенций	Код и наименование компетенции выпускника программы специалитета
1	2
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
Самоорганизация и саморазвитие (в т.ч. здоровьесбережение)	УК-6. Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни
Правовая культура	УК-9. Способен принимать обоснованные и ответственные решения по правовому обеспечению экономической безопасности личности, общества и государства
	ОПК-1. Способен применять знания экономической теории при решении задач по обеспечению экономической безопасности личности, общества и государства
	ОПК-2. Способен осуществлять сбор, обработку и статистический анализ данных, необходимых для решения поставленных задач по обеспечению экономической безопасности личности, общества и государства
	ОПК-3. Способен анализировать и содержательно объяснять природу экономических процессов на микро и макроуровне.

Наименование категории компетенций	Код и наименование компетенции выпускника программы специалитета
	ОПК-5. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач.
	ПК-2. Владеет различными способами разрешения конфликтных ситуаций при проектировании межличностных, групповых и организационных коммуникаций на основе современных технологий управления персоналом, в том числе, в межкультурной среде
	ПК-5. Способен анализировать взаимосвязи между функциональными стратегиями компании с целью подготовки сбалансированных управленческих решений
	ПК-6. Способен участвовать в управлении проектом, программой внедрения технологических и продуктовых инноваций или программой организационных изменений
	ПК-12. Способен применять основные закономерности создания и принципы функционирования систем экономической безопасности хозяйствующих субъектов
	ПК-15. Способен выявлять, документировать, пресекать и раскрывать преступления и иные правонарушения в сфере экономики
	ПК-40. Способность использовать знания теоретических, методических, процессуальных и организационных основ судебной экспертизы при производстве судебных экономических экспертиз и исследований.
	ПК-41. Способность применять методики судебных экономических экспертных исследований в профессиональной деятельности
	ПК-45. Способность планировать и организовывать служебную деятельность подчиненных, осуществлять контроль и учет ее результатов

В приложении к ФГОС ВО 3++ специальности 38.05.01 «Экономическая безопасность» перечислены следующие профессиональные стандарты, соответствующие деятельности выпускников в области 07 Административно-управленческая и офисная деятельность: специалист по управлению персоналом; 08 Финансы и экономика: специалист в сфере закупок, специалист по управлению рисками, специалист по работе с просроченной задолженностью, бухгалтер [3].

Учебная, производственная и производственная (преддипломная) практики имеют большое значение для формирования профессиональных качеств будущего специалиста в области экономической безопасности.

Несмотря на различные формулировки требований к квалификации в профессиональных стандартах (трудовые функции, трудовые действия) от ФГОС ВО, они могут быть преобразованы в требования к результатам освоения образовательной программы, что обеспечит трудовые функции, соответствующие профессиональным компетенциям.

В разделе II каждого профессионального стандарта приводится описание трудовых функций, направленность на которые позволяет формулировать задания на практику, моделирующие реальную профессиональную деятельность.

В соответствии с модернизированным рабочим учебным планом специальности 38.05.01 «Экономическая безопасность» на основании ФГОС ВО 3++, ОС НИЯУ МИФИ и профессиональных стандартов установлено, что учебная практика проходит после окончания третьего курса (продолжительность составляет две недели, что соответствует 3 ЗЕТ), производственная – после окончания четвертого курса (продолжительность четыре недели, 6 ЗЕТ) и производственная (преддипломная) – после окончания пятого курса (продолжительность 8 недель, 12 ЗЕТ).

В ходе прохождения учебной практики реализуются следующие трудовые функции:

1) из профессионального стандарта 07.003 Специалист по управлению персоналом:

- ведение организационной и распорядительной документации по персоналу;
- сбор информации о потребностях организации в персонале;
- организация труда персонала;
- деятельность по организации труда и оплаты персонала;

2) из профессионального стандарта 08.026 Специалист в сфере закупок:

- предварительный сбор данных о потребностях, ценах на товары, работы, услуги;
- подготовка закупочной документации;

3) из профессионального стандарта 08.018 Специалист по управлению рисками

- определение ситуаций (контекста) и идентификация рисков в деятельности организации;
- сбор и обработка релевантной аналитической информации для анализа и оценки рисков;
- определение комплекса аналитических процедур и методов анализа и оценки рисков с позиции их идентификации по функциональным областям;

4) из профессионального стандарта 08.014 Специалист по работе с просроченной задолженностью:

- анализ информации (досье) о заемщике, имеющем просроченную задолженность;
- подготовка плана мероприятий по обеспечению производства платежей по просроченным задолженностям заемщика;
- взаимодействие с должником на ранних стадиях взыскания задолженности;

5) из профессионального стандарта 08.002 Бухгалтер:

- ведение бухгалтерского учета;
- составление и представление бухгалтерской (финансовой) отчетности экономического субъекта;
- принятие к учету первичных учетных документов о фактах хозяйственной жизни экономического субъекта;

В ходе прохождения производственной и производственной (преддипломной) практик реализуются следующие обобщенные трудовые функции:

1) из профессионального стандарта 07.003 Специалист по управлению персоналом:

- ведение документации по учету и движению кадров;
- организация и проведение оценки персонала;
- организация оплаты труда персонала;
- документационное обеспечение работы с персоналом;
- деятельность по обеспечению персоналом;

2) из профессионального стандарта 08.026 Специалист в сфере закупок:

- обеспечение закупок для государственных, муниципальных и корпоративных нужд;
- составление планов и обоснование закупок;
- мониторинг в сфере закупок;
- аудит и контроль в сфере закупок;

3) из профессионального стандарта 08.018 Специалист по управлению рисками

- анализ рисков, в том числе в зависимости от целей организации, вероятности и объема экономических потерь, вероятности стабилизации прибыли, роста стоимости активов, уровня экономической безопасности в разрезе отдельных видов риска на основе установленных методических принципов и подходов;
- оценка уровня (пороговых значений, условных зон) рисков в разрезе отдельных видов;
- оценка комплексного (интегрального) уровня рисков организации;

4) из профессионального стандарта 08.014 Специалист по работе с просроченной задолженностью:

- анализ информации (досье) о заемщике, имеющем просроченную задолженность;
- подготовка плана мероприятий по обеспечению производства платежей по просроченным задолженностям заемщика;
- инициация процедур реструктуризации задолженности;
- оптимизация портфеля долгов;

5) из профессионального стандарта 08.002 Бухгалтер:

- ведение бухгалтерского учета;
- денежное измерение объектов бухгалтерского учета и текущая группировка фактов хозяйственной жизни;
- итоговое обобщение фактов хозяйственной жизни;
- составление бухгалтерской (финансовой) отчетности;
- ведение налогового учета, составление налоговых расчетов и деклараций, налоговое планирование;
- проведение финансового анализа, бюджетирование и управление денежными потоками.

В связи с этим, за счет вариативности содержательного наполнения заданий на практику можно эффективно реализовывать ту направленность (профиль) образовательной программы, которая в большей степени соответствует определенному профессиональному стандарту. Полученный опыт выполнения различных трудовых функций в дальнейшем позволит студентам самостоятельно осваивать компетенции, характерные современным, востребованным профессиям, а в перспективе – профессиям будущего.

Библиографический список

1. Образовательный стандарт высшего образования Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» – специалитет по направлению подготовки 38.05.01 Экономическая безопасность, утвержден актуализирован Ученым советом университета Протокол № 20/08 от 22.09.2020 г.
2. Тарханова И.Ю. Формирование универсальных компетенций обучающихся средствами университетской среды // Вестник КГУ. – 2018. – С. 123-128
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по направлению подготовки 38.05.01 Экономическая безопасность.

УДК 65.012.8
ГРНТИ 06.81.85

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГРОЗ КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Глазкова С. С., Попова К. В.

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

glazss@yandex.ru

Кадровая безопасность – функциональная подсистема системы экономической безопасности организации. Представлена типология угроз кадровой безопасности, подходы к их определению. Предложены меры пресечения до возникновения и в процессе разрешения их службой экономической безопасности.

Ключевые слова: кадровая безопасность, угрозы, экономическая безопасность предприятия, функциональная подсистема системы экономической безопасности.

IDENTIFYING THE THREAT TO HR ORGANIZATION SECURITY

Glazkova S. S., Popova K. V.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

Personnel security is a functional subsystem of the organization's economic security system. The typology of threats to personnel security, approaches to their definition are presented. Preventive measures are proposed prior to their occurrence and in the process of their resolution by the economic security service.

Keywords: personnel security, threats, economic security of an enterprise, functional subsystem of the economic security system.

Обеспечение безопасности – важнейшая проблем, стоящая перед современным предприятием. В общей системе управления предприятием подсистема обеспечения безопасности тесно связана с подсистемой управления персоналом.

В последние годы количество и масштаб экономических правонарушений значительно выросли, а наиболее опасным и распространенным их видом являются правонарушения со стороны менеджеров и работников компаний. Сотрудник предприятия может найти доступ ко всем или практически всем активам предприятия, имеет возможность преодолеть систему охраны объекта, защиту баз данных, может услышать нужную информацию и сделать выявление случившегося практически невозможным. Никто не может нанести большего ущерба организации, чем ее работник, допущенный практически ко всем средствам и секретам предприятия.

Таким образом, перед подавляющим большинством предприятий всех отраслей экономики России стоит актуальная проблема создания и применения системы оценки и обеспечения экономической безопасности, как механизма мобилизации и оптимального управления корпоративными ресурсами предприятия с целью наиболее эффективного их использования и обеспечения устойчивого функционирования данного предприятия, его активного противодействия всевозможным негативным явлениям.

Угроза кадровой безопасности — совокупность условий и факторов, создающих опасность жизненно важным интересам участников социально-трудовых отношений, которые препятствуют эффективному и гармоничному развитию человеческих ресурсов; это конфликт интересов региона, организации и наемного персонала в отношении развития человеческих ресурсов.

Рассмотрим классификацию кадровых угроз, возникновение которых возможно в современных организациях.

Кадровая безопасность находится под влиянием внешней и внутренней среды. Она испытывает на себе действия внешних и внутренних угроз. Угрозы представляют собой негативные воздействия, отрицательно влияющие на состояние кадровой функциональной составляющей экономической безопасности предприятия.

Внешние угрозы – это действия, явления или процессы, не зависящие от воли и сознания сотрудников предприятия и влекущие нанесение ущерба. В свою очередь, к внутренним негативам воздействиям относятся действия (умышленные или неосторожные) сотрудников предприятия, также влекущие нанесение ущерба.

Классификация внешних и внутренних угроз представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Типология угроз кадровой безопасности организации

Типы угроз кадровой безопасности	Примеры угроз
Внешние угрозы	<ul style="list-style-type: none"> – условия мотивации у конкурентов; – привлечение сотрудников конкурентами; – внешнее давление на сотрудников; – изменение экономической ситуации; – зависимости у сотрудников
Внутренние угрозы	<ul style="list-style-type: none"> – неэффективная система мотивации; – неэффективная система обучения/ подготовки; – просчеты в планировании человеческих ресурсов; – неэффективное управление человеческими ресурсами; – высокая текучесть кадров
Корыстные	<ul style="list-style-type: none"> – мошенничество; – кражи; – грабежи; – разбои; – вымогательства
Некорыстные угрозы	– халатность
Технические угрозы	– профессиональные ошибки
Случайные или систематические угрозы	

Факторами, провоцирующими возникновение угроз кадровой безопасности организации и создающими опасность реализации ее интересов, являются:

1) низкий уровень или отсутствие внутрикорпоративной социальной ответственности бизнеса. Угрозы кадровой безопасности могут приводить к игнорированию интересов наемного персонала, а невыполнение обязательств перед работниками (задержки выплаты или уменьшение заработной платы, незаконное увольнение и т. д.) провоцировать недобросовестное поведение со стороны сотрудников;

2) отсутствие корпоративной культуры, которая подразумевает нетерпимость ко всем противоправным действиям со стороны как руководства компании, так и ее персонала, формирование необходимых морально-нравственных ценностей и норм в отношении поведения работодателя и работников;

3) низкая эффективность контроля на этапах найма и отбора персонала в процессе трудовой деятельности, а также отсутствие грамотной политики высвобождения работников, что способствует совершению ими недобросовестных поступков;

4) недостаточная проработка локальной нормативно-правовой базы в области обеспечения безопасности бизнеса, отсутствие эффективной системы обучения персонала основам противодействия угрозам кадровой безопасности;

5) неэффективная система мотивации добросовестного поведения персонала.

Угрозы кадровой безопасности организации имеют конкретный, адресный характер, субъект и объект угроз, а также выраженную направленность, обусловленную нанесением ущерба. Угрозы кадровой безопасности проявляются в недостаточной защищенности интересов организации по развитию и совершенствованию человеческого потенциала, поддержанию эффективной системы управления человеческими ресурсами. Они должны обеспечиваться минимизацией ущерба, связанного с работой персонала. Среди угроз кадровой безопасности персонала можно выделить низкую лояльность персонала, делинквентное поведение сотрудников, неблагоприятный социально-психологический климат, девиантное поведение, ошибки в найме, отборе и расстановке персонала, отсутствие высокой корпоративной культуры.

Для предотвращения угроз кадровой безопасности может быть разработан комплекс мер (представлены в табл.2)

Таблица 2 – Меры предотвращения угроз кадровой безопасности организации

Угрозы кадровой безопасности	Меры предотвращения
Низкая лояльность персонала	<ul style="list-style-type: none"> – финансирование социальных программ для сотрудников; – повышение мотивации работников; – повышение заинтересованности в высокой конкурентоспособности; – обеспечение карьерного роста благонадежных; – разработка соответствующих должностных инструкций; – соблюдение сотрудниками требований порядка; – контроль деятельности сотрудников.
Делинквентное поведение сотрудников	<ul style="list-style-type: none"> – предотвращение злоупотреблений служебным положением; – выполнение профессиональных обязанностей; – внедрение системы менеджмента качества; – соблюдение требований законодательства; – аудит деятельности.
Неблагоприятный социально-психологический климат	<ul style="list-style-type: none"> – финансирование мер улучшения социально-психологического климата; – формирование благоприятного социально-психологического климата; – повышение уровня социального и профессионального партнерства
Девиянтное поведение сотрудников	<ul style="list-style-type: none"> – запрет асоциального поведения; – изучение послужного списка сотрудников; – соблюдение этико-деонтологических норм и правил; – введение ответственности за девиянтное поведение; – разработка правил внутреннего трудового распорядка
Ошибки в найме, отборе и расстановке персонала	<ul style="list-style-type: none"> – финансирование мероприятий подбора кадров; – расстановка персонала в соответствии с квалификацией; – соблюдение требований должностных; – контроль и аудит работы кадровой службы.
Отсутствие высокой корпоративной культуры	<ul style="list-style-type: none"> – финансирование мероприятий повышения корпоративной культуры; – внедрение стандартов корпоративной культуры; – разработка единого корпоративного стиля; – нормативное регулирование стандартов корпоративной культуры; – анализ передового опыта повышения корпоративной культуры

Таким образом, кадровая безопасность, прежде всего, направлена на работу с сотрудниками компании, на установление этических и трудовых норм, защищающих интересы организации. Очевидно, что мероприятия в данном направлении должны быть комплексными, охватывающими функционал не отдельного сотрудника HR подразделения, но всех руководителей, поскольку только в единении с другими функциями устранение угроз кадровой безопасности может принести желаемый результат.

Библиографический список

1. Аслаханова С. А. Кадровая безопасность как фактор обеспечения экономической безопасности предприятия / С. А. Аслаханова // Вестник научной мысли. – 2020. – № 3 – С. 217-219
2. Беликова Д. Д. Кадровая безопасность, как часть экономической безопасности предприятия // Актуальные вопросы экономики и управления: теоретические и прикладные аспекты. – 2020 – С.84-87

3. Морозова А. М. Кадровая безопасность в системе обеспечения экономической безопасности предприятия // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – №3 – С. 213-217.
4. Нестеренко И. Н. Кадровая безопасность как элемент экономической безопасности предприятия // Актуальные вопросы управления и экономики: тенденции и перспективы. – 2018. – № 1 – С. 267-269.

УДК 33
ГРНТИ 0601

**ОСОБЕННОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО УЧЕБНОГО ПЛАНА
СПЕЦИАЛЬНОСТИ 38.05.01 «ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» В
СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ**

Посохина С. А., Борисова В. С.

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

SAPosokhina@mephi.ru, VSBorisova@mephi.ru

В статье дана оценка изменений, которые необходимы для решения вопросов обеспечения профессионализма и высокой эффективности работы персонала.

Ключевые слова: модернизация, рабочий учебный план, профессионализм, человеческие ресурсы, организационное поведение, корпоративная культура, безопасность личности.

**FEATURES OF MODERNIZATION OF THE WORKING CURRICULUM OF
SPECIALTY 38.05.01 "ECONOMIC SECURITY" IN ACCORDANCE WITH THE
REQUIREMENTS OF THE NUCLEAR INDUSTRY**

Posokhina S. A., Borisova V. S.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

The article assesses the changes that are necessary to address the issues of ensuring professionalism and high efficiency of the staff.

Keywords: modernization, working curriculum, professionalism, human resources, organizational behavior, corporate culture, personal safety.

Формирование профессионализма человеческих ресурсов любого предприятия включает поэтапное внедрение необходимых процессов управления ими на основе определенных процедур и правил, которые рассматриваются в конкретных дисциплинах рабочего учебного плана специальности «Экономическая безопасность».

Учитывая, что снижение общего уровня безопасности приводит к ослаблению основы общества – человека и его положения в социуме, вопросы, касающиеся изучения поведения человека в соответствии с конкретными компетенциями, являются важными. Соответственно, можно считать, что оценка компетентностных моделей дисциплин рабочего учебного плана специальности «Экономическая безопасность» должны учитывать особенности поведения

персонала, которые влияют на репутацию предприятия, его стратегию развития и безопасность.

Подготовка специалистов в области экономической безопасности ведется в соответствии с образовательным стандартом НИЯУ МИФИ, который предполагает овладение обучающимися широкого спектра знаний, позволяющих в дальнейшем не только выполнять плано-экономичную работу для обеспечения безопасности любого предприятия, в том числе предприятий атомной отрасли, но и гарантировать условия защиты жизненных интересов, социального развития и социальной защищенности личности [1, 2].

Все эти факторы подробно изучаются в рамках дисциплин, представленных на схеме (рисунок 1).



Рисунок 1 – Дисциплины блока «Экономическая безопасность личности»

Достижение обозначенных целей (рисунок 2) обеспечивает формирование и повышение мотивации студентов в процессе обучения, как одного из основных факторов, влияющих на качество получаемого образования. При формировании мотивации необходимо учитывать, что во время обучения у большинства из них на первом месте стоят потребности в:

- принадлежности к определенной социальной группе;
- признании и уважении;
- самовыражении;
- формирование ценностей с учетом этических основ деятельности ГК по атомной энергии Росатом;
- развитие творческого потенциала в целях формирования самостоятельности мышления;
- осознание полезности изучения конкретной дисциплины для формирования самостоятельной точки зрения.

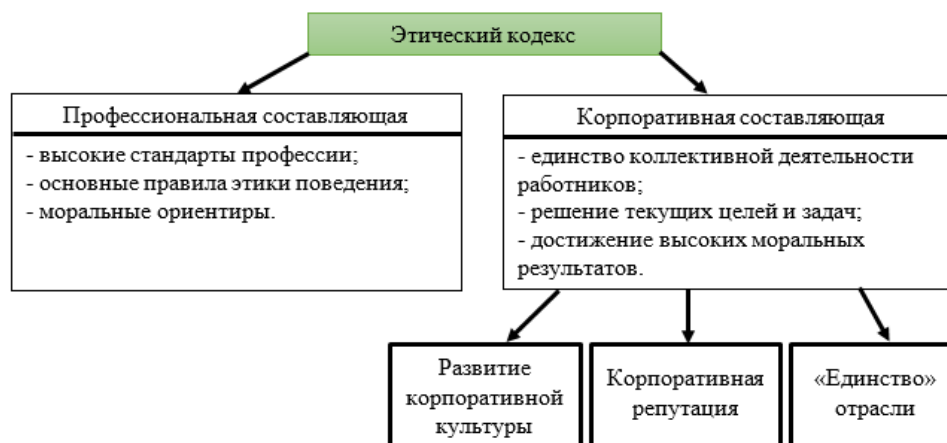


Рисунок 2 – Составляющие этического кодекса

Мотивация персонала осуществляется на трех уровнях: личностном, групповом и организационном. На последнем уровне используются экономические, психологические методы стимулирования, которые должны поддерживаться всеми подсистемами управления. Важным фактором системы мотивации является имидж организации и репутация менеджеров, а также адекватное отношение к стратегическим целям и изменяющейся организационной среде.

Носителями корпоративной (организационной) культуры являются работники – как важнейшее звено процесса управления.

Управление человеческими ресурсами включает:

- планирование социального развития коллектива;
- формирование морально-психологического климата, соответствующего определенной корпоративной культуре;
- планирование резерва на замещение вакантных должностей;
- планирование развития персонала (обучение, переподготовка и повышение квалификации).

Организационное поведение является главным ресурсом успешной деятельности организации, где взаимоотношения между руководителем и персоналом, партнерами и конкурентами приводят в движение потенциал организации, что позволяет управлять организационным поведением в рамках конкретной организационной структуры [3].

Учитывая вышеизложенное, необходимо выделить в рабочих программах, рассмотренных дисциплин, такие темы как: «Личность и организация», «Мотивация и результативность», «Формирование группового поведения в организации» и «Коммуникативное поведение в организации».

Представленные вопросы обуславливают приоритетную цель и внутреннюю потребность, как важнейшую составляющую деятельности предприятий Росатома. Поэтому внесение изменений в учебно-методические комплексы дисциплин блока «Экономическая безопасность личности» можно рассматривать как отдельный модуль «Культура безопасного поведения».

В настоящее время на ФГУП «ПО «Маяк» для реализации стратегических инициатив по повышению кадрового потенциала в оборонно-промышленном комплексе Служба управления персоналом проводит работу в рамках проектов по направлениям: «Привлечение персонала и управление талантами», «Работа с молодёжью: профориентация, адаптация, вовлечение, развитие, удержание», «Корпоративная культура и коммуникации («Проект фабрика безопасности»)), «Материальная мотивация и льготы», «Обучение и развитие (проекты «Развитие отраслевых центров компетенций», «Развитие дистанционного обучения»).

АО «Корпоративной Академией Росатома» разработано более 130 курсов, в том числе, соответствующих специфике подразделений: управление закупками, управление качеством, охрана труда, информационные технологии, противодействие коррупции. Большое внимание, в настоящее время, уделяется возможности увеличения доли дистанционного обучения на предприятии.

Библиографический список

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по направлению подготовки 38.05.01 Экономическая безопасность.
2. Образовательный стандарт высшего образования Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» – специалитет по направлению подготовки 38.05.01 Экономическая безопасность, утвержден, актуализирован Ученым советом университета Протокол № 20/08 от 22.09.2020 г.
3. Карташова Л.В., Никонова Т.В., Соломанидина Т.О. Организационное поведение: Учебник. – 2 изд.; перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 383 с.

УДК 374.02
ГРНТИ 06.81.12

УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Серегина И. Т.

*МБУ ДО «Дворец творчества детей и молодежи»,
г. Озёрск, Челябинская область*

Privilege79@mail.ru

Социальное проектирование становится неотъемлемой частью системы управления образовательных учреждений, т.к. позволяет реализовать направления деятельности, выходящие за пределы бюджетного финансирования и выполнения муниципального задания.

Ключевые слова: социальное проектирование, социальные проекты, система управления проектами, грант, социальное партнерство, мониторинг.

PROSPECTS FOR THE CREATION OF AN INNOVATIVE IT-CUBE PLATFORM IN THE OZYORSK CITY DISTRICT

Seregina I. T.

MBU DO «Palace of creativity of children and youth», Ozersk

Social design is becoming an integral part of the management system of educational institutions, because allows you to implement areas of activity that go beyond budget funding and the implementation of a municipal task.

Keywords: social design, social projects, project management system, grant, social partnership, monitoring.

В современной экономической ситуации развитие предприятий напрямую зависит от гибкости системы управления и от эффективности методов управления, применяемых руководителями. Данное обстоятельство касается не только коммерческих предприятий, но и муниципальных бюджетных учреждений, которые в условиях недостаточного бюджетного финансирования вынуждены искать и внедрять в практику хозяйствования новые формы и направления деятельности. В связи с этим все больше учреждений повышают эффективность своей деятельности при помощи такого инструмента управления как проектная деятельность. Основная проблема заключается в том, что сама система управления проектами в муниципальном учреждении не разработана или разработана эпизодически, хотя участие в социальных проектах и их реализация дает значительный социальный эффект для развития учреждения.

Существует множество подходов к определению социального проектирования так Курбатов В.И. [1] в своей статье рассматривает «социальное проектирование как проектирование социальных объектов, социальных качеств, социальных процессов и отношений», а В.А. Луков считает, что «социальное проектирование – это творческий процесс конструирования системы социальных действий, направленных на преодоление существующих социальных проблем, на позитивные изменения, на развитие социальной ситуации» [2].

Социальный проект определяется как разработанная создателем проекта социальная инновация, направленная на создание, модернизацию или поддержание в новой среде какой-

либо ценности, имеющей пространственно-временные и ресурсные границы и воздействие которой на социум признается положительным по своим социальным характеристикам.

Переход на проектное управление в образовательных учреждениях требует создания системы управления проектами и стандарта управления проектами, которые включают информационную поддержку жизненного цикла проектов, эффективное планирование и управление ходом работ, соответствие заранее определенным стандартам и требованиям. Внедрение системы управления проектами позволит принимать обоснованные решения, исполнять проекты быстрее, качественнее и с меньшими затратами, а также всегда иметь самую полную и разнообразную информацию о реализуемых проектах.

В общем виде система управления проектами включает пять направлений.

1. Анализ проектной деятельности: включает постоянный мониторинг информации о конкурсах и грантах, анализ проектов, которые выиграли гранты, анализ собственных проектов, которые были отклонены и которые получили грантовую поддержку.

В качестве примера была рассмотрена методика разработки и внедрения системы социального проектирования в муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования «Дворец творчества детей и молодёжи». За период с 2015 по 2021 год МБУ ДО ДТДиМ участвовало в разработке свыше 45 социальных проектов, получило грантовую поддержку в 21 проекте. Данная работа в учреждении является эпизодической и несистемной и ограничивается конкурсами, проводимыми администрацией и Советом депутатов Озерского городского округа и ФГУП ПО «Маяк». В 2020 году педагоги Дворца участвовали в конкурсе социальных проектов для физических лиц Губернатора Челябинской области, где получили грантовую поддержку по 4 проектам. Все проекты были направлены на реализацию досуговых мероприятий, не входящих в муниципальное задание и развитие инфраструктуры учреждения. Вместе с тем участие в конкурсах и грантах дает возможность реализации значимых социальных проектов для городского округа, и данная работа должна быть систематизированной, круг фондов и конкурсов расширен.

2. Управление субъектами проектной деятельности

Субъектами управления проектами является основной штатный персонал учреждения, сетевые и социальные партнеры (муниципальные органы власти, коммерческие предприятия, некоммерческие организации и физические лица). В системе управления проектами персонал составляет временные творческие группы, взаимодействующие определенным образом для выработки и принятия управленческих решений по разработке и реализации социальных проектов. Организационная структура управления МБУ ДО «ДТДиМ» является иерархической, линейно-функциональной, что позволяет ей иметь четкую систему взаимных связей, ясно выраженную ответственность и быстроту реакции исполнителя в ответ на распоряжения руководителя. Данную структуру можно использовать в системе управления проектами, однако она имеет один значимый недостаток в том, что функциональные интересы преобладают над проектными. В ситуации, когда планируется проектную деятельность сделать постоянной, а не временной, больше подойдет матричная структура организации.

Матричная структура субъектов системы управления проектами представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Матричная структура управления проектами

Как видно из данных рисунка 1, матричная структура является некоторым компромиссом, так как сохраняются функции функциональных руководителей и повышается эффективность проектной координации. Во главе реализации проектов и их управления находится директор МБУ ДО ДТДиМ, он же является главным куратором проектов. Исполнителями проектов являются работники учреждения. Каждый из них осуществляет свой объем работ в рамках имеющихся должностных инструкций. Особенность заключается в том, что руководитель проектного офиса и менеджер проекта – это не штатные должности, а обозначения функциональных обязанностей в рамках системы управления проектами. В зависимости от вида планируемых социальных проектов (направленных на благоустройство или мероприятия) данный функционал может быть возложен на заместителя директора по административно-хозяйственной части или заместителей директора по методической и учебно-воспитательной работе. Расширение должностных обязанностей должно быть закреплено в должностной инструкции.

Основанием и условием участия в проектах будут являться следующие локальные акты:

- Положение МБУ ДО «ДТДиМ» об организации проектной деятельности;
- Положение о проектном офисе;
- Приказ о создании временных творческих групп.

3. Управление системой социального партнерства

Особое внимание в системе управления проектами уделяется социальному партнерству. Большинство фондов и конкурсов в своих положениях прописывают грантополучателями НКО (некоммерческие организации). Конкурсов, в которых может поучаствовать муниципальное учреждение, очень мало. В Озерском городском округе с 01.01.2019 года вступило в силу Положение об оказании поддержки социально ориентированным некоммерческим организациям Озерского городского округа, в соответствии с которым осуществляется финансовая, информационная и консультативная поддержка социально ориентированных некоммерческих организаций [3].

На 20.03.2021 года в Озерском городском округе Министерством юстиции РФ зарегистрировано 79 некоммерческих организаций. Совершенствование взаимодействия СО НКО с органами государственной власти и местного самоуправления необходимо для создания благоприятных условий работы в некоммерческом секторе. Одним из направлений совершенствования взаимодействия является привлечение СО НКО к участию в грантовых конкурсах. В связи с этим в систему управления проектной деятельности МБУ ДО «ДТДиМ» необходимо закладывать алгоритм взаимодействия с социально ориентированными некоммерческими организациями, результатом которого является реализация социального проекта.

4. Управление процессами реализации социальных проектов

Процессы управления социальными проектами МБУ ДО «ДТДиМ» включают:

- процессы инициирования, которые включают поиск и оформление идеи социального проекта, постановку «дерева целей», обеспечение принятия решения, понимание того, что определенный проект должен начаться и необходимо вовлечение ресурсов в его выполнение;
- процессы планирования, которые включают создание и поддержание работоспособной схемы достижения цели, ради которой был предпринят проект, постановку «дерева задач», планирование проектной деятельности, определение состава проектных работ (поиск проектов) и дорожную карту (последовательность проведения) работ, оценку времени и затрат, которые потребуются для осуществления проектной деятельности;

- процессы выполнения, которые включают в себя координацию различного рода работ по написанию, участию в конкурсах и грантах, реализации конкретного проекта согласно графику проектов;
- процессы контроля, которые включают оперативный контроль планирования, разработки и реализации конкретного проекта и всеобщий контроль за осуществлением проектной деятельности в целом в МБУ ДО «ДТДиМ»;
- процессы завершения, которые включают в себя формализацию приемки результатов проекта, завершение конкретного проекта, мониторинг реализации проекта, оценку результатов реализации проекта и формирование конкурсной и финансовой отчетности по проектам.

5. Мониторинг проектной деятельности

После того, как этапы выполнения и контроля реализации проекта завершаться, начнется этап мониторинга, который позволит оценить все плюсы и минусы всех этапов работы над социальным проектом, оценки социального эффекта и отчетности по реализации проекта.

Оценить социальный эффект реализации социальных проектов МБУ ДО «ДТДиМ» можно по следующим индикативным показателям:

- повышение доли детей и подростков, получающих образовательные услуги в системе дополнительного образования;
- рост количества образовательных инициатив;
- обеспечение доступности образовательных услуг;
- повышение уровня социального взаимодействия;
- развитие инфраструктуры МБУ ДО «ДТДиМ»;
- повышение среднего уровня удовлетворенности образовательными услугами;
- увеличение объема образовательных услуг;
- увеличение объема досуговых мероприятий;
- прирост балансовой стоимости объектов благоустройства на каждый рубль вложенных средств.

Отчетность по реализации проекта предоставляется грантодателям и позволяет им контролировать результаты реализации проекта. Для того, чтобы система управления социальным проектированием начала работать в учреждении, следует поэтапно внедрять локально-нормативную базу, готовить персонал и повышать эффективность планирования.

Библиографический список

1. Курбатов В. И., Курбатова О. В. Социальное проектирование – Ростов-н/Д.: Феникс, 2015;
2. Луков В. А. Социальное проектирование: учеб. пособие. – 6-е изд., испр. – М.: Изд-во Моск. гуманит.-социальн. академии: Флинта, 2015. – 240 с.;
3. Положение об оказании поддержки социально ориентированным некоммерческим организациям Озерского городского округа от 29.11.2018 № 232.

УДК 33.332
ГРНТИ 06.61

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ» С ЗАТО, НА ТЕРРИТОРИИ КОТОРЫХ ДЕЙСТВУЮТ ПРЕДПРИЯТИЯ ЯДЕРНОГО ОРУЖЕЙНОГО КОМПЛЕКСА

Софронов В. Н.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,
г. Озёрск, Челябинская область
sv5252@bk.ru*

В данной статье рассматриваются особенности взаимоотношений Госкорпорации «Росатом» с закрытыми административно-территориальными образованиями, на территории которых действуют предприятия ядерного оружейного комплекса, подведомственных Госкорпорации «Росатом».

Ключевые слова: Госкорпорация «Росатом», закрытые административно-территориальные образования, социально-ответственная компания, территории опережающего социально-экономического развития.

FEATURES OF ROSATOM STATE CORPORATION'S RELATIONSHIP WITH THE CFTE, WHICH HAVE NUCLEAR WEAPONS FACILITIES

Sofronov V. N.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

This article examines the peculiarities of Rosatom State Corporation's relationship with closed administrative and territorial entities, where the nuclear weapons complex enterprises under Rosatom's control operate.

Keywords: Rosatom State Corporation, closed administrative and territorial formations, socially responsible company, territories ahead of socio-economic development.

Закрытые административно-территориальные образования (ЗАО) созданы в соответствии с Законом РФ «О закрытом административно-территориальном образовании» от 14.07.1992 г. №3297-1.

В соответствии со статьей 1 данного Закона «Закрытым административно-территориальным образованием признается имеющее органы местного самоуправления административно-территориальное образование, созданное в порядке, предусмотренном статьей 2 настоящего Закона, в целях обеспечения безопасного функционирования находящихся на его территории организаций, осуществляющих разработку, изготовление, хранение и утилизацию оружия массового поражения, переработку радиоактивных и других представляющих повышенную опасность техногенного характера материалов, военных и иных объектов (далее - организации и (или) объекты), для которых в целях обеспечения обороны страны и безопасности государства устанавливается особый режим безопасного функционирования и охраны государственной тайны, включающий специальные условия проживания граждан». [1]

Всего в Российской Федерации на 16.02.2021 года имеется 38 ЗАО [2], из них в 10 ЗАО находятся предприятия подведомственные Госкорпорации «Росатом».

Одним из дивизионов Госкорпорации «Росатом» является Ядерный оружейный комплекс, деятельность которого связана с выпуском продукции оборонного назначения.

Дирекция по ядерному оружейному комплексу включает: ядерные центры в ЗАТО Саров Нижегородской области (РФЯЦ ВНИИЭФ), в ЗАТО Снежинск Челябинской области (РФЯЦ ВНИИТФ); промышленные предприятия: в ЗАТО Озёрск Челябинской области (ФГУП «Производственное объединение «Маяк»), в ЗАТО Трехгорный Челябинской области (ФГУП «Приборостроительный завод»), в ЗАТО Лесной Свердловской области (ФГУП «Электрохимприбор»). Разработку ядерных зарядов и ядерных боеприпасов осуществляют ВНИИЭФ и ВНИИТФ, серийное производство ядерных боеприпасов – ФГУП «Электрохимприбор» и ФГУП «Приборостроительный завод»[4]. Вместе с тем предприятия ядерного оружейного комплекса выпускают довольно большой ассортимент гражданской продукции.

Большое значение Госкорпорация «Росатом» придает деятельности в области корпоративной социальной ответственности. Устойчивое развитие корпорации способствует благополучию ЗАТО, на территории которых расположены ее предприятия.

Для выстраивания коммуникаций между корпорацией и муниципальными администрациями, общественными и экологическими организациями, органами образования создано Управление по работе с регионами, также в этой работе принимает активное участие Общественный совет Госкорпорации «Росатом».

Значительное участие Госкорпорация принимает в развитии ЗАТО, поэтому осуществляется тесное сотрудничество с Ассоциацией ЗАТО. Членами Ассоциации являются все 10 ЗАТО Росатома: Железногорск (Красноярский край), Заречный (Пензенская обл.), Зеленогорск (Красноярский край), Лесной, Новоуральск (оба - Свердловская обл.), Озерск (Челябинская обл.), Саров (Нижегородская обл.), Северск (Томская обл.), Снежинск (Челябинская обл.) и Трехгорный (Челябинская обл.). Основная цель такого сотрудничества – совершенствование правовых механизмов функционирования ЗАТО, улучшение условий для развития малого и среднего бизнеса в этих городах. Деятельность ассоциации способствует вовлечению общественных организаций и местных органов власти в совместную деятельность по формированию позитивного социально-экономического климата в регионах расположения объектов атомной отрасли.

В публичных отчетах Госкорпорации по итогам деятельности за год существует раздел «Вклад в развитие территорий присутствия» [3]

Из данного отчета наглядно видно, какую политику ведет «Росатом» по отношению к территориям присутствия, в том числе и к ЗАТО на территории которых расположены предприятия ядерного оружейного комплекса.

Градообразующие предприятия ЗАТО вносят значительный вклад в бюджеты территорий присутствия. Так в 2019 году в бюджеты различных уровней были перечислены налоги на сумму 207,4 млрд. рублей.

«При участии Госкорпорации «Росатом» разработана методика повышения эффективности участия территорий присутствия в нацпроектах, которая позволяет фокусировать усилия на ключевых проектах для города или целого региона» [3 с.205]

В трех ЗАТО Челябинской области: Озерске, Снежинске и Трехгорном проанализированы социально-экономические показатели, определены зоны развития, выявлены наиболее значимые проекты и в результате составлены дорожные карты развития городов.

В 2019 году реализовано нацпроектов на сумму, миллиардов рублей:

Саров – 1011585,60; Лесной – 149708,20; Снежинск – 62681,81; Озерск – 30838,97; Трехгорный – 12037,38 [3 с.206]

Значительный вклад в развитие экономики ЗАТО может принести создание территорий опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР).

Активная работа по созданию ТОСЭР в городах атомной промышленности ведется Госкорпорацией «Росатом» совместно с субъектами РФ и муниципальными образованиями с 2014 года. Создание таких территорий было начато по поручению Президента РФ. В

настоящее время ТОСЭР создано в ЗАТО Саров, Озерск, Снежинск, Лесной. ТОСЭР – это экономическая зона со льготными налоговыми условиями, упрощенными административными процедурами и другими привилегиями в России, создаваемая для привлечения инвестиций, ускоренного развития экономики и улучшения жизни населения. Создание ТОСЭР предполагает не только развитие новых бизнесов и создание новых рабочих мест, но и увеличение объема инвестиций, стимулирование инвестиционной деятельности, коммерциализацию новых видов гражданской продукции ядерного оружейного комплекса. Кроме того, это в значительной степени повысит собственную доходную базу бюджета ЗАТО ЯОК, что напрямую повлияет на развитие социокультурной среды и поддержание уровня инфраструктурной обеспеченности.

В рамках деятельности Корпорации по направлению «Повышение качества медицинских услуг для населения в городах присутствия» в ЗАТО ЯОК Озерск, Снежинск, Лесной и Трехгорный реализован первый этап социального проекта Общественного совета Госкорпорации «Росатом» и Всероссийского союза пациентов «Право на здоровье». В городах проведено более 40 правовых школ пациентов, в результате которых уровень своих знаний повысили более 1200 человек.

Подписано соглашение о сотрудничестве с Федеральным медико-биологическим агентством России по четырем направлениям:

- контроль качества медицинской помощи и реализация проекта «Бережливая поликлиника»;
- переоснащение медицинских организаций ФМБА России;
- создание и оснащение центров ядерной медицины;
- производство радиофармпрепаратов.

Также разработаны принципы новой модели оказания медицинской помощи организациями ФМБА России, обслуживающими население ЗАТО ЯОК. Модель включает механизмы государственно-частного партнерства, цифровых технологий и телемедицины [3 с.208].

Вместе с другими городами присутствия Госкорпорации «Росатом» ЗАТО ОЯК принимают участие в социальных и культурных программах, реализуемых Росатомом.

Наиболее значимыми из них являются:

Программа «Территория культуры Росатома» – это многолетний региональный проект Госкорпорации «Росатом», направленный на ознакомление жителей атомных территорий с лучшими образцами исполнительского, изобразительного и театрального искусства, а также на поддержку творческих коллективов городов присутствия атомной отрасли. Программа реализуется с 2006 года.

Проект «Школа Росатома» – это масштабная инициатива Госкорпорации «Росатом» по развитию систем образования в городах присутствия предприятий Госкорпорации. Проект реализуется с 2011 года. Сейчас в нем участвует 21 город, более 240 школ, в которых обучается свыше 130 тыс. учеников. Все ЗАТО ОЯК участвуют в данном проекте.

Проект «Ассамблея предпринимателей атомградов». Основная цель проекта – обеспечение единства целей, консолидация усилий и ресурсов, направляемых на развитие предпринимательской деятельности.

Масштабный проект «Росатомвместе» – программное мероприятие, объединяющее в единый контур социальные проекты Госкорпорации «Росатом», реализуемые в городах присутствия.

Во всех ЗАТО ЯОК реализуются разнообразные проекты Росатома: «Бережливая поликлиника», «Школа Росатома», «Территория культуры Росатома», «Школьные технопарки», «Лучшие муниципальные практики», «Атомный воркаут», «Мой дом. Мой двор. Моя семья», «На благо города», «Гражданин страны Росатом», «Достояние Росатома», «Слава Созидателям!», «Приемные Общественного совета Росатома» и другие. Их также объединяет направленность на улучшение различных сфер жизни местных сообществ: медицины,

культуры, образования, развития гражданских инициатив, патриотического воспитания молодежи, поддержки здорового образа жизни и пр.

Проект предполагает проведение ряда конкурсов: «Конкурс социальных проектов Госкорпорации «Росатом»», «Конкурс координаторов социальных проектов», «Лучший месячник Госкорпорации «Росатома» и др. Все они были направлены на улучшение различных сфер жизнедеятельности: медицины, культуры, образования, развития гражданских инициатив, патриотического воспитания молодежи и талантов. Оценка проектов производится максимально объективно. Итоги подводятся раз в году.

Таким образом, можно сделать вывод, что взаимодействия Госкорпорации «Росатом» и закрытых административно-территориальных образований ядерного оружейного комплекса успешно развиваются и оказывают положительное влияние на улучшение качества жизни жителей этих городов.

Библиографический список

1. Закон РФ «О закрытом административно-территориальном образовании» от 14.07.1992 г. №3297-1. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_734/(дата обращения 30.03.2021)
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 5 июля 2001 года №508 «Об утверждении перечня закрытых административно-территориальных образований и расположенных на их территориях населенных пунктов (с изменениями на 16 февраля 2021 года). URL: <http://docs.cntd.ru/document/901792112> (дата обращения 30.03.2021)
3. Итоги деятельности государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» за 2019 год. URL: <https://rosatom.ru/upload/iblock/> (дата обращения 30.03.2021)
4. Росатом. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения 30.03.2021)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 159.99

ГРНТИ 15.81.21

АСТРОНОМИЯ В КОЛЛЕДЖЕ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Карпеев Д. Л.

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

dkarpeev@mail.ru

Преподавание дисциплины, которая не является базовой и даже обязательной при подготовке студентов колледжа, связано с решением ряда задач, среди которых главной видится создание ситуации успеха.

Ключевые слова: преподавание астрономии, колледж, ситуация успеха, общеучебные умения, работа с информацией.

ASTRONOMY IN COLLEGE: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Karpeev D. L.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

Teaching a discipline that is not basic and even compulsory in the preparation of college students is associated with solving a number of problems, among which the main one is to create a situation of success.

Keywords: astronomy teaching, college, success situation, general educational skills, information work.

Астрономия – дисциплина, которая не является базовой или просто вспомогательной для получения профессиональных компетенций выпускников колледжа. Если в школе при сдаче ЕГЭ по физике 2-3 вопроса будут из астрономии, то есть сдающим ЕГЭ по физике астрономию следует учить добросовестно, то в колледже ЕГЭ по физике не сдают. Следовательно, осмысленная мотивация к изучению астрономии у студентов колледжа изначально отсутствует. Объективно заинтересовать студентов астрономией не позволяют следующие причины:

- отсутствие в городе и области специальностей (кроме учителей астрономии), где бы применялись знания астрономии,
- отсутствие связи астрономии с теми специальностями, которые планируют получить студенты колледжа.

Крайне низок процент студентов, у которых личные интересы связаны с астрономией (любопытство, увлечение, интерес к фантастике и т.п.). Мотивация к изучению астрономии как общеобразовательной дисциплины, расширяющей кругозор, на данный момент неактуальна из-за доступности Интернета и малой вероятности применения знаний в дальнейшей жизни.

Но запоминать информацию, в которой студент не заинтересован, и которая никогда не пригодится, для студента – непосильная задача.

Решение видится в том, что задача запоминания этой информации принимается как второстепенная, как способ развивать у студента общеучебные (или как сейчас принято говорить «метапредметные») навыки. Тогда на первое место выходят такие задачи, как:

- развитие внимания и памяти, а также усвоение приемов запоминания,
- развитие навыков работы с текстами (умение выделить главное, составить план и т.д.),
- развитие умения критически относиться к учебной информации (видеть логические ошибки),
- развитие масштабного мышления (умения определить место информации в общей картине мира),
- развитие речи и т.д.

Решать их можно при изучении любой информации. Но даже самую ненужную и неинтересную информацию необходимо сделать привлекательной для обучающихся.

После перечисленных выше проблем единственным способом представляется создание эмоционально окрашенного сопровождения. Самые мотивирующие эмоции – это эмоции успеха. Создание ситуации успеха, в которой самые слабые студенты способны стать отличниками, а самые ленивые из них получить не ниже «удовлетворительно» – базовая задача преподавателя астрономии в колледже. Под нее «выстраиваются» остальные учебные задачи.

Очень интересно можно было бы организовать работу с учебником астрономии, так как задания по работе с текстами могут быть самыми неожиданными и вполне выполнимыми. К сожалению, современные школьные учебники астрономии нельзя использовать в связи с их полной непригодностью. Отсутствие базовых определений, логики связи между темами, непонятные и при этом необъясняемые термины – не лучший вариант для самостоятельной работы. «Тяжелый», «вязкий» и малопонятный язык: любой взятый случайным образом абзац вызывает стойкое непонимание, потерю интереса и резкое ухудшение настроения у студентов. Поэтому тексты приходится подготавливать самостоятельно с учетом уровня студентов.

Богатый выбор видеоматериалов по астрономии также не позволяет пользоваться им в полной мере в связи с перегруженностью подрастающего поколения видеороликами с самым разнообразным содержанием. При демонстрации фильма более 5-7 минут подавляющее большинство в группе занимающихся перестают воспринимать информацию, начинают отвлекаться на посторонние дела и, в том числе, на собственные гаджеты. Поэтому видеоматериалы следует давать очень ограниченно как по частоте (не на каждом занятии), так и по времени (не более 5 минут).

При изложении нового материала следует учитывать слабую подготовленность первокурсников к полноценным полуторачасовым лекциям. А так как главное – создание ситуации успеха, то материал излагается максимально доступно, с перерывами «на отвлечься и расслабиться» и с задиктовыванием особо важных моментов.

Задание на дом не задается, так как есть специальное время на занятиях для заучивания и сдачи докладов по темам, с чем успешно справляется подавляющее большинство группы. Редкие студенты с плохой памятью и слабой концентрацией внимания вынуждены учить дома, что дает им представление о том, что их собственный уровень развития ниже среднего. Это является стимулом для работы над собой.

Важным и любимым моментом в обучении является групповое тестирование, когда вопросы теста появляются на большом экране, и вся группа старается на них ответить. Преимущество такого подхода в том, что совместное рассуждение практически всегда приводит к правильным ответам. А принятие коллективного решения о том, кто отвечает и получает оценку, делает группу дружнее.

Главный стимул в обучении астрономии – возможность закончить его раньше, сдав все темы, подготовив свои доклады и ответив на все тесты.

Помимо собственно астрономии студенты попутно получают знания по логике (требования к делению и определениям), психологии (осмысленное запоминание в 9 раз быстрее механического повторения, эффект краев, оптимальные сроки повторений по Эббингаузу, язык жестов Алана Пиза и т.п.).

Таким видится оптимальное по критерию комфортности обучение астрономии в колледже.

Библиографический список

1. Кривая Эббингауза. / Википедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/кривая_забывания (дата обращения: 20.02.2021).
2. Концепция преподавания учебного предмета «Астрономия» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные образовательные программы. / Банк документов Министерства просвещения РФ – URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/2ea7402bdf1f95c3282e074cda58a1b0> (дата обращения: 20.02.2021).
3. Преподавание астрономии в современной школе. / Инфоурок: Ведущий образовательный портал России. – URL: <https://infourok.ru/statya-na-temu-prepodavanie-astronomii-v-sovremennoy-shkole-3322805.html> (дата обращения: 20.02.2021).

УДК 37.015.33
ГРНТИ 15.31.31

НАСТОЛЬНЫЕ ИГРЫ В РАБОТЕ ПЕДАГОГА–ПСИХОЛОГА С ПОДРОСТКАМИ

Фаткуллина М. Б.

*МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №1» Вахитовского района г. Казани,
г. Казань*

marina_rabochyi@hotmail.com

В данной статье рассказывается об опыте использования психологом общеобразовательной школы настольных игр для социализации и адаптации подростков.

Ключевые слова: настольная игра, подростки, коррекция эмоционального состояния, помощь в адаптации и социализации.

BOARD GAMES IN THE WORK OF A TEACHER-PSYCHOLOGIST WITH ADOLESCENTS

Fatkullina M. B.

MBEI «Secondary general educational school № 1» of Vakhitovsky district of Kazan

This article describes the experience of using board games by a general education school psychologist for the socialization and adaptation of adolescents.

Keywords: board game, adolescents, correction of the emotional state, assistance in adaptation and socialization.

Подростковый возраст связан с кризисом переходного возраста, это «трудный» возраст и для взрослых – родителей, учителей, и для самих подростков. Социальная ситуация развития

подростков характеризуется острым чувством взрослости, которое не подкрепляется сформированными поведенческими навыками, реальным опытом, эмоциональной и социальной зрелостью. Ведущей деятельностью для подростков является коммуникативная деятельность. И эта деятельность затруднена в силу того, что подростки, порой, не умеют понять не только своего собеседника, его мысли и желания, но, прежде всего, свои мысли и желания, не осознают свои чувства и чувства близких людей, не умеют конструктивно взаимодействовать со сверстниками и взрослыми. Речь здесь идёт о способностях социального и эмоционального интеллекта, которые необходимо развивать.

Чтобы помочь подросткам в сложном процессе социализации, психолог общеобразовательного учреждения может использовать настольные игры. У этого метода взаимодействия подростков между собой и подростков с взрослыми очень много преимуществ:

- * В настольных играх происходит «живое» непосредственное общение игроков, где возникают и проживаются реальные конфликты, проявляется взаимная поддержка. Таким образом развиваются социальные навыки. Например, Е. Д. Нелунова отмечает, что «навыки, которые даёт настольная ролевая игра, позволяют развить коммуникативные характеристики личности: умение работать в группе, находить общий язык с остальными участниками игры, умение строить диалоги и искать выходы из неожиданных ситуаций, умение находить взаимопонимание и идти на компромиссы» [1].

- * В настольные игры можно играть с детьми разного возраста. Даже подростки, скептически настроенные ко многому, что идёт от взрослых, с удовольствием включаются в игровую деятельность. В игре также возможно общение детей разного возраста между собой.

- * Любая настольная игра положительно влияет на психологическую сторону развития ребенка подросткового возраста. Здесь «включаются» все познавательные психические процессы – память, внимание, мышление, воображение.

- * Настольные игры универсальны. По мнению Поздняковой А. В., такие игры «мягко и непосредственно осуществляют психологическую адаптацию для всех участников процесса, настраивают их на расслабленный рабочий ритм» [2].

- * Настольные игры помогают проживать и отпускать страх ошибки – один из главных страхов детского возраста. Определённая свобода действий позволяет искать и пробовать разные варианты решения проблем с минимальным страхом ошибки – ведь ребёнок ошибается «не на самом деле».

Мы использовали настольные игры для решения следующих задач:

- * диагностики переживаний подростков, особенностей их характера и межличностных отношений. В игровом процессе выявляются некоторые скрытые стереотипы, модели поведения, неконструктивные установки, конфликты и привычные способы их разрешения;

- * коррекционно-развивающей, когда подросткам предоставляются возможности для самовыражения, осознания и отреагирования психоэмоционального напряжения, страхов; для коррекции негативных черт характера, перестройки отношений, формирования навыков адаптивного взаимодействия, развития психических функций, соблюдения правил.

Для решения обозначенных задач мы применяли игры с разнообразными характеристиками: как индивидуальные, так и командные; соревновательные и сотворческие; процессные и финализированные; такие, где нужно было вести переговоры, искать решение, вступать в конфронтацию; и комбинированные, где разные характеристики смешивались. Эти настольные игры невозможно определить как чисто психологические, проектные, коррекционные, развивающие, и т.д. Как уже отмечалось, они многофункциональные, универсальные.

Мы начали работу с тремя мальчиками – учащимися 7 класса (подростки 13-14 лет). Один подросток является полным сиротой и живёт с опекунами (социометрический статус «предпочитаемый»); другой подросток – его друг, тот, кто оказывает и может оказать значимую поддержку первому (социометрический статус «звезда»); и третий подросток –

учится в этом классе второй год, но по-прежнему не принят одноклассниками (социометрический статус «отвергнутый»). Сначала с мальчиками проводились сеансы Юнгианской песочной терапии.

Через некоторое время ещё несколько учащихся этого класса выразили желание встречаться с психологом. Среди них были 4 девочки и 3 мальчика. И тогда мы выбрали методом работы с группой подростков настольные игры. Это были игры «Имаджинариум», «Лепешка», «Концепт».

Подробнее опишем игры, которые мы использовали в работе с подростками.

Игра «Имаджинариум». Игра индивидуальная, но можно проводить и в командном варианте. Ведущий игрок (которым по очереди становится каждый участник) загадывает слово или словосочетание-ассоциацию на какую-то картинку. Остальные игроки выкладывают свои карточки, картинки на которых подходят задуманному слову. Игроки должны определить, какая именно картинка загадана ведущим: каждый игрок знает только свою картинку. Рисунки на картинках сюрреалистические – необычные, парадоксальные, абсурдные. Их невозможно трактовать однозначно. Выбирая картинку ведущего, подростки соотносят своё знание об этом человеке с представленными картинками.

В игре происходит развитие абстрактного, ассоциативного мышления учащихся, интуиции, фантазии; улучшается коммуникация, подростки учатся узнавать друг друга – наблюдают за реакцией протагониста, когда тот раскладывает карты, рассказывают, почему выбрали ту или иную картинку, как родилась ассоциация и др. Ребята радуются, если угадали карточку друга, расслабляются, подсказывают друг другу. В этой игре, обычно, не бывает конфликтов.

Игра «Концепт». Игра командная, может применяться в индивидуальном варианте. Мы использовали её именно как командную.

Команда или игрок выбирает слово/фразу из предложенных на карточках. Причём, можно выбирать из одной из трёх категорий – простая, средняя, сложная. На игровом поле с картинками, обозначающими различные категории внешнего и внутреннего мира, команда раскладывает фишки, чтобы отметить категорию загаданного слова.

Каждой команде в игре важно так представить выбранное слово, чтобы другие команды отгадали это слово: за отгаданное слово баллы получают обе команды. Поэтому важным качеством здесь будет умение ориентироваться на других игроков – другими словами, навыки социального интеллекта. Прежде, чем выложить соответствующие фишки на игровое поле, участники одной команды обсуждают, какие категории выбранного понятия они будут отмечать. Подростки учатся договариваться, сотрудничать, приходить к общему решению.

Таким образом, игра развивает аналитическое мышление, интуицию, логику, память, сообразительность, командное взаимодействие, эмпатию.

Игра «Лепешка» Гюнтера Хорна. Игра индивидуальная. В игре можно изменять героев, меняться ими, устанавливать дополнительные правила.

В начале игры каждый участник делает для себя из пластилина фишку-животное и ходит ей по игровому полю. Эту фишку он ассоциирует с образом «Я» и переживает, если игроки в ходе игры как-то деформируют фигурку. В ходе игры игрок - «хозяин» поля должен обвинить «гостя», а тот, кого обвиняют – извиниться. Игра провоцирует проявление у игроков агрессии (игроки могут превратить фишку партнера в лепешку или изменить по своему усмотрению). Подлинной целью игры становятся живые отношения участников друг с другом.

Игра обладает большим развивающим потенциалом: развивает эмоциональный интеллект, воображение, коммуникативные навыки, произвольность, способствует наработке социальных навыков и становлению личности ребенка.

Такая работа проводилась с подростками в течение 2 и 3 четверти 2020-21 учебного года.

Для нас в работе с подростками очень важным направлением является развитие их эмоционального интеллекта. Поэтому для того, чтобы обнаружить отличия психологических

свойств подростков, принимавших участие в настольных играх (экспериментальная группа), от свойств подростков, которые не участвовали в данного вида работе (контрольная группа), мы использовали тест «Методика оценки эмоционального интеллекта» Н. Холла (опросник EQ) [3].

Тест включает 5 шкал:

- 1 шкала. Эмоциональная осведомленность – осознание и понимание индивидом своих эмоций, постоянное пополнение собственного словаря эмоций.
- 2 шкала. Управление своими эмоциями – эмоциональная отходчивость, эмоциональная гибкость индивида, способность произвольно изменять свои эмоции.
- 3 шкала. Самомотивация – управление индивидом своим поведением, за счет управления эмоциями.
- 4 шкала. Эмпатия – понимание эмоций других людей, умение индивида сопереживать текущему эмоциональному состоянию другого человека, а также готовность оказать поддержку. Это умение понять состояние человека по мимике, жестам, оттенкам речи, позе.
- 5 шкала. Управление эмоциями других – способность индивида воздействовать на эмоциональное состояние других людей.

Таблица 1 – Сравнение уровня эмоционального интеллекта в экспериментальной и контрольной группах подростков

	Шкала 1.	Шкала 2.	Шкала 3.	Шкала 4.	Шкала 5.
Экспериментальная группа (баллы)	24,3	24,5	23,5	23,4	23,3
Контрольная группа	24,8	15,8	20,8	20,8	19,6
Уровень достоверности Т-теста	0,43	0,01	0,25	0,25	0,14

Оказалось, что достоверно значимые отличия (на уровне $p \leq 0,05$) свойств эмоционального интеллекта подростков из экспериментальной и контрольной групп обнаружены лишь по одному критерию – способности индивида управлять своими эмоциями.

Конечно, мы не можем утверждать, что именно участие в настольных играх способствовало развитию этого свойства эмоционального интеллекта у учащихся – мы не проводили предварительную диагностику в начале работы. Но, тем не менее, такие отличия были нами получены при заключительной диагностике. Это означает, что подростки из экспериментальной группы умеют распознавать своё эмоциональное состояние, воздействовать на него с помощью известных им инструментов и изменять состояние в желаемую сторону.

В процессе проведения настольных игр нами были сделаны некоторые наблюдения.

* В игре подростки старались оставаться в привычных для них микрогруппах, где отношения налажены, комфортны и требуют минимальных интеллектуальных и эмоциональных затрат. Психолог же использовал различные методы деления участников на команды, чтобы в одной команде оказались подростки, которые в реальности мало общаются друг с другом или даже относятся друг к другу враждебно. Таким образом, подростки взаимодействовали в усложнённых условиях, где им нужно было учиться договариваться с неудобными партнёрами или проявлять агрессию социально-приемлемыми способами.

* В игре популярные подростки, даже несмотря иногда на их активное сопротивление, вынуждены были общаться с непринятыми и отвергнутыми сверстниками и выстраивать с ними взаимодействие. Непопулярные подростки включались в команду и также искали и пробовали разные способы взаимодействия. Кроме того, они получили возможность контактировать с лидерами класса, наблюдать за ними, учиться у них строить отношения.

* С помощью игр учащиеся лучше знакомятся с правилами. На определённом этапе игры подростки уже сами начинают следить за соблюдением правил. А также, опираясь на правила, обосновывают свои игровые ходы.

* Подростки учатся справляться с эмоциями растерянности, смуты, негодования, досады, отчаяния, беспомощности; учатся отреагировать подавленные чувства и эмоции. В пространстве игры участникам позволено выражать любые чувства, а игровой процесс помогает научиться выражать эти чувства приемлемым способом.

* Подростки проживают осознание, что не всегда и во всём можно быть первым. Это особенно важно для подростков со статусом социометрических «звёзд», и тогда мягким косвенным способом корректируется самооценка учащихся. Происходит коррекция самооценки и у непринятых школьников, когда в составе команды они выигрывают в игре или получают одобрение партнёров за удачно сделанный ход.

* Кроме того, игровая ситуация отличается от учебной ситуации. В игре подростков не учат, не оценивают, не критикуют взрослые. В рамках учебной ситуации подросток оценивается по критериям «хорошего» или «плохого» ученика – приготовил ли домашнее задание, понял новую тему, правильно или неправильно ответил у доски, как написал проверочную работу, как вёл себя на уроке и перемене. В игре поведение учащихся ограничено игровыми правилами и правилами поведения в подростковом сообществе, что даёт ребятам больше свободы для самопроявления, творчества, снижает страх ошибки.

Библиографический список

1. Нелунова Е. Д. Применение настольных ролевых игр в обучении второго иностранного языка // Новая наука: От идеи к результату, 2015. – № 2. – С. 28.
2. Позднякова Александра Валерьевна. Настольные игры. – URL: <http://micro.gorundubna.ru/wp-content/uploads/2019/03/Pozdnyakova-AV-nastolnye-igry.pdf> (дата обращения 23.03.2021).
3. Методика оценки эмоционального интеллекта Н. Холла (опросник EQ). – URL: <https://psytests.org/emotional/hall.html> (дата обращения 23.03.2021).

УДК 378
ГРНТИ 14.07

ТЮТОРСТВО В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Филонова А. А., Гаман Л. А.

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

Alina1901Filonova1901@Gmail.com

В статье рассматривается тьюторство как направление в современной педагогике. Отмечаются цели тьюторства, освещаются методы работы тьюторов, подчеркивается его место в системе образования. Делается вывод о его востребованности и необходимости для современного российского высшего образования.

Ключевые слова: тьютор, индивидуализация образования, ассоциация тьюторов, сопровождение студентов, открытое образование, индивидуальная образовательная программа.

TUTORING IN THE MODERN EDUCATIONAL SYSTEM

Filonova A. A., Gaman L. A.

STI NRNU MEPhI, Seversk

The article examines tutoring as a direction in modern pedagogy. The goals of tutoring are noted, the methods of work of tutors are highlighted, its place in the education system is emphasized. The conclusion is made about its relevance and necessity for modern Russian higher education.

Keywords: tutor, individualization of education, association of tutors, student support, open education, individual educational program.

Современная система образования характеризуется поиском новых форм обучения и воспитания обучающихся. В условиях становления модели непрерывного открытого образования необходимы поиски и внедрение эффективных форм взаимодействия педагогов и обучающихся, которые призваны способствовать выстраиванию индивидуальных образовательных траекторий обучающихся, раскрытию их индивидуальных способностей и потребностей. Для решения этой сложной задачи, стоящей перед педагогами разных ступеней обучения, необходимо создание благоприятных условий для «образовательного диалога» педагога и обучающегося, направленного на выявление и развитие индивидуальности последнего. Одним из эффективных путей решения столь сложной задачи в настоящее время признается тьюторство.

Тьюторство как феномен современного образования изучается многими учеными, среди них такие авторы, как Иванов А.В., Ковалева Т.М., Белицкая Е.В., Серебровская Т.Б., Малиновская Ю.Н., Гретинская Е.О., Якубовская Т.В. и другие. Однако до настоящего времени тьюторство не является достаточно изученным явлением современной педагогики.

Целью данной работы является освещение в общих чертах тьюторства как направления в современной российской системе высшего образования, а также характеристика некоторых методов работы тьюторов, что позволяет подчеркнуть необходимость широкого внедрения этой педагогической практики в высших учебных заведениях России.

Тьюторство как педагогическая практика, широко распространенная в ряде европейских стран, лишь в 1990-е гг. начинает применяться в России. В значительной степени это связано с тем, что в России исторически была воспринята немецкая система образования, тогда как тьюторство является элементом английской школы, имеет глубокие исторические корни. В 1992 г. тьюторство в России заявило о себе официально в рамках деятельности Томской школы «Эврика-развитие». Заметим попутно, что тьюторство имеет некоторые сходные черты с практикой кураторства, практикующегося в системе российского высшего образования.

Следует подчеркнуть значение тьюторства для системы высшего образования в России с учетом направленности проводимых в ней реформ. В соответствии с действующими нормативными документами, студентам обеспечивается право построения индивидуальных образовательных траекторий, что должно готовить их к успешной профессиональной деятельности и расширять их адаптационные возможности в быстро меняющейся среде. Как отмечает современная исследовательница Т.Б. Серебровская, в условиях современного открытого образования расширяются информационные возможности для обучающихся. Одновременно повышаются требования к познавательной активности студента, на первый план выходит его образовательная мотивация, его умение самостоятельно организовывать свою учебную деятельность, его способность к саморазвитию, его умение выстраивать собственную образовательную траекторию, что в своей совокупности и должно обеспечить его успешное формирование как профессионала, имеющего высокий культурный капитал. В рамках индивидуализации общества личность обретает центральное значение, поэтому в образовательном процессе важно применять новые методики, способствующие развитию

личности, обеспечению чувства ее безопасности и уверенности в себе. Этому способствует тьюторское педагогическое сопровождение обучающихся, в том числе в высшей школе.

В современной России имеется пять региональных ассоциаций тьюторов: в Москве, Ижевске, Волгограде, Чебоксарах и Томске. Основными целями работы тьютора являются: разработка индивидуальных образовательных программ для обеспечения эффективного сопровождения процесса образования и самообразования, обучение новым необходимым психологическим навыкам (например, рефлексия, самоанализ, навыки коммуникации с обществом и т.д.), анализ мотивации и анализ процесса обучения для выявления сильных и слабых сторон индивида и для дальнейшей коррекции его образовательной траектории.

Важно подчеркнуть, что тьюторы в своей педагогической деятельности затрагивают все ступени образования личности. Тьюторы также взаимодействуют с семьями обучающихся. Одним из нововведений в системе образования стало дистанционное обучение или онлайн-тьюторство. Стоит отметить положительное значение данного вида педагогического сопровождения, особенно в условиях вынужденной самоизоляции населения, обусловленной короновирусной инфекцией. Ведь тьютор таким образом может вести студента на расстоянии, помогая ему с его учебным процессом. Онлайн-тьюторство является также эффективным методом для сопровождения инклюзивного образования.

В своей деятельности тьютор использует различные методики. Наиболее классической считается индивидуальная консультация, которая включает в себя индивидуальную работу (беседу) со студентом для выявления его потребностей, понимания его видения дальнейшей жизни, анализ его процесса обучения для дальнейшего выстраивания индивидуального плана получения образования и необходимых ему навыков. Такую же работу можно проводить и с группой учащихся, данный вид работы называется «групповая консультация». Данную методику используют для группы лиц со схожими интересами и потребностями, основным способом узнать подопечных здесь являются тренинги, которые так же могут научить студентов новым навыкам. После знакомства со студентами применяется технология «Тьюториал», которая является схожей с учебным семинаром. Здесь студенты посредством тренингов, деловых игр, дискуссий получают новые навыки или развивают уже имеющиеся. Самая глобальная методика – «образовательное событие», основной целью которого является выявление и поддержание мотивации студентов и реализация их индивидуальных программ, исследований, экспериментов. В рамках данной технологии используется широкий спектр методик, например, экскурсии, экспедиции, полевые и лабораторные исследования, эксперименты, практикумы, привлечение известных и ярких личностей и многое другое.

Резюмируя сказанное, следует подчеркнуть, что тьюторство является одним из важных методов индивидуализации образования. Все более признается высокая эффективность педагогических методов тьюторов, что подчеркивает необходимость повсеместного распространения данной педагогической практики на всех образовательных уровнях. Стоит учесть, что тьютором не обязательно должен являться отдельный сотрудник образовательного учреждения. Это может быть штатный психолог, преподаватель и т.д.. Важно учитывать, что помимо формирования индивидуальных учебных планов, тьютор помогает обеспечить адаптацию и систематическую работу студента в коллективе.

Библиографический список

1. Ковалева Т.М., Якубовская Т.В. Тьюторская деятельность как антропратика: между индивидуальной образовательной траекторией и индивидуальной образовательной программой. – Человек.ру, 2017. – С. 85–94.
2. Гретинская Е.О. Тьюторство в России как новая модель образования: становление и развитие. – Проблемы современной науки и образования. – 2015. – №34. – С. 134–138.
3. Малиновская Ю.Н. Тьюторство как образовательная практика индивидуализации общества. – Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2017. – №12 (189). – С. 37–40.

4. Гущина Т.Н. Педагогическое сопровождение развития субъектности обучающегося: [тьюторское сопровождение] // Педагогика. – 2012. – № 2. – С. 50–58.
5. Ковалева Т.М. Современное качество образования и принцип индивидуализации: [методика тьюторского сопровождения] // Завуч: управление современной школой. – 2012. – № 1. – С. 68–72.
6. Серебровская Т.Б. Тьюторство в контексте модернизации высшей школы. – Вестник Омского государственного университета. – 2011. – №5 (124). – С. 13–18.

ГУМАНИТАРНОЕ ЗНАНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

УДК 167.6
ГРНТИ 02.21.21

МЕТАФИЗИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА ЗАКОНА ДОСТАТОЧНОГО ОСНОВАНИЯ

Борчиков С. А.

г. Озёрск, Челябинская область

kwsм@mail.ru

В статье затрагиваются некоторые инновационные проблемы закона достаточного основания, и в частности возможность его формализации. Предлагаются варианты формул, учитывающих горизонтальные и вертикальные причинно-следственные отношения, а также наработки некоторых современных авторов.

Ключевые слова: основание, закон достаточного основания, формализация, формаль, стрелка-корень.

THE METAPHYSICAL FORMULA OF THE LAW OF SUFFICIENT REASON

Borchikov S. A.

Ozersk

The article touches on some of the innovative problems of the law of sufficient reason, and in particular the possibility of its formalization. Variants of formulas that take into account the horizontal and vertical cause-and-effect relationships, as well as the developments of some modern authors, are proposed.

Keywords: foundation, law of sufficient foundation, formalization, formal, arrow-root.

Закон достаточного основания (далее ЗДО или PRS, по латыни) – ровесник философии. Но у него есть своя история. Можно выделить четыре периода:

- 1) *классический* – причинно-следственный (Аристотель),
- 2) *логический* – необходимо-достаточный (Лейбниц),
- 3) *метафизический* – панлогически-инверсионный (Гегель, Хайдеггер),
- 4) *метаматематический* – современные теории, пытающиеся формализовать процедуры вывода, обоснования и, как следствие, сам ЗДО.

Первые три периода не достигли формализации ЗДО, оставляя его на вербальном, общеметодологическом уровне, а четвертый – пытается устранить этот пробел. На форуме «Философский штурм» предпринята одна из таких мета-попыток [4].

В *содержательном* аспекте решению задачи способствовало введение и проработка участниками диалога инновационных понятий (впрочем, первая тройка из которых предложена автором еще в работе [1]):

- а) *недостаточное основание* – для неизвестных субстратов,
- б) *непредустановленная гармония* – в дополнение к предустановленной,
- в) *предостаточное основание* – для творческих процессов с вариантом, когда происходит творение из ничто, т.е. вообще без всякого основания,
- г) *запредельное основание* – для теологических объектов,
- д) *диалектика не-, пре-, за- и до-статочности*,

е) *мимо проплывающие возможности* – возможности, которые реализуются для одних объектов и субъектов, не касаясь других,

ж) создание, сотворение новой, не существовавшей ранее возможности – понятие, вытекающее из термина М. Хайдеггера «*Er-möglichen*».

з) В-порядок, L-порядок, *F-порядок* – законо-логосо-формале-сообразность.

В историко-философском аспекте подспорьем явился труд М. Хайдеггера [5]. Особенно три его идеи:

- понятие «*reddendae*» (возврат, отдача, возмещение, доставка), вычлененное Хайдеггером из учения Лейбница, у которого принцип достаточного основания на латыни звучит как PRRS: *principium reddendae rationis sufficientis* – принцип доставляемого достаточного основания [5, с.68],

- понятие-механизм «вилка основания» – когда обе процедуры: основывание (Ggründen) и возврат (Reddendae) совмещаются в общей взаимонуждаемости [5, с.176], это очень перекликается с гегелевской синтетической дуалью «предполагаемое – полагаемое»,

- понятие-механизм (вилка) «*Er-gründen – Be-gründen*»: «Любое проникновение-в-суть и об-основывание (*Er-gründen und Be-gründen*) ведет нас к основанию» [5, с.20].

Такое приложение к основанию двух противонаправленных модулей *Er* и *Be* (у Хайдеггера) или *Sub/Suf* и *Re* (у Лейбница и Гегеля) весьма существенно для формализации.

В *формальном* или собственно в *формульном* аспекте можно выделить концепции четырех авторов [4].

1. Формула М.В. Кормина.

Она состоит из системы трех формул:

$$\begin{aligned} (S \rightarrow P) \vee (S \leftarrow P) &= 1 \\ (S \rightarrow P) \wedge (S \leftarrow P) &= 0 \\ \text{исключительно при } (S \underline{\vee} P) &= 1 \end{aligned} \quad (1)$$

где *S* – имя, первый аргумент булевой функции (0011), *P* – свойство, второй аргумент булевой функции (0101), стрелка (\rightarrow) – импликация, стрелка (\leftarrow) – репликация. Если строгая дизъюнкция $(S \underline{\vee} P) = 0$, то первые две формулы не имеют достаточного основания.

Здесь показательно, что учитывается и формализуется вилка основания: «импликация – репликация».

2. Формула Ю.Д. Бухарова (Дмитриева):

$$PRS_x =_{\text{Df}} \forall x (E!(x) \supset O(x)) \quad (2)$$

где *E!* – предикат сингулярного существования, *O* – предикат «быть основанием», \supset – материальная импликация.

Содержательно означает: всё существующее имеет достаточное основание для существования. Формула базируется на отношении частичного порядка в плане истинностных значений: $\forall x (E!(x) \supset O(x)) \equiv \forall x (E!(x) \leq O(x))$, а универсум *U*, по которому пробегают кванторы, включает в себя как индивидные, так и предикатные константы.

3. Формула В.И. Моисеева (в символах ПМО – проективно модальной онтологии):

$$L(Y) \equiv \exists X (Y \leq_B X \wedge L_1(X)) \quad (3)$$

где *L* – *L*-статус, или статус обоснованности, законосообразности, безусловности (от английского «law» – закон). Дополнительно см. [3].

Формула означает: *Y* находится в *L*-статусе если и только если найдётся *X* такой, что *X* – модус *Y*, и *X* дан в первичном *L*-статусе. $Y \leq_B X$ означает, что *Y* есть мода *X* в В-ПМО (обосновательной ПМО), а *L*₁(*X*) – что *X* есть максимальный элемент в В-порядке \leq_B .

4. Мои формулы (в символах ПФО – проективно формальной онто-гносеологии).

Я полностью солидарен с первой из трех формул *М.В. Кормина* (1), считаю ее тривиально-формальнологически базисной для ЗДО и вполне законосообразной, даже в обособленном виде, поскольку она истинна при любых значениях x и y :

$$(x \rightarrow y) \vee (x \leftarrow y) \quad (4)$$

Метафизически свёртываю ее до вилки-инверсии: $(x \rightleftharpoons y)$.

Ничего не имею и против формул *Ю.Д. Бухарова* и *В.И. Моисеева*, они учитывают логические статусы более высоких порядков и, на мой взгляд, по сути детализируют вилку-инверсию полагания основания и его обоснования $(x \rightleftharpoons y)$, которая вербально сформулирована: Лейбницем, Гегелем и Хайдеггером.

Поскольку формулы (3) и (4) не исключают и даже содержат в себе потенции и интенции вертикальных движений (скачков), возникает вопрос о двойной стратификации логически-познавательного пространства: горизонтальной и вертикальной, и соответственно о двух типах взаимодействия. *Горизонтальная детерминация* (\rightleftharpoons) означает в идеале бесконечно рекурсивное с приращением, полагающе-обосновывающее движение от причин к следствиям и обратно, а *вертикальная детерминация* (\updownarrow) означает теоретически-практическое, бытийно-металогическое движение по онто-гносео-логическим или, говоря метафизическим языком, *формальным* уровням – F-уровням (вверх и вглубь).

Если горизонтальную детерминацию (4) считать *моделью* (ПМО/ПФО), то ЗДО может быть представлен как мода F-модуса при условии вертикальной, проективно-сюрективной инверсии:

$$\text{ЗДО} = F\downarrow\uparrow[(x \leftarrow y) \vee (y \rightarrow x)] \quad (5)$$

Или в общем, абстрактном виде:

$$f\updownarrow(x \rightleftharpoons y) \quad (6)$$

где f – формаль, или конкретная функция-модус всеединой субстанции формалии F (подробнее об этих понятиях см. в [2]), а ее аргументы пробегают (айорируют) по всему диапазону подпадающей под закон конкретной предметности.

Здесь ЗДО выступает не только законом логического мышления, но и вообще законом человеческого познания, взаимодействующего с данностями, имеющими как дологический статус («снизу», «недо», «суб»), так и сверхлогический («сверху», «пре», «мета»). Одним словом, имеет F-статус, охватывающий в качестве частных случаев и В-статус, и L-статус, и любые другие статусы и уровни.

Именно потому, что ЗДО требует неперемного базирования *на* и постоянной верификации *в* сущем и бытии, и возникает необходимость использовать более «сильный», т.е. первоначальный (от слова «первоначало») статус (модус). И это если не само *бытие*, как у Хайдеггера, то во всяком случае *формаль*, сюр-проекции которой по своим онто-гносео-логическим и имплективно-репликативным характеристикам как раз и способны представлять универсальную (метафизическую) формулу (6).

Как видно, в этой формуле четыре оператора: два – с горизонтальной детерминацией, два – с вертикальной (\rightarrow , \leftarrow , \downarrow , \uparrow). Если использовать терминологию А. Шопенгауэра, то их вполне можно называть *корнями* ЗДО. Этой четверице также соответствует и учение Аристотеля о четырех причинах: материальной (\rightarrow), деятельной (\leftarrow), формальной (\downarrow) и целевой (\uparrow).

Можно даже, в дополнение к имплекции и репликации, рассмотреть более сложную диалектику или мультипликацию стрелок. Например, не только их единство, что отмечают многие мыслители, и даже не только их инверсию (поворот на 180°), что тоже отмечают многие, а поворот на 90° , т.е. превращение логической и онто-логической стрелки-корня в

метафизический и гносео-логический корень, и обратно. Например, \leftarrow в \uparrow или \downarrow в \rightarrow и тому подобные, а иногда и более сложные мультиперевороты.

Вообще, с помощью формулы (6) $\langle f\downarrow\uparrow(x\rightleftharpoons y) \rangle$ можно объяснить и интерпретировать различные учения о ЗДО, существовавшие в истории философии. Анализ этого выходит за рамки статьи. На форуме [4], помимо упомянутых в статье персоналий, рассмотрены еще такие, как Х. Крузиус, И. Кант, Ареопагитики.

Вывод.

Что вскрывают и отражают предложенные варианты формализации ЗДО?

Во-первых, более четко фиксируемое и упускаемое учебниками *двуединство* или условие *reddendae* (вилка), вычитываемое еще у Лейбница; во-вторых, требование скачка к сущностям и более высоким логическим *метауровням*, что вычитывается в «Науке логики» Гегеля и теоремах Гёделя о неполноте; в-третьих, более лаконично выраженное гегелевско-хайдеггеровское требование *прыжков* с переворотами (инверсий и взаимодетерминаций), осуществляемых между онтологическими регионами сущего, бытия и сущностей.

Таким образом, формула ЗДО $\langle f\downarrow\uparrow(x\rightleftharpoons y) \rangle$ оказывается метафизически универсальной независимо от возможных теоретических отклонений и инкрустаций у отдельных мыслителей и логических систем.

Библиографический список

1. Борчиков С.А. Законы основания // Тезисы докладов научно-практической конференции «Дни науки – 2004». Т.1. – Озёрск: ОТИ МИФИ, 2004. – С.83-85.
2. Борчиков С.А. О метафизике формы // Философские науки. – 2014. – №8. – С.111-119.
3. Моисеев В.И. К формализации закона достаточного основания. – Наст. изд.
4. Система категорий (ч.25, закон достаточного основания) / Тема интернет-форума «Философский штурм». В 2 ч. / Модератор С.А. Борчиков. – 2020-21. – Электронный ресурс. URL: <http://philosophystorm.org/sistema-kategorii-ch25-3-zakon-dostatocznego-osnovaniya>
5. Хайдеггер М. Положение об основании / Пер. О.А. Коваль. – СПб.: Алетейя, 2000. – 290 с.

УДК 94(470)

ГРНТИ 03.23.55

СОЦИАЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО ЗАКРЫТЫХ АТОМНЫХ ГОРОДОВ УРАЛА В 1990-Е ГОДЫ

Алехина Л. Э., Васильев М. Ю.

Технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,
г. Лесной, Свердловская область

lidaalehina745@gmail.com

Статья посвящена уральским закрытым атомным городам и изменениям их социального пространства в 1990-е годы. Историческая реконструкция данных сюжетов тесно связана с проблемами развития всего ядерного оружейного комплекса. Выбранный ракурс исследования позволил показать, что социальная структура закрытых административно-территориальных образований (ЗАТО) сохранила слабую дифференцированность в период активных общественных трансформаций 1990-х годов.

Ключевые слова: социальное пространство, общественные трансформации, закрытые атомные города, закрытое административно-территориальное образование (ЗАТО), Урал.

SOCIAL SPACE OF THE URAL CLOSED ATOMIC TOWNS IN THE 1990S

Alekhina L. E., Vasiliev M. Yu.

TI NRNU MEPhI, Lesnoy

The article is dedicated to the Ural closed atomic towns and changes of their social space in the 1990s. The historical reconstruction of these scenarios is closely connected with the development of the nuclear weapons complex. The chosen research perspective helped to show that the social structure of closed administrative territorial entities (CATEs) retained weak differentiation during the period of active social transformations of the 1990s.

Keywords: social space, social transformations, closed atomic towns, closed administrative territorial entity (CATE), Ural.

Закрытые атомные города представляют собой специфическое социально-территориальное пространство, имеющее две отличительные особенности – закрытость (физическая изоляция и установление особого режима безопасного функционирования и охраны государственной тайны) и принадлежность к ядерному оружейному комплексу. В России насчитывается 10 населенных пунктов, находящихся в ведении Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» и имеющих юридический статус «закрытого административно-территориального образования» (ЗАТО). 5 из них расположены на Урале: Озерск, Снежинск, Трехгорный – в Челябинской области; Лесной и Новоуральск – в Свердловской.

В 1990-е годы, в годы активных политических, экономических и социокультурных трансформаций атомграды стали ареной разнообразных и противоречивых социальных процессов. Изучение данных процессов позволит лучше понять те явления, которые происходят на территории российских атомных ЗАТО в настоящее время.

Первоначально одним из важнейших факторов формирования социальной структуры атомградов стал особый порядок подбора кадров (наиболее квалифицированных, дисциплинированных и политически благонадежных) практически по всей стране. К проживанию и работе в таких городах не допускались бывшие в годы Великой Отечественной войны в плену и на оккупированных территориях, жившие и имевшие родственников за границей, в пограничных районах и прибалтийских республиках, судимые [6, с. 50]. Уже с первых лет своего существования атомграды отличались высоким качеством человеческого капитала и степенью вовлеченности жителей в общественное производство. В дальнейшем в процессе своей деятельности, как производственной, так и бытовой, эти люди создали особый социокультурный облик закрытых городов.

За пару десятилетий на территории закрытых атомных городов из различных исходных частей сформировалось локальное сообщество, привлечение новых больших масс людей прекратилось, социальная структура стала более стабильной и однородной. Дальнейшее развитие происходило в основном за счет местных и окрестных людских ресурсов [5, с. 88]. Исследователи фиксируют значительные изменения в картине миграционного потока в атомные ЗАТО в 1990-е годы. В.А. Тихонов отмечает, что, если до 1990 г. жители «открытых» городов составляли более 80% прибывших, то в начале 1990-х в миграционном потоке в атомграды преобладают местные жители, получившие профессиональное образование за пределами родного города и решившие вернуться обратно (примерно две трети прибывших) [8, с. 7].

Государство, являясь несмотря на конверсию производства основным заказчиком градообразующих предприятий, продолжало и в 1990-е годы оказывать значительное влияние на процессы, протекавшие на территории атомных ЗАТО. Однако активные изменения российской действительности рассматриваемого периода грозили разрушением сформировавшихся и устоявшихся в советское время структур стабильной социальной

организации атомградов. Падение уровня доходов и качества жизни значительной части населения ЗАТО в 1990-е годы привело к снижению привлекательности закрытых городов в глазах людей. Большинство жителей атомградов считали, что их финансовое состояние ухудшилось в период с 1992 по 1999 годы: в разных ЗАТО такой ответ дали от 85 до 96% респондентов. Лишь от 4 до 15% опрошенных отметили сохранение прежнего уровня или улучшение своего финансового положения [8, с. 10].

В целом, опираясь на существующие исследования [1; 2; 7 и др.], можно выделить ряд факторов, негативно влиявших на жизнедеятельность и перспективы развития атомградов в изучаемый период:

1. Уменьшение числа занятых на градообразующих предприятиях. Этот процесс, потенциально приводящий к снижению численности населения закрытых городов, являлся также причиной изменения «квалификационного состава» жителей ЗАТО: снижалось количество инженерно-технических работников, увеличивалось число занятых в таких отраслях, как торговля, строительство и транспорт.

2. Отъезд из ЗАТО наиболее активной части населения (в основном молодежи).

3. Устаревание инженерной инфраструктуры ЗАТО, что влияло на качество жизни и снижало их привлекательность для населения.

В условиях социальной, экономической и политической турбулентности на повестке дня встал вопрос о дальнейшем существовании и развитии ЗАТО. Социумом вне закрытых городов статус этих административно-территориальных образований воспринимался скорее как советский пережиток, а их открытие – как элемент демократизации. Однако у большинства местных жителей подобные инициативы не находили поддержки, поскольку закрытость создавала своеобразное ощущение защищенности. Кроме того, закрытость атомградов позволила в качестве константы самоопределения сохранить понятие «родной город» [1, с. 12]. В «Программе развития системы образования г. Новоуральска на период до 2005 года...», разработанной в 2000 г., мы встречаем, например, такие формулировки, описывающие горожан: «В городе сложилось ... сообщество, имеющее свои традиции. ... У жителей города сформировано чувство "Мы – новоуральцы"» [3, д. 42, л. 51].

Четко прослеживается наличие еще одного критерия идентификации – сходство ценностных ориентаций населения атомградов. Так, в частности, относительное единство взглядов жителей Озерска, схожесть их культурных стереотипов отражают результаты большинства соцопросов [4, д. 74].

В 1990-е годы для всех атомных ЗАТО Урала было характерно снижение привлекательности социального пространства. Будучи в советское время населенными пунктами с приоритетным финансированием, атомграды с трудом приспосабливались к рыночным отношениям. Однако в период столь активных разноректорных изменений общность жителей уральских атомных ЗАТО, как и прежде, сохранила слабую дифференцированность, и как следствие – высокую степень солидарности.

Библиографический список

1. Константинова А.Г. Бинарная оппозиция «свой – чужой» в реалиях закрытых атомных городов 1990-х годов (на примере закрытых административно-территориальных образований Урала) // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. – 2020. – № 1-2. – С. 9-13.
2. Константинова А.Г. Эмиграция из закрытых административно-территориальных образований атомной промышленности в 1990-е годы: тенденции и последствия // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2020. – № 4. – С. 45-50.
3. Муниципальное казенное учреждение Новоуральского городского округа «Городской архив». Ф. 37. Оп. 1.
4. Муниципальный архив Озерского городского округа. Ф. 3. Оп. 1.

5. Плюснин Ю. М. «Свои» и «чужие» в русском провинциальном городе // Мир России. Социология. Этнология. – 2013. – Т. 22. – № 3. – С. 60-93.
6. Режимные люди в СССР / Отв. ред. Т. С. Кондратьева, А. К. Соколов. – М.: Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН); Фонд Первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2009. – 367 с.
7. Файков Д.Ю., Байдаров Д.Ю. Новые тенденции в развитии закрытых административно-территориальных образований (на примере ЗАТО атомной промышленности) // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. – 2014. – Т. 7. – № 6. – С. 120-131.
8. Tikhonov V. Russia's Nuclear and Missile Complex. The Human Factor in Proliferation. – Washington D.C.: Carnegie Endowment for International Peace, 2001. – 125 p.

УДК 111.82:621.391
ГРНТИ 02.31.31

ВСЕСИЛЕН ЛИ РАЗУМ, ОСНОВАННЫЙ НА ИНФОРМАЦИИ?

Войцехович В. Э.

*Тверской государственный университет,
г. Тверь*

synerman@gmail.com

В связи с информатизацией общества ставится вопрос о возможных пределах этого процесса, о границах информации. Обоснован тезис: границы информации существуют. Информация возможна лишь в мирах двойственности (множественности), где существует «разное» и можно ввести единицу информации (бит (0,1)). Информация невозможна в мире Единого, где нет различий. Метафорически выражаясь, граница информации расположена между Единым и двойственным, между «1» и «2». Сходные представления есть в теологических учениях, использующих образы «молчание», «безмолвие».

Ключевые слова: человек, бытие, разум, информация, познание, знание, границы, миры, Единое, множественное, молчание, метафора.

IS INFORMATION-BASED INTELLIGENCE ALL-POWERFUL?

Voytsekhovich V. E.

Tver State University, Tver

In connection with the informatization of society, the question is raised about the possible limits of this process, about the boundaries of information. The thesis is justified: the boundaries of information exist. Information is possible only in the worlds of duality (multiplicity), where there is "different" and you can enter a unit of information (bit (0,1)). Information is impossible in the world of the One, where there are no differences. Metaphorically speaking, the boundary of information is located between the One and the dual, between "1" and "2". There are similar ideas in the theological teachings that use the images "silence".

Keywords: man, being, mind, information, cognition, knowledge, boundaries, worlds, One, multiple, silence, metaphor.

Мысль изреченная есть ложь.

Ф.И. Тютчев «Silentium!»

Постановка проблемы

С середины XX в., с эпохи НТР научное сообщество обсуждает пути развития человека в будущем, в ближайшие столетия. Предполагают различные варианты: 1) генетическое соединение человека с животными и даже растениями, а в связи с этим, слияние двух полов в один или, наоборот, появление множества полов; 2) в связи с ожидаемым контактом человечества с инопланетными существами возможность телесного и психического «соединения» с инопланетянами; 3) восточный, эзотерический путь эволюции — появление «магов» и йогов в массовом масштабе; 4) возникновение киборгов, человеко-роботов, соединяющих в себе искусственный интеллект (ИИ) с естественным (ЕИ) — этот вариант подробно обсуждают сторонники «постчеловека», трансгуманисты.

Последний вариант близок к нашим возможностям, вследствие чего возникают философские вопросы. Правы ли «компьютерщики», утверждающие: «Всё есть информация», «Кто владеет информацией, тот владеет миром»? Может ли человек выйти за пределы информации?

В современную эпоху всеобщей технизации и информатизации распространённым стало мнение о всеисилии интеллекта и разума. Искусственный интеллект уже опередил естественный в самых сложных играх (го, шахматы и другие). Некоторые учёные и мыслители предполагают, что логика поглотит эмоции, озарения и интуицию. Роботы сделают людей ненужными.

Однако другие мыслители трезво смотрят на эйфорию информатизации, на наступление ИИ и находят ограничения, которые вряд ли удастся преодолеть «мыслящим» машинам.

Тезис: *существуют границы информации, знания, рационального мышления, ИИ.*

Обоснование тезиса

По примеру Евклида введём термины, их определения, аксиомы и следствия.

Субъект — разумное существо (например, человек, группа людей и иные варианты), обладающее духом, психикой, телом и способное к познанию. Субъект обладает внутренней реальностью (духовно-психическим миром), промежуточной реальностью (информационной, соединяющей внешнее и внутреннее) и внешней реальностью (природа вне субъекта). Бытие — всё, что существует и актуально, и потенциально. Актуальным бытием обладают «вещи-для-нас». Они обнаружимы субъектом и, возможно, познаваемы. Потенциальным бытием обладают «вещи-в-себе». Человек способен превращать потенциальное в актуальное.

Познание — это процесс, при котором субъект создаёт (во внутреннем мире, в сознании) гомоморфный образ, понятие, модель объекта (природного, мысленного, духовного). Обычно образ возникает в сознании. Образ формируется как отношение между субъектом и объектом. Отношение может быть рефлексивным, причём объектом познания может быть сам субъект или его свойство (предикат).

Образ, понятие, модель объекта — это информация (как истинная, так и ложная). *Информация* — может быть выделена как *отношение различия*. Оно уменьшает степень неопределённости ситуации, благодаря чему субъект решает вопрос, проблему, задачу. Минимальная «единица» информации — бит (формально пара (0,1)).

Познание возможно лишь на базе двойственности (да-нет, истина-ложь, информация как совокупность битов (0,1) ...). Восхождение от двойственности (множественности) к Единому, от 2 (или n) к 1 проходит ступени «фрактальных» (дробных) миров, за которыми открываются миры Единого, миры без форм, в которых сливаются все противоположности, все двойственные образы.

Впервые подобная онтология сформулирована в ряде школ буддийской теологии, где все существа классифицируются по степени «духовности», или степени близости Атмана к «немыслимому» (Великой Пустоте). Его аналогом в христианской теологии является Дух, у

Г. Лейбница — монада. Всего ступеней 32. 1 — уровень обычного человека. 5 — уровень святого, йога. До 16 ещё встречается дьявол. До уровня ≤ 25 ещё есть различие между светом и тьмой. С 26 по 32 уровни — миры без форм. Они соответствуют в западной традиции Единому (введённому Парменидом). С 26 уровня и выше нет различий, поэтому нельзя ввести информацию, знание, математику и рациональное мышление. В буддистской теологии граница познания проходит между 25 и 26 уровнями «духовности». Йог способен проникать в миры Единого, но сообщить о них адекватно для существ более «низкого» уровня духовности невозможно. Сообщить о Едином можно лишь с помощью метафор и аналогий, как в восточных притчах [1].

Ближние подходы известны в исихастском богословии (в православии), где вводится идея о безмолвной молитве Творцу, ведущей к слиянию с Богом через а) отказ от мышления, б) высший «синтез хаоса и порядка» (в синергетической философии), достигающий миров без форм [2]. Отдельные направления ислама также практикуют слияние с Аллахом через безмолвие.

В чём-то сходные представления о познании и его границах появились в логике и математике XX века. Эволюция математики идёт в направлении абстракций от абстракций — всё более абстрактных идей, как бы «беспредметного» мышления. Так в теории категорий постулируются «чистые» отношения или преобразования «сами по себе», без объектов. Дальнейшее развитие математической мысли неизбежно идёт к «чистой» информации, полностью свободной от ощущений, а затем, возможно, и от различий, что эквивалентно отказу от информации. Здесь проходит граница информации вообще.

На уровне «2» — познание возможно. «1» — нет. Только бытие. В то же время «1» двойственно: а) есть «1-низшее», дифференцирующее — в контексте многого, соответствующее дискретной вещи, «отделённой» от других вещей и отрицающей их, б) есть «1-Высшее», синтезирующее, понимаемое в контексте невыразимого, в котором сливаются субъект и объект, тезис и антитезис, все различия и противоположности.

Вывод: граница познания вообще лежит между «1» и «2», Единым и многим, а разум, основанный на информации не всемогущ.

Библиографический список

1. Богданов К.А. Очерки по антропологии молчания. Номо Тасенс. — СПб: РХГУ. 1998. — 352 с.
2. Войцехович В.Э. Исихия как творящий хаос // I Российский философский конгресс. Т.V. Философия в мире знания, техники, веры. — СПб: СПбГУ. 1997. — С. 328-331.

УДК 796.011.3

ГРНТИ 77.01.39, 77.05.05

ГИБКИЙ ПОЗВОНОЧНИК — ГИБКИЙ УМ

Ганцева А. С.

*Озёрский технологический институт — филиал НИЯУ МИФИ,
г. Озёрск, Челябинская область*

GantsevaNastya@yandex.ru

В статье рассматривается один из видов легкоатлетического тренажёра — фитбол. Показывается его положительное влияние на позвоночник. Выявляется связь между физической гибкостью позвоночника и успехами в обучении по всем остальным дисциплинам.

Приводится комплекс упражнений с фитболом, применяемый на занятиях физической культурой в ОТИ НИЯУ МИФИ.

Ключевые слова: фитбол, комплекс упражнений, позвоночник, гиподинамия, калокагатия.

FLEXIBLE SPINE – FLEXIBLE MIND

Gantseva A. S.

OTI NRNU MPhI, Ozersk

This article considers a type of an athletic trainer: the fitball. Its positive effects on the spine are shown. The relationship between the physical flexibility of the spine and learning success in all other disciplines is revealed. A set of fitball exercises used in OTI NRNU MPhI physical education classes is presented.

Keywords: fitball, exercise complex, spine, hypodynamia, calocagathia.

Фитбол — это специальный мяч-тренажёр для упражнений, направленных на оздоровление позвоночника, развитие мышц спины и пресса. Название произошло от английского «fitball» — мяч для фитнеса. Первоначально фитбол был создан с целью лечения пациентов с проблемами позвоночника, затем тренажёр показал свою эффективность для лечения и профилактики самых разных заболеваний спины. Занятия на фитболе позволяют убрать нагрузку с области хребта, улучшить осанку и суставную подвижность, укрепить мышечную ткань. Появившись как медицинский реабилитационный снаряд, мяч стремительно набирал популярность, и сегодня его приобретают и для спортивных учреждений, и для активного домашнего использования.

Положительные функции фитбола представляют собой внушительный список: формирование правильной осанки; повышение показателей силы и стойкости мышц; улучшение двигательной координации и вестибулярного аппарата; придание спине гибкости; разгрузка позвоночного столба; нормализация обмена веществ; повышение работоспособности дыхательной, нервной и сердечно-сосудистой систем; повышение эффективности кровоснабжения; да и просто поднятие настроения. Трудно сказать, что в этом списке причины, а что следствия, ведь человеческий организм сложнейшая взаимосвязанная система, поэтому оздоровление одного органа влечет за собой оздоровление других, как, впрочем, и наоборот.

Фитбол — это уникальный и, возможно даже, единственный легкоатлетический снаряд, который способен одновременно запускать деятельность тактильного, зрительного, вестибулярного и двигательного аппаратов. Заниматься на мяче комфортно и удобно, поэтому он идеально подходит для людей любой возрастной категории и даже для беременных женщин, а также для людей, имеющих травмы суставов и варикозное расширение вен. Такое широкое использование возможно по той причине, что на упругом мяче существенно снижается показатель ударной нагрузки на опорно-двигательный аппарат. Занятия с тренажёром осуществляются плавно, почти исключая возможность травмирования суставов и связок.

Несмотря на целый ряд положительных моментов и высокую степень безопасности, существует несколько противопоказаний, запрещающих заниматься на мяче. К ним относятся: нарушение функциональности сердечно-сосудистой системы; наличие патологических процессов во внутренних органах; развитие грыжи в области межпозвоночных дисков. Вызвать осложнения может также несоблюдение правил использования снаряда, либо чрезмерная интенсивность движений во время выполнения упражнений. К возможным последствиям относятся: растяжение мышц, повреждение позвоночника.

Существует несколько правил эксплуатации фитбола, которых важно придерживаться: физические нагрузки на мяче не должны быть интенсивными; необходимо постепенно увеличивать их интервал; для усложнения занятий можно постепенно сильнее накачивать мяч, тем самым делая его менее «податливым» и устойчивым. Чем сильнее накачен мяч, тем больше будут нагружаться мышцы во время гимнастики.

Чтобы занятия на мяче принесли максимальную пользу, необходимо уделить особое внимание его выбору. При выборе необходимо учитывать рост и возраст человека, который будет заниматься на тренажёре:

- дети 5-10 лет – 55 см;
- люди ростом от 150 до 170 см – 65 см;
- люди ростом от 170 до 190 см – 75 см;
- люди, чей рост превышает 190 см – 85 см.

Из всего сказанного легко сделать вывод, что для поддержания здоровья и гибкости позвоночника упражнения на фитболе являются лучшим вариантом нагрузки, а если добавить к функциональности тренажёра высокую степень прочности и безопасность для занимающегося, то становится понятно, почему в нашем институте при закупке спортивного инвентаря выбор был сделан в пользу фитбола.

Студенческая аудитория — это особый контингент, реже страдающий серьёзными заболеваниями опорно-двигательной системы (в силу возраста), но остро нуждающийся в поддерживающей терапевтической нагрузке, предотвращающей последствия гиподинамии. Студенты вуза подвержены сидячему образу жизни, как следствие — проблемы с позвоночником имеются практически у каждого. Чаще всего это проявления остеохондроза в различных формах. Иногда положение позвоночника усугубляет появление межпозвоночных грыж, требующее уже медицинского вмешательства. Проблема тянется ещё с детского сада. Современные дети сидят за компьютерами, вместо того, чтобы бегать во дворе и играть в подвижные игры, поэтому миссия физической культуры в школах и вузах становится всё более значимой и ответственной. Задача обеспечить молодым людям тот оптимальный объём двигательной активности, которая будет способствовать здоровью и интеллектуальному развитию.

Итак, сидячий образ жизни и отсутствие суточной дозы движения смертельны для всего организма и особенно для позвоночника. Перегрузка позвоночника — следствие постоянного, малозаметного, но предельно однообразного статического воздействия силы тяжести. Но важнее, что такое плачевное положение дел мешает думать, решать задачи, проводить исследования. Когда мы активны, кровь циркулирует быстрее, ткани лучше питаются, межпозвоночные диски лучше производят жидкостный обмен. И весь этот жизнеутверждающий цикл, который запускается благодаря активному образу жизни, способствует не только здоровью и хорошему настроению, но и улучшает наши познавательные способности. А что может быть важнее для студента, чем желание и способность усваивать новые знания!

В Древней Греции существовало понятие «калокагатия» (соединение двух греческих слов «красивый» и «добрый») — добродетельность в самом широком смысле слова. Вспомним, что греки подарили миру не только театр, философию и демократию, но и Олимпийские игры. В современном мире от идеала калокагатии осталась поговорка «в здоровом теле — здоровый дух». Речь идёт о том, что физическое, интеллектуальное и нравственное развитие — очень тесно связаны. В гибком, здоровом теле возникают сильные, нестандартные решения. Не случайно для характеристики интеллекта часто используют физический эпитет «гибкий» — говорят: «гибкий ум», «гибкое мышление», «гибкая психика».

К сожалению, в масштабах одного вуза сложно провести комплексное исследование, чтобы отследить строгую корреляцию между улучшением гибкости позвоночника и успехами по другим учебным дисциплинам. Но опыт совместных наблюдений с преподавателями кафедры гуманитарных дисциплин ОТИ НИЯУ МИФИ показывает, что студенты, которые регулярно занимаются на тренажёре фитбол, меньше устают на занятиях, являются более

внимательными, лучше концентрируются на учебном материале. В настоящий момент совместно с преподавателем дисциплины «Теория решения изобретательских задач» мы возобновили прерванный на время карантина эксперимент по выявлению зависимости количества и качества нестандартных решений по ТРИЗ от регулярности и длительности тренировок на тренажёре фитбол.

В заключение приведём вариант комплексной тренировки с использованием тренажёра фитбол (таблица 1). Для улучшения состояния расслабления позвоночника, его подвижности и гибкости мы используем со студентами данный комплекс упражнений, направленный на различные виды проработки позвоночного столба. Комплекс упражнений с выявленным положительным эффектом применяется на практике со студентами всех возрастных категорий с 1 по 3 курс ОТИ НИЯУ МИФИ.

Таблица 1 – Пример комплекса упражнений с тренажёром фитбол

<p>Упражнения на позвоночный столб</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лечь на фитбол, при этом основной упор должен быть на груди, оперевшись ногами в стену. Руки необходимо согнуть, ладони расположить на мяче, а локти – раздвинуть в стороны. Приподняться кверху при вдохе, упираясь в поверхность инвентаря. При выдохе – возвращаться в исходную позицию. 2. Принять то же самое положение, поворачивая голову сначала в одну, а потом в другую сторону, при этом пытаться увидеть ступни ног. 3. Лечь на фитбол, выпрямляя одну руку вперед при вдохе, а вторую – назад. Во время выдоха – менять положение рук. 4. Лечь вниз животом на фитбол, опустив конечности. Важно полностью расслабить тело, позволив позвоночнику максимально растянуться.
<p>Упражнения на гибкость позвоночника</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сесть на фитбол, держа при этом спину максимально ровно, и аккуратно перекачиваться вперед и назад. Далее сделать несколько кругов бедрами с мягкими подпрыгиваниями. 2. Сидя на мяче, нужно развести в стороны руки и приподнять ногу, не сгибая ее. С помощью второй ноги необходимо выполнить несколько подпрыгиваний, а после них – пару круговых движений. То же самое проделать с другой ногой. 3. Сесть на пятки и опереться на снаряд руками. Во время выдоха надо откатить фитбол в противоположную от себя сторону, при этом вытягиваясь, выпрямляя максимально позвоночник. Принимать исходное положение нужно при вдохе.
<p>Упражнения на выравнивание позвоночника</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сесть на мяч и поставить ноги на ширине плеч, наклоняясь с одной стороны в другую с вытянутой рукой. Важно стараться максимально вытягивать бок. 2. Лечь животом на снаряд, перекачиваясь на нем. То же самое необходимо проделать со спиной. 3. Лечь на мяч спиной, выпрямить ноги и немного развести, прижав к полу стопы. Руки нужно поднять над головой. Выполнять круговые движения в обе стороны по 5 минут в каждую.
<p>Упражнения на укрепление мышц позвоночника</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лечь животом на мяч, упираясь пятками об стену, а носками – об поверхность пола. Забрать за голову руки и приподнимать корпус, удерживая баланс. 2. Лечь животом на фитбол и опереться об пол ладонями. Приподнять ноги и стараться удерживаться в равновесии, поочередно сгибать каждую. 3. Взять снаряд в руки, стоя на носках и подняв его вверх, делать круговые движения.
<p>Упражнения на исправление искривления позвоночника</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лечь на фитбол животом и опустить конечности к полу. Поэтапно поднимать каждую руку и ногу, после чего начать приподнимать по две ноги и две руки, сохраняя при этом равновесие. 2. Находясь в том же положении, перекачиваться по снаряду, помогая руками «идущими» по полу. 3. Это упражнение аналогично предыдущему, только в этом случае нужно лечь на спину.
<p>Упражнения на расслабление мышц</p>

1. Лечь на мяч и полностью расслабиться, при этом конечности должны быть опущены к низу. Находиться в таком положении нужно не менее 2 мин.
2. Принять положение лежа на спине, после чего аккуратно и плавно перекатиться на живот.
3. Лечь спиной на мяч и упираться ногами о пол, делать круговые движения.

Упражнения при остеохондрозе позвоночного отдела

1. Сесть на мяч, максимально выровнять спину и подтянуть живот. Медленно наклонять голову вперед, задерживая ее в таком положении на пару секунд. Потом нужно наклонить голову назад на то же самое время.
2. Следующее упражнение выполняется аналогично первому, но, в этом случае голова наклоняется в сторону плеч.
3. Сесть на фитбол, выровняв спину, нужно делать круговые движения.



Рисунок 1 – Упражнение на исправление искривления позвоночника (№1)



Рисунок 2 – Упражнение на исправление искривления позвоночника (№3)

Библиографический список

1. Герасимов Н. Влияние физических упражнений на состояние позвоночника. – 2018 // [Электронный ресурс]. URL: <https://ladysdream.ru/uprazhneniya-dlya-pozvonochnika-na-myache.html> (дата обращения: 16.03.2021).
2. Бубновский С. Природа разумного тела. Все о позвоночнике и суставах. – 2019 // [Электронный ресурс]. URL: <https://spinatitana.com/> (дата обращения: 17.03.2021).
3. Лойтра С. Базовый комплекс упражнений для мышц спины. – 2018 // [Электронный ресурс]. URL: <https://medaboutme.ru/> (дата обращения: 17.03.2021).

УДК 316.6

ГРНТИ 15.31.31, 02.41, 04.61

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗРОСЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ПРИМЕРЕ СКАЗКИ Л. КЭРРОЛЛА «АЛИСА В ЗАЗЕРКАЛЬЕ»

Зубаирова К. Ф.

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

natriyoah@mail.ru

В статье высказывается предположение, что детские сказки могут выступать моделями для формирования важных жизненных стратегий. Примером такого моделирования является сказка Льюиса Кэрролла «Алиса в Зазеркалье», в которой героиня последовательно проходит стадии взросления, соответствующие подростковому периоду.

Ключевые слова: сказка, моделирование смыслов, шахматная партия, взросление, подростковые кризисы.

A SIMULATION OF HUMAN MATURATION BASED ON L. CARROLL'S «ALICE THROUGH THE LOOKING-GLASS»

Zubairova K. F.

OTI NRNU MEPHI, Ozersk

The article suggests that children's fairy tales can act as models for the formation of important life strategies. An example of such a model is Lewis Carroll's «Alice through the Looking-Glass», in which the heroine goes through successive stages of adolescence corresponding to the teenager-period.

Keywords: fairy tale, modelling meanings, chess game, growing up, teenage crises.

Во всех человеческих эпохах на развитие детей влияют сказки. Чаще всего в них закладываются основы морали, которые помогают нам совершать правильные поступки в жизни и оценивать собственные действия и действия других людей. Маленький мальчик совершает смелые поступки и спасает свою семью от голода, девочка жертвует своей жизнью и расколдовывает братьев, жадный купец остается ни с чем. Мы видим разные сюжеты, которые в более простой для восприятия форме учат нас жить.

Но иногда ребенок сталкивается с книгой, смысл которой не так очевиден. И даже взрослый человек не всегда может осознать идею, заложенную в произведении.

Таковы всемирно известные сказки про Алису Льюиса Кэрролла. Запутанный сюжет, небылицы, абсурдность диалогов — первое, с чем сталкивается читатель. А различные головоломки, загадки и словесные шарady не добавляют ясности. Однако эти сказки вряд ли пережили бы своё время и оставались для нас такими притягательными, если бы в них не прятался важный общечеловеческий смысл. Попытки его реконструировать предпринимались многими исследователями, но, похоже, Льюис Кэрролл задал нам задачу «с открытым ответом». В таких задачах нет одного правильного решения, наоборот, чем больше предлагаешь вариантов, тем более интересное исследовательское поле открывается. Задачи с открытым ответом лучше моделируют саму жизнь, которая и есть, по сути, главная задача такого рода. В этой работе предпринимается ещё одна попытка *смысло-жизненного моделирования* на примере сказки Льюиса Кэрролла «Алиса в Зазеркалье» [4].

Гипотеза заключается в том, что каламбур из странных героев и непонятных приключений — это *модель взросления*, данная на примере приключений девочки Алисы. Для того чтобы проверить наше предположение, попробуем ещё раз пройти этот путь вслед за Льюисом Кэрроллом.

Первая глава «Зазеркальный дом» начинается с момента, когда Алиса сидит и отчитывает за размотанный клубок шерсти черную кошечку (дочку любимой кошки Дины, с которой мы знакомимся в первой книге про Алису — в этой маленькой детали автор даёт нам почувствовать ход времени: Алиса растёт вместе со своими питомцами): *«Ах, Китти, до чего же ты противная! — сказала Алиса, поймав её и легонько целуя в мордочку, — для того, видно, чтобы она получше поняла, что хозяйка на неё сердится. — Неужели Дина тебе не объяснила, как себя нужно вести?»* [4, с. 150] В этой игре основным мотивом деятельности ребенка является желание войти в жизнь взрослых, открыть мир человеческих взаимоотношений, действовать как взрослый, «примерять» на себя его поведение. С точки зрения транзактного анализа, можно было бы сказать, что Алиса говорит с позиции Родителя [2] (правда, быть последовательной в этой роли у неё, как мы сразу понимаем, пока не очень получается).

И вот, как по мановению волшебной палочки, для Алисы открывается Зазеркалье. Мир, где нужно пройти лишь несколько шагов до взросления. Кому-то он представляется длинным коридором с множеством дверей. У кого-то взросление ассоциируется с большим лесом и запутанными тропками. Кэрролл представил Зазеркалье в виде Шахматной доски. Алиса в восторге от интересного и, самое главное, простого и быстрого взросления: это же сказка, а не настоящая жизнь, здесь не нужно ждать несколько лет, чтобы официально считаться совершеннолетним.

«— По-моему, Зазеркалье страшно похоже на шахматную доску, — сказала наконец Алиса. — Только фигур почему-то не видно... А, впрочем, вот и они! — радостно закричала она, и сердце громко забилося у нее в груди.

— Здесь играют в шахматы! Весь этот мир — шахматы (если только, конечно, это можно назвать миром)! Это одна большая-пребольшая партия. Ой, как интересно! И как бы мне хотелось, чтобы меня приняли в эту игру! Я даже согласна быть Пешкой, только бы меня взяли... Хотя, конечно, больше всего мне бы хотелось быть Королевой!» [4, с. 180-181].

Каждый здесь начинает в роли Белой Пешки. Дойдя до Восьмой клетки, можно стать Королевой. На самом деле путь оказывается не таким легким.

В детстве стать взрослым кажется простой вещью, но при попытке намеренно подрасти у ребенка ничего не получается. И даже с помощью взрослого (Черная Королева) приходится делать большие усилия: *«Она только помнила, что они бежали, крепко взявшись за руки, и Королева так неслась вперед, что Алиса едва за ней поспевала... Самое удивительное было то, что деревья не бежали, как следовало ожидать, им навстречу; как ни стремительно неслись Алиса и Королева, они не оставляли их позади»* [4, с. 182]. Возможно, что эта аналогия с бегом на месте, демонстрирующая невозможность ускорить естественные процессы развития, пригодится во взрослой жизни ещё много раз. Например, напоминая о том, что нельзя переставать прилагать усилия, чтобы оставаться на достигнутом уровне, иначе заскользишь вниз «по наклонной плоскости».

В третьей главе «Зазеркальные насекомые» главная героиня попадает в Лес, где ни у кого нет имени. Данный факт кажется самой настоящей небылицей. Но давайте порассуждаем над первым выходом человека в общество. Чтобы не остаться одному, ребенок старается войти в определенную компанию. Для этого ему приходится интересоваться или изображать интерес к тем предметам, которые привлекательны данной компании или являются признаком принадлежности к ней. Многие на этом этапе забывают все, что в них формировалось на протяжении долгого времени в раннем детстве: *«Интересно, неужели я тоже потеряю свое имя? Мне бы этого не хотелось! Если я останусь без имени, мне тотчас дадут другое, и наверняка какое-нибудь ужасное!»* [4, с. 192] Лишь тот, кто способен не потерять себя в этом

огромном мире, движется дальше в правильном направлении. Алиса, к счастью, вспомнила свое имя и продолжила путь.

В пятой главе «Вода и вязание» Алиса, плывя в лодке по тихой речке, замечает лилии. Она изо всех сил тянется, чтобы их сорвать, но самые красивые все равно остаются слишком далеко. Так происходит и в реальной жизни. По мнению ребенка, статус взрослого человека открывает доступ ко всем желаемым благам. Становясь старше, человек осознает: свобода не означает вседозволенность, для достижения большего нужно очень много трудиться. А иногда наши старания пропадают безрезультатно, и приходится начинать все сначала... Так случилось, когда с трудом добытые лилии начали быстро вянуть, но Алиса не расстроилась: *«Что ей было до того, что они вяли на глазах, теряя свою свежесть и красоту? Даже настоящие кувшинки держатся очень недолго, ну а эти таяли как во сне»* [4, с. 223]. Она продолжила свой путь, ожидая от мира новых чудес.

Главная героиня встречала на своем пути разных персонажей, каждый из которых представлял определенные черты характера. И хотя данные черты иногда были очень неприятными, именно в этих встречах Алиса набиралась опыта, запоминала правила взрослой жизни и формировала собственное «Я».

Незаметно для себя Алиса добралась до Восьмой клетки и обнаружила на своей голове золотую корону. На этом моменте сказка должна была закончиться: девочка дошла до «взрослого уровня», исполнила свою мечту. Но *сыграть во взрослого и стать взрослым* — всё-таки разные вещи. Именно теперь началось самое сложное испытание. При попытке построить равный диалог с Черной и Белой Королевами девочка получила жесткий отпор: *«Какое ты имеешь право так называть себя? Ты не Королева, пока не сдашь экзамена на Королеву!»* [4, с. 275] И снова Алису опускают до уровня маленькой «неумехи», ничего не смыслящей в жизни. Она становится объектом насмешек и издевательств со стороны «равных себе» — проблема отверженности в подростковый период. Ей не дают самовыражаться, постоянно перебивают, не воспринимают ее мысли всерьез и даже осуждают. Девочка указывает на свою значимость — в ответ Королевы утверждают, что у нее *«злой и угрюмый нрав»*.

На «Торжественном Обед в честь Ее Величества Алисы» девочке указывали, как нужно себя вести. При попытке действовать, как королева, она получала волну негативных эмоций и высказываний. Ту же картину мы наблюдаем в настоящей жизни. Наступает момент, когда происходит процесс самоопределения: ребенок стремится к индивидуальности, самостоятельному принятию решений и получает неодобрение со стороны компании, в которую он раньше пытался влиться. Данная ситуация соответствует подростковому кризису (12-14 лет), переходному пику от детства к взрослости [5]. Это один из самых важных моментов, влияющих на будущий характер и модель поведения человека.

Многие на этом этапе отступают, «ломаются», возвращаясь к модели общепринятого поведения, жертвуя своим уникальным «Я» ради социального одобрения. Алиса с данным положением мириться не стала. Испытывая все большее давление со всех сторон, она дошла до крайней точки своего терпения, перейдя от неуверенных шагов к решительным действиям. Героиня вышла из области замкнутости, что внешне выразилось в грубом поведении: *«Довольно! — закричала Алиса. — Я больше не могу! — Она вскочила, ухватила скатерть обеими руками и сдернула ее со стола. Блюда, тарелки, гости, свечи — все полетело на пол»* [4, с. 289].

Алиса схватила Черную Королеву за шиворот, стала ее трясти, трясти, трясти... Пока Королева не оказалась маленькой чёрной кошечкой Китти. А сказка закончилась, как и детство...

Льюис Кэрролл был математиком, а не психологом. Более того, официально наука психология родилась через 8 лет после написания «Алисы в Зазеркалье». Это значит, что подросток в то время не мог легко набрать в поисковой строке своего персонального компьютера запрос «кризис подросткового возраста», чтобы прочитать о тех проблемах, с

которыми он сталкивается по мере взросления. Фактически сказочная модель взросления, созданная Кэрроллом, служила многим поколениям детей и подростков своеобразным путеводителем, в яркой и запоминающейся форме отмечая на пути основные кризисы.

В середине XX века вышла книга психолога Эрика Эриксона «Детство и общество» [6], в которой ученый подробно описал стадии взросления человека. Читая книгу Кэрролла сегодня, мы находим в ней три очень важных психосоциальных кризиса, соответствующих возрасту подростка от 10 до 19 лет. В результате преодоления этих кризисов формируются такие черты как *инициативность* (Алиса решается вступить в Игру), *компетентность* (Алиса преодолевает препятствия на пути к Цели) и *самоидентичность* (Алиса находит себя и понимает, кто она есть) [6].

Идея смоделировать становление личности в виде шахматной партии была также реализована основателем Теории решения изобретательских задач Г.С. Альтшуллером [1]. Сам Альтшуллер считал, что изобретательство — это лишь частная задача в масштабах Жизненной стратегии творческой личности. Так была создана модель Игры (шахматной партии) между Творческой Личностью и Жизненными Обстоятельствами. Каждый делает свой ход, пытаясь обыграть противника. Задача Личности – преодолеть сопротивление и инерцию внешних обстоятельств и реализовать Достоянную Жизненную Цель. Трудно сказать наверняка, но, возможно, идея создания этой удивительной партии родилась в голове Альтшуллера в далёком детстве, когда он ещё не думал о судьбе изобретателя, а просто зачитывался чудесными сказками Льюиса Кэрролла.

Так математик Льюис Кэрролл, написав сказку для детей, случайно создал новый вид творчества: *моделирование жизненных смыслов*. Помогло ли это ему найти смысл своей жизни? Об этом знает только он сам. Нам же известно теперь, что Кэрролл был не только преподавателем математики и писателем, но и прекрасным образцом для подражания: *«Об этом никто не знал, лишь совсем недавно дотошный биограф отыскал его счета в архивах оксфордского банка, и обнаружилось, как часто Кэрролл не только тратил все, что у него было, до последнего пенни, но и брал в долг у банка, чтобы послать деньги нуждающимся. Математик во всём остальном, он как будто забывал правила счета, когда речь шла о помощи другим»* [3, с. 105].

История Льюиса Кэрролла — это книга-прощание с маленькой девочкой Алисой, которая верила происходящим вокруг чудесам и разговаривала с говорящими животными, это прощание с беззаботным детством. Грусть в словах Белого Рыцаря — это, конечно же, грусть самого автора при расставании с милой Алисой: *«Тебе осталось пройти лишь несколько шагов, — сказал он. — Спустишься под горку, перейдёшь ручеек — и ты Королева! Но ты подождёшь и помашешь мне вслед?... А то я боюсь совсем упасть духом»* [4, с.271-271].

Дети действуют по велению сердца, их поступки кажутся сумбурными и необоснованными. Но именно так выражаются настоящие чувства. Становясь старше, мы подчиняемся контролю рассудка. Действия становятся упорядоченными, осмысленными, «правильными». Кажется, что сказка заканчивается. Но где правда на самом деле: в детской душе или во взрослом разуме? Правда — только в любви, именно она, в конечном счете, расставит все по своим местам. Кэрролл любил детей, а дети любили его: *«Может быть, оттого сказка Льюиса Кэрролла и долговечней многих других, что в нее вложена такая любовь, которая редко встречается на свете»* [3, с. 105].

Библиографический список

1. Альтшуллер Г.С., Верткин И.М. Игра / Альтшуллер Г.С., Верткин И.М. Как стать гением: Жизненная стратегия творческой личности – Мн.: Беларусь, 1994. – 479 с.
2. Бёрн Э. Игры, в которые играют люди. Люди, которые играют в игры – М.: Эксмо, 2010. – 576 с.
3. Кружков Г.М. Что и требовалось доказать. Жизнь Льюиса Кэрролла в рассказах и картинках. – М.: Глагол: Книжный дом Анастасии Орловой, 2020. – 112 с.

4. Кэрролл Л. Алиса в Стране Чудес. Сквозь Зеркало и что там увидела Алиса, или Алиса в Зазеркалье: Пер. Н. Демуровой / Вступ. ст. Г.К. Честертон. – М.: Правда, 1985. – 320 с.
5. Подростковый кризис / Сайт «Студопедия». URL: https://studopedia.ru/4_96142_podrostkoviy-krizis.html (дата обращения: 23.03.2021).
6. Эриксон Э. Детство и общество – СПб.: Питер, 2019. – 448 с. – Серия «Мастера психологии».

УДК 159.9

ГРНТИ 15.21.31, 15.21.41

КОГНИТИВНЫЕ ИСКАЖЕНИЯ: ЗА И ПРОТИВ

Калмыков Д. К.

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

kalmykowd@gmail.com

В статье анализируется природа когнитивных искажений с точки зрения концепции быстрого и медленного мышления. Делается попытка классифицировать когнитивные искажения по разным основаниям, в том числе, по сложности их обнаружения и исправления. Основной вопрос исследования: стоит ли бороться с когнитивными искажениями или достаточно знать о них и воспринимать как необходимый механизм «экономии мышления».

Ключевые слова: когнитивное искажение, быстрое и медленное мышление, эффект Форера, ложная память, экономия мышления.

COGNITIVE DISTORTIONS: PRO AND CONTRA

Kalmykov D. K.

OTI NRNU MPhI, Ozersk

The paper analyses the nature of cognitive distortions from the perspective of fast and slow thinking. An attempt is made to classify cognitive distortions on various grounds, including the difficulty of detecting and correcting them. The main research question is whether it is necessary to struggle with cognitive distortions or it is enough to know about them and accept them as a necessary mechanism of "economy of thinking".

Keywords: cognitive distortion, fast and slow thinking, Forer's effect, false memory, economy of thinking.

Когнитивные искажения – это систематические ошибки, связанные с нашим мышлением. Их возникновение вызвано внедрением в наши когнитивные схемы (шаблоны поведения) убеждений, приводящих к нарушению восприятия действительности. Если говорить проще, то это систематические сбои в мышлении, не дающие воспринимать действительность такой, какая она есть на самом деле. Пример такого сбоя отражен в одном из опытов Жана Пиаже. Перед годовалым ребенком ставят два контейнера А и Б, далее ребёнку показывают игрушку и кладут её в контейнер А, наблюдая, куда он потянется. Эту операцию проделывают много раз, а потом также на глазах у ребёнка кладут игрушку в контейнер Б. В большинстве случаев дети всё равно тянутся к контейнеру А. [4] Аналогичное поведение встречается довольно часто и у взрослых, и объяснить его можно тем, что в

процессе нашего познания участвуют две системы — быстрая и медленная. Назовём их Система-1 и Система-2 соответственно, как это сделал нобелевский лауреат по экономике Даниель Канеман в своей книге: «Думай медленно... решай быстро» [3]. При этом сам автор утверждает, что пользуется терминами, которые изначально предложили психологи Кейт Станович и Ричард Уэст. [3]

Давайте попробуем решить два простых примера $7*7$ и $23*13$ (ответы 49 и 299). В первом случае, скорее всего, мы, почти не задумываясь, сразу вспомнили правильный ответ. Это работа Системы-1. Во втором случае, вероятно, нам понадобилось больше времени, чтобы сосчитать правильно. Тут в работу подключилась Система-2.

Система-1 — быстрая: это часть мозга, действующая интуитивно и незамедлительно, часто без нашего сознательного контроля.

Система-2 — медленная: это часть мозга, которую мы используем, когда задумываемся. Она отвечает за сознательную деятельность: самоконтроль, выбор, обдуманную концентрацию внимания.

Если мы выполняем знакомые нам действия, работает Система-1. Но, если мы сталкиваемся с непонятной или новой ситуацией, в работу вступает Система-2, происходит обдумывание и генерирование идей, как можно разрешить данную задачу. Однако использование Системы-2 требует больших затрат энергии, и разум не будет её использовать, если считает, что может обойтись только Системой-1. Так мы рискуем получить поспешный необдуманный вывод, который с большей вероятностью, окажется менее уместным. Что это: умственная лень или экономия ресурсов? В любом случае, мозг всегда пытается использовать минимум энергии, чтобы решить какую-либо задачу. В этом и кроется основная причина когнитивных искажений.

В многих ситуациях мы не замечаем создавшиеся искажения, потому что не подвергли свои мысли или действия обдумыванию, работали по готовой схеме, которая изначально может содержать ошибки или вовсе не подходить под сложившуюся ситуацию. Приведу следующий пример: Шейн Фредерик разработал тест на определение когнитивных способностей, содержащий три задачи [2]. Вот одна из них: «Ракетка и мячик стоят вместе 110 рублей, ракетка стоит на 100 рублей дороже, сколько стоит мячик?» С высокой долей вероятности сначала в голову приходит интуитивный ответ: «10 рублей». Такое решение предлагает Система-1. В дальнейшем мы либо соглашаемся с этим заключением, либо решаем проверить его правильность. Во втором случае в работу включается Система-2, начинается другой мыслительный процесс, в результате которого мы без труда найдём правильный ответ — «5 рублей».

На данный момент известно достаточно большое количество когнитивных искажений [6]. Чтобы лучше с ними разобраться, попробуем их классифицировать. При этом нужно помнить, что классификация может производиться по разным основаниям, поэтому одни и те же искажения могут попадать в разные группы. Я взял в качестве основания деления признак, указывающий на недостаток познавательного ресурса, который будет компенсироваться тем или иным когнитивным искажением. Подобная классификация предложена Бастером Бенсоном [1]. Итак, имеется четыре «слабых места» для познавательной деятельности: переизбыток информации, сложность понимания, необходимость быстрого реагирования и необходимость запоминания конкретной информации. Разберём, как они способствуют возникновению четырёх групп когнитивных искажений.

1) Нас окружает очень много информации, поэтому наш мозг использует специальные приёмы, чтобы отсеять «ненужное». В данном случае речь идёт именно о защите мозга от поступления «избыточной» информации, поскольку действовать можно и на основе той информации, которая у нас уже имеется.

2) Мир вокруг нас очень сложен, и знать всё мы не можем, но нам нужно делать какие-то выводы о нём, чтобы выживать. Поэтому при поступлении новой информации в наш мозг,

пробелы в ней заполняются уже чем-то нам известным или тем, о чём мы думаем в данный промежуток времени.

3) Для принятия решений мы ограничены доступным временем и, как правило, неполным объёмом информации. Если бы мы не умели быстро реагировать в ситуации неопределённости, то вряд ли выжили бы как вид. Каждый раз при поступлении новой информации мы ищем способ повлиять на ситуацию к лучшему, смоделировать будущее для предсказания развития событий, действовать по-новому при возникновении новых идей. Из разных вариантов мы выберем ту концепцию событий, которая покажется нам более выгодной.

4) Последняя группа связана именно с выбором информации. Мы постараемся запомнить то, что с большей вероятностью пригодится. То есть будем ориентироваться на свой прошлый опыт, на то, что уже когда-то нам пригодилось, хотя это может оказаться неэффективным, ведь будущее полно сюрпризов.

Теперь рассмотрим более подробно некоторые конкретные когнитивные искажения из разных групп.

«Эффект Форера» (третья группа) — это особенность человека воспринимать как достоверные такие описания своей личности, которые, как он полагает, предназначались исключительно для него, а на самом деле являются расплывчатыми и обобщёнными [7].

Я написал небольшой текст из вырезок гороскопов и дал прочитать по очереди нескольким своим друзьям, при этом каждый раз утверждая, что составлял текст именно для читающего. Затем я просил каждого дать оценку от 0 до 10 баллов, насколько то, что они прочитали, действительно на них похоже. Вот сам текст: «Вы изменчивы по натуре, а также склонны к перепадам настроения. Порой вы бываете решительны и не выносите рутины и скучных обязательств. Вы добрый человек, зачастую готовы прийти на помощь. Ещё вы самокритичны и у вас есть много скрытых возможностей. Но иногда вы бываете сильно зависимы от комфорта».

Все читали один и тот же текст и при этом у десяти разных людей средняя оценка текста на достоверность получилась 7,6 баллов. Это говорит о том, люди не склонны надолго задумываться над представленной информацией, если она достаточно позитивна, и легко готовы принять её на свой счёт. Вот, кстати, почему «работают» гороскопы.

С другой стороны, разве это плохо? Один мой друг сказал: «Я читаю гороскопы только в том случае, если хочу поднять себе настроение». Так почему бы нам всем так не поступать? Рассудив более тщательно (используя Систему-2), я пришёл к выводу, что этого делать нельзя. Конечно, позитивное мышление благоприятно влияет на состояние организма, но необоснованный оптимизм расслабляет. Важно, чтобы хорошее настроение не превратилось в ложное видение себя и своих проблем «сквозь розовые очки». Ведь возникшее когнитивное искажение может помешать вовремя распознать симптомы серьёзного заболевания или осознать свою негативную роль в какой-то жизненной ситуации.

Следующее когнитивное искажение называется «ложная память» или парамнезия (четвертая группа) — нарушения памяти, выражающиеся в ложных воспоминаниях. Вот один из примеров. В 1973 году американский политолог Грегори Маркус попросил 3000 человек выразить своё отношение к спорным политическим положениям (легализация наркотиков) по шкале от «полностью разделяю» до «категорически против» [6]. А десять лет спустя он снова повторил опрос в той же группе людей. Вопросы не изменились, однако на этот раз участников попросили указать не нынешнее видение проблемы, а каковы были их взгляды 10 лет назад. Результат: полученные ответы практически не отличались от современных представлений респондентов, но в значительной степени отличались от ответов версии 1973 года. Часто случается так, что мы бессознательно заменяем свои прошлые воззрения на сегодняшние представления, тем самым избегая неприятных моментов осознания того, что когда-то могли ошибаться. Это далеко не единственный механизм подмены воспоминаний в нашей голове.

Например, события, имеющие место в действительности, иногда могут смешиваться с вымышленными, а что-то забытое заменяться на то, что кажется более правдоподобным.

Искажения в виде «ложной памяти» сильно влияют на восприятие мира и наши поступки: от спора с друзьями о мелочах до непреднамеренно ложных показаний в суде. А это уже более чем серьезно, ведь в результате может быть обвинён непричастный к преступлению человек.

Из рассмотренных выше примеров видно, что «когнитивные искажения» отнюдь не «безобидны». А значит есть необходимость обнаруживать их и, по возможности, исправлять. Но здесь возникает новая проблема. Продолжая нашу попытку классифицировать искажения по тем или иным основаниям, можно сказать, что *когнитивные искажения делятся также по степени сложности их выявления и осознания*. Люди имеют различную психику и убеждения, и это несомненно влияет на то, насколько мы готовы поверить, что нам свойственно ошибаться. Поэтому условно разделим когнитивные искажения на искажения первого рода и искажения второго рода. Искажения первого рода, в принципе, можно выявить самостоятельно. Искажения второго рода очень трудно осознать без помощи извне.

Применим эту классификацию к разобранным примерам. Начнём с «эффекта Форера». Текст, который я дал прочитать друзьям, можно без труда вдумчиво проанализировать. Вам говорят, что вы изменчивы по натуре. А кто не бывает изменчив? Или говорят, что вы не выносите рутины и скучных обязательств. Я пока не встречал людей, которые долгое время могут выносить рутину или скучные обязательства. А ещё у вас есть куча скрытых возможностей. Конечно, приятнее верить, что они у нас есть, а не наоборот. Задумавшись как следует (то есть, включив Систему-2), легко понять, что подобные описания являются слишком обобщёнными. Если же речь идёт о «ложной памяти», решить проблему будет значительно труднее. Чтобы самостоятельно исправить недостоверность собственных воспоминаний, нужно хотя бы обнаружить эту недостоверность, но изнутри она не видна. Нужно чтобы кто-то указал нам на ошибку, но где гарантия, что тот, кто указывает, не ошибается сам?

Что же мы можем сделать? Во-первых, зная о феномене когнитивных искажений, нам будет проще их замечать или хотя бы догадываться об их наличии. Уменьшить частоту искажений первого рода можно, если подвергать анализу решения, которые мы принимали в условиях дефицита времени. Например, при важном выборе лучше не отталкиваться от первой мысли, а постараться вспомнить её источник, и, если необходимо, сравнить с альтернативными вариантами. Однако подвергать столь тщательному анализу стоит только жизненно важные вопросы. (Не целесообразно обдумывать полчаса, что лучше купить «Snickers» или «Mars»).

С когнитивными искажениями второго рода нужно бороться коллективно и с помощью подручных средств. Например, количество ложных воспоминаний можно снизить, фиксируя важные для нас моменты любым удобным способом (например, делать письменные, аудио или видео записи). Так мы всегда сможем вернуться к пережитому или заглянуть в прошлый ход мыслей, что поможет нам лучше понять себя, найти забытую истину, вспомнить важный эпизод. При искажениях, связанных с недопониманием других людей, необходимо обратиться друг к другу за помощью. Мы можем спросить у собеседника, как он видит ситуацию, а потом объяснить ему своё видение. Можем попросить собеседника рассказать о нас, попросить его описать ситуацию так, как, он полагает, видим её мы. Такая двусторонняя рефлексия даёт возможность увидеть себя со стороны. При этом важно понимать, что мы не всегда будем слышать о себе только позитивную информацию, или что мысли нашего товарища будут похожи на наши, но зато мы сможем разглядеть что-то действительно новое. Главное осознать, что наш взгляд на мир неполный и неточный, поэтому следует быть более восприимчивыми к мнению окружающих.

В начале работы мы поставили вопрос, являются ли когнитивные искажения следствием «умственной лени». Действительно, «автопилотный режим» Системы-1 менее энергозатратный, и мозг «с удовольствием» его использует. Когнитивные искажения изначально возникли, чтобы облегчить нам жизнь, но, оказалось, что это не всегда полезно. Можно сказать, что *мы наблюдаем процесс превышения Системой-1 своих полномочий, процесс вторжения её в те области, в которых необходимо использовать Систему-2*. Сама по себе Система-1 для нас очень важна, поэтому нужно *не искоренять её, а попытаться вернуть в исходное русло*. Когда мы занимаемся рутинными делами, попадаем в экстренные ситуации или, когда не имеем времени на раздумье, лучше пользоваться подсказками Системы-1. Но, если мы не ограничены жёсткими временными рамками, не стоит верить всему, что мгновенно приходит на ум, лучше подключить Систему-2 и найти более подходящее и взвешенное решение.

Библиографический список

1. Бенсон Б. Памятка по когнитивным искажениям / Пер. Ёжиков А. // URL: <https://medium.com/russian/cognitive-bias-cheat-sheet-5bb0664b67b5> (дата обращения: 23.03.2021).
2. Добелли Р. Территория Заблуждений: какие ошибки совершают умные люди. – М.: Изд-во «Манн, Иванов и Фербер», 2014. – 256 с.
3. Канеман Д. Думай медленно... решай быстро. – М.: Изд-во «АСТ», 2014. – 656 с.
4. Когнитивные искажения: почему мы ошибаемся // Сайт «Постнаука». URL: <https://postnauka.ru/faq/89948> (дата обращения: 23.03.2021).
5. Парамнезия // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Парамнезия> (дата обращения: 23.03.2021).
6. Список когнитивных искажений // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_когнитивных_искажений (дата обращения: 23.03.2021).
7. Эффект Барнума // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Эффект_Барнума (дата обращения: 23.03.2021).

УДК 160.1
ГРНТИ 02.21.21

К ФОРМАЛИЗАЦИИ ЗАКОНА ДОСТАТОЧНОГО ОСНОВАНИЯ

Моисеев В. И.

*Московский государственный медико-стоматологический университет им.А.И.Евдокимова
г.Москва*

vimo@list.ru

В статье предлагается формализация одного из важнейших логических законов — закона достаточного основания — средствами созданной автором формальной аксиоматической теории — Проективно Модальной Онтологии.

Ключевые слова: основание, репрезентат, закон достаточного основания, Проективно Модальная Онтология, L-статус.

TOWARDS THE FORMALIZATION OF THE LAW OF SUFFICIENT REASON

Moiseev V. I.

Moscow State Medical and Dental University named after A.I.Evdokimov, Moscow

The article proposes the formalization of one of the most important logical laws – the law of sufficient reason – by means of the formal axiomatic theory, Projective Modal Ontology, created by the author.

Keywords: foundation, representative, law of sufficient foundation, Projective Modal Ontology, L-status.

Основная идея, которую можно использовать для экспликации закона достаточного основания (ЗДО), — идея порядка, связанного с процедурами обоснования и феноменом обоснования.

Когда из основания X выводится репрезентат Y , то это можно понимать как разновидность отношения порядка, где $Y \leq X$ – Y меньше или равно X . Такой порядок можно называть *В-порядком* (от «basis» — основание) и обозначать \leq_B .

В самом деле, здесь кажутся имеющими место три основных свойства нестрогого порядка:

1. *Рефлексивность*: начало X обосновывается из себя, т.е. $X \leq_B X$,
2. *Антисимметричность*: если X обосновывается из Y и Y обосновывается из X , то они эквивалентны между собой: $X \leq_B Y$ и $Y \leq_B X$ влечёт $X =_B Y$, где $=_B$ – некоторое отношение эквивалентности (его можно называть «В-эквивалентностью»),
3. *Транзитивность*: если X обосновывается из Y , и Y обосновывается из Z , то X обосновывается из Z , т.е. $X \leq_B Y$ и $Y \leq_B Z$ влечёт $X \leq_B Z$.

Для отношения В-эквивалентности (взаимообоснованности) мы предполагаем также три основных свойства:

1. *Рефлексивность*: $X =_B X$ – начало X взаимообосновывает себя,
2. *Симметричность*: если $X =_B Y$, то $Y =_B X$ – если X взаимообосновывает Y , то Y взаимообосновывает X ,
3. *Транзитивность*: если $X =_B Y$ и $Y =_B Z$, то $X =_B Z$ – если X и Y взаимообосновывают друг друга, и Y и Z взаимообосновывают друг друга, то X и Z также взаимообосновывают друг друга.

Имея нестрогий и В-порядок и В-эквивалентность, мы можем определить строгий В-порядок: $Y <_B X \equiv Y \leq_B X$ и $\neg(Y =_B X)$.

Таким образом, мы предполагаем, что использование тех или иных процедур обоснования предполагает задание соответствующего В-порядка, связанного с этими процедурами.

Такое отношение порядка можно выразить средствами подходящей Проективно Модальной Онтологии (ПМО) [1], в которой В-порядок $Y \leq_B X$ будет в точности проективно модальным порядком, т.е. будет выполнено условие $Y \leq_B X \equiv \text{Mod}^{127}(Y, X, B)$, т.е. Y есть мода модуса X в некоторой ПМО со спецификатором B (такую ПМО можно обозначать как В-ПМО).

Язык В-ПМО окажется в этом случае наиболее универсальным для выражения феномена обоснования как В-порядка. Далее все формулы, в частности, знаки всех логических операций (\equiv, \supset, \wedge и т.д.) выражают метаязыковые структуры.

В качестве оснований выступают в данном случае элементы, являющиеся максимальными относительно В-порядка. Я буду передавать это также как обладание *первичным L-статусом*: $L_1(X) \equiv \exists Y(Y >_B X)$ – X обладает первичным L-статусом е.т.е. не найдётся такого Y , что Y В-больше X .

Первичный L-статус передаётся здесь одноместным предикатом L_1 .

Если выполнена аксиома трихотомии (линейного порядка) $\forall X \forall Y (X <_B Y \text{ или } Y <_B X \text{ или } X =_B Y)$, то условие $\neg(Y >_B X)$ равносильно $Y \leq_B X$, но в общем случае такая равносильность не выполняется.

Под выражением $L(Y)$ будем иметь в виду формулу, означающую, что « Y обладает (вторичным, переносным) L -статусом».

Используя эти конструкции, мы теперь можем дать формальное выражение ЗДО (закона достаточного основания) в рамках В-ПМО как определение (вторичного) L -статуса: $L(Y) \equiv \exists X (Y \leq_B X \wedge L_1(X))$. Это значит, что Y обладает (вторичным) L -статусом е.т.е. найдётся такой X , который находится в первичном L -статусе и Y B -меньше или равен X .

Вторичный L -статус понимается в данном случае как не исключающий первичный, в связи с чем лучше его называть просто L -статусом.

Элемент X , обладающий первичным L -статусом, из которого обосновывается Y , можно называть *достаточным основанием* для Y .

Таким образом, ЗДО утверждает, что тот или иной элемент Y обоснован (обладает L -статусом) е.т.е. найдётся его достаточное основание – элемент X с первичным L -статусом, т.е. являющийся максимальным в соответствующем B -порядке.

Можно использовать и более сильную формулировку ЗДО, когда утверждается, что любой элемент Y обладает своим достаточным основанием: $\forall Y \exists X (Y \leq_B X \wedge L_1(X))$.

Такую формулировку я буду называть *сильным законом достаточного основания* (СЗДО), обозначая предыдущую формулировку как *слабый закон достаточного основания* (СлЗДО).

Тем самым предполагается, что любые процедуры обоснования формируют свою ПМО со своим B -порядком, максимальным элементом в котором будут основания, а обоснование будет актом представления репрезентата как аспекта-моды оснований, что одновременно будет выражать перенос L -статуса с оснований на репрезентат.

Простая модель В-ПМО следующая.

Пусть T – формальная аксиоматическая теория с единственной аксиомой A (если аксиом несколько, можно взять их конъюнкцию).

Пусть \vdash_U – метаязыковое утверждение «формула U доказуема в T (является теоремой T)», $\vdash_1 X$ – формула X есть аксиома T . В качестве B -порядка \leq_B рассмотрим отношение выводимости: $Y \leq_B X$ е.т.е. $X \vdash_U Y$ – формула Y выводима из формулы X в теории T (можно показать, что в самом деле, выводимость \vdash есть отношение нестрогого порядка).

Примем определения (здесь связка « \equiv » обозначает метаязыковую эквивалентность «е.т.е.»): $L(Y) \equiv \vdash_U Y$ – формула Y дана в L -статусе е.т.е. Y есть теорема T , $L_1(X) \equiv \vdash_1 X$ – формула X дана в первичном L -статусе е.т.е. X есть аксиома T .

Тогда формулировка слабого ЗДО (в метаязыке) примет вид (квантор существования также метаязыковой): $\vdash_U Y \equiv \exists X (X \vdash_U Y \wedge \vdash_1 X)$, т.е. формула Y теории T является теоремой T е.т.е. найдётся аксиома X теории T такая, что Y выводима из X в T , что в точности является определением теоремы в T . Это значит, что наша формулировка слабого ЗДО имеет истинную метаязыковую модель.

Если в метаязыке T можно доказать равносильность $\vdash_U A \supset B$ и $A \vdash_U B$, можем порядок \vdash воспроизвести на порядке импликации \supset , но перевёрнуто относительно истинностного порядка (когда формула $X \supset Y$ предполагает переход от меньшей к большей истинности): $Y \equiv \exists X (X \supset Y \wedge X)$. Это будет объектноязыковая формулировка слабого ЗДО, но в основе её будет всё-равно лежать метаязыковая равносильность $\vdash_U A \supset B$ и $A \vdash_U B$. Здесь L -статус вообще и первичный L -статус совпадут – это будет просто запись формулы в списке формул доказательства. Порядок $Y \leq_B X$ будет реализован как импликация $X \supset Y$.

Таким образом, в обычной логике ЗДО уходит в метаязык в конструкции логики доказательства. Вот почему его нет в объектном языке. Но без него невозможна теория доказательства, и в этом смысле это фундаментальный логический закон.

Используя данную выше формулировку ЗДО, выведем из него одно интересное следствие.

Пусть T – формальная аксиоматическая теория с единственной аксиомой (если аксиом несколько, возьмём их конъюнкцию в качестве аксиомы T и примем закон снятия конъюнкции, если его нет).

Слабый закон достаточного основания (СлЗДО) имеет вид: (**) $L(Y) \equiv \exists X(Y \leq_B X \wedge L_1(X))$, где $Y \leq_B X$ – Y есть мода X в В-ПМО (обосновательной ПМО), $L_1(X)$ – X есть максимальный элемент в В-порядке \leq_B .

Если X и Y – формулы теории T , то порядок \leq_B будем называть *горизонтальным* (между формулами одной теории). Ранее были приведены примеры интерпретации В-порядка \leq_B именно как горизонтального порядка – на выводимости и импликации. Обозначим горизонтальный В-порядок через \leq_{BH} . Тогда (**) примет вид: (H) $L(Y) \equiv \exists X(Y \leq_{BH} X \wedge L_1(X))$.

Рассмотрим теперь в качестве X саму теорию T . В этом случае получим формулировку СлЗДО следующего вида: (++) $L(Y) \equiv (Y \leq_{BV} T \wedge L_1(T))$.

В-порядок \leq_B будем в этом случае называть *вертикальным* (между теорией и её формулами) и обозначать \leq_{BV} – вертикальный В-порядок.

Поскольку В-порядок всегда является проективно модальным, то и для (++) можем написать: (++) $L(Y) \equiv \exists \downarrow \exists b(Y =_B T \downarrow b) \wedge L_{v1}(T)$, где $=_B$ – некоторое равенство в В-ПМО (например, равенство модусов по модам).

В качестве первичного (вертикального) L-статуса (L_{v1}) для теории T можем понимать её замкнутость относительно всех правил вывода, что, по Тарскому, кратко можно обозначить так: (C) $L_{v1}(T) \equiv C(T) = T$, где C – оператор взятия всех следствий (теорем) для аксиом теории T (равенство $=$ в данном случае можно понимать либо как равенство множеств, либо как одно из равенств ПМО-объектов в В-ПМО).

В этом случае теория T выступает как дедуктивная (логическая) полнота (логическая бесконечность, если теорем в T бесконечно много).

Формула $Y =_B T \downarrow b$ означает, что формула Y есть мода теории T в некоторой модели b с проектором \downarrow . Из (**) и (++) имеем: (LL) $L(Y) \equiv \exists X(Y \leq_{BH} X \wedge L_1(X)) \equiv \exists \downarrow \exists b(Y =_B T \downarrow b) \wedge L_{v1}(T)$, т.е. равносильность горизонтального и вертикального В-порядков.

Это значит, что формула Y теории T оказывается элементом иерархии горизонтального В-порядка (теоремой), на вершине которого стоит некоторая формула X из T (аксиома), е.т.е. T является дедуктивно замкнутым многообразием формул и найдутся такие проектор \downarrow и модель b теории-модуса T , что формула Y будет модой T в модели b с проектором \downarrow .

Теперь вопрос – что это за модель b и проектор \downarrow ?

Будем интерпретировать горизонтальный В-порядок на выводимости теорем из аксиом в теории T , т.е. для формул X и Y теории T примем (\vdash) $Y \leq_{BH} X \equiv X \vdash Y$.

Также примем: (A) $L_1(X) \equiv \vdash_1 X$, т.е. первичный L-статус для формулы X означает, что X есть аксиома T . Тогда получим (LL) в следующем виде: (\vdash) $L(Y) \equiv \exists X((X \vdash Y) \wedge \vdash_1 X) \equiv \exists \downarrow \exists b(Y =_B T \downarrow b) \wedge L_{v1}(T)$.

Выводимость $X \vdash Y$ формулы Y из X рассмотрим как действие оператора \vdash_y на X : (\vdash_y) $\vdash_y(X) = Y$. Это будет означать эквивалентность: (\vdash) $\vdash_y(X) = Y \equiv X \vdash Y$, что позволит записать (\vdash) в следующем виде: (LL*) $L(Y) \equiv \exists X((\vdash_y(X) = Y) \wedge \vdash_1 X) \equiv \exists \downarrow \exists b(Y =_B T \downarrow b) \wedge L_{v1}(T)$.

Сделаем теперь главное допущение, позволяющее окончательно скоординировать два порядка (горизонтальный и вертикальный): примем, что в качестве модели b теории T для моды Y выступает в точности аксиома X , из которой выводится теорема Y . Это можно записать в следующем виде (учитывая, что аксиома X единственная в T и понимая теперь X как константу): (K) $L(Y) \equiv ((\vdash_y(X) = Y) \wedge \vdash_1 X) \equiv \exists \downarrow (Y =_B T \downarrow X) \wedge L_{v1}(T)$, т.е. Y – теорема, выводимая из аксиомы X в T , е.т.е. X является моделью для Y как моды теории T .

Для разных теорем Y из теории T и одной модели X мы получаем теоремы Y как разные моды T в одной модели X , что может быть в ПМО только при использовании разных проекторов. Тот проектор, который для T и X даёт Y , обозначим через \downarrow_y . Тогда более точно (K) можно записать в следующем виде: $(K\downarrow) \quad L(Y) \equiv ((\downarrow_y(X) = Y) \wedge \downarrow_1 X) \equiv (Y =_B T\downarrow_y X) \wedge L_{v1}(T)$.

Итак, имеем ситуацию, когда теорема Y может быть получена двумя способами: 1) по правилам логического вывода \downarrow_y из аксиомы X , т.е. $\downarrow_y(X) = Y$, и 2) как мода Y из теории-модуса T в модели X под действием Y -проектора \downarrow_y , т.е. $Y =_B T\downarrow_y X$.

Тем самым представлены две версии СлЗДО: 1) *горизонтальный СлЗДО*, когда обосновать теорему Y – значит вывести её из аксиом A в теории T , 2) *вертикальный СлЗДО*, когда обосновать Y – значит, показать Y как моду теории T .

И это два разных СлЗДО, но они скоординированы между собой: когда действует один, действует и другой, и наоборот.

Дополнительный аспект координации можно показать, согласуя между собой функторы, дающие Y от аксиомы X и через теорию-модус T . Здесь имеем: $(\downarrow_y) \quad \downarrow_y(X) = Y$ – функтор \downarrow_y даёт Y из X , $(\uparrow\downarrow) \quad (X\uparrow X^*)\downarrow_y X = Y$ – ту же теорему Y получаем из X , вначале некоторым сюръектором \uparrow и некоторым модулем X^* поднимаясь от X к T (т.е. $T = X\uparrow X^*$), а затем действием Y -проектора \downarrow_y в модели X .

В этом случае $\uparrow X^*$ – это ПМО-интеграл (сюръектор вместе с модулем), $\downarrow_y X$ – ПМО-дифференциал (проектор вместе с моделью). Если их рассматривать как самостоятельные (одноместные) функторы, записывая слева от аргумента, то можем использовать такую запись: $(\uparrow\downarrow^*) \quad Y = (X\uparrow X^*)\downarrow_y X = \downarrow_y X \circ \uparrow X^*(X)$, где \circ – знак композиции функторов.

Тогда, соединяя (\downarrow_y) , $(\uparrow\downarrow)$ и $(\uparrow\downarrow^*)$, получим: $(\downarrow\uparrow\downarrow) \quad Y = \downarrow_y(X) = \downarrow_y X \circ \uparrow X^*(X)$.

Здесь наиболее наглядно видно, что к теореме Y мы можем прийти двумя путями – горизонтальным, от аксиомы X , т.е. через функтор Y -доказательства \downarrow_y , и вертикальным – от той же аксиомы X , но через теорию-модус T , т.е. через функтор интегро-дифференциала $\downarrow_y X \circ \uparrow X^*$ (вначале действует интеграл $\uparrow X^*$, затем дифференциал $\downarrow_y X$) – см. рисунок 1.

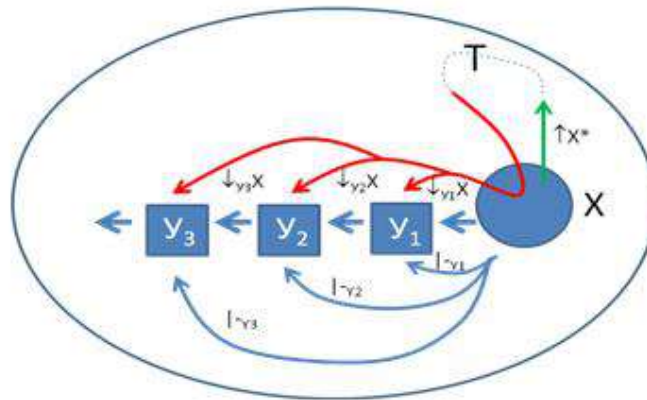


Рисунок 1. – Символическое изображение координации двух В-порядков в аксиоматической теории T (большой овал). Внутри T выделяются аксиомы X (закрашенный кружок) и теоремы (закрашенные квадраты), которые упорядочиваются между собой отношением выводимости из аксиом (прямые стрелки между квадратами и изогнутые стрелки вниз), образуя горизонтальный В-порядок. Одновременно к каждой теореме можно прийти как к моде теории T , действуя на T дифференциалами, включающими в себя специфические для каждой теоремы проекторы и одну и ту же модель X . Такие дифференциалы показаны изогнутыми стрелками вверх, проходящими через X как одну модель. Прямой стрелкой, направленной вверх от X , показан интеграл, поднимающий X до T . Пунктирной изогнутой линией, соединяющей сплошные стрелки и проходящей через символ « T », показана композиция соответствующих функторов.

\downarrow_y и $\downarrow_y X \circ \uparrow X^*$ — это в общем случае два разных функтора, но на аргументе X они дают одно значение Y .

Таким образом, представлен эскиз логики двух видов ЗДО — горизонтального и вертикального. Горизонтальный ЗДО — это понимание достаточного основания репрезентата как объекта того же плана, что репрезентат, но лишь стоящего на вершине В-иерархии подобных объектов. Вертикальный ЗДО — это более глубокое понимание достаточного основания: как всей системы (гештальта, эмерджента) горизонтальных объектов, которая в конечном итоге обосновывает каждый из них как один из своих аспектов.

Разница, например, в том, что в горизонтальном ЗДО мы уходим от оснований, переходя к репрезентату, а в вертикальном ЗДО продолжаем оставаться в основании как высшем инварианте, двигаясь от одного репрезентата к другому.

Но эти два вида ЗДО скоординированы между собой: движение в горизонтальном плане от оснований к репрезентату есть одновременно движение в вертикальном плане от вертикального основания к репрезентату, так что горизонтальное основание оказывается условием (ПМО-моделью) вертикального обоснования.

Замечательно, что в современной логике отражено только горизонтальное обоснование в лице доказательства теорем из аксиом, но средства ПМО позволяют дополнить его вертикальным обоснованием и скоординировать их между собой. В конечном итоге *вертикальное обоснование — это обоснование каждой теоремы (частной истины) теории всей теорией в целом*, в котором горизонтальное обоснование теорем из аксиом позволяет лишь сделать упорядочивание теорем (истин) между собой.

Вертикальное обоснование может играть важную роль до реализации горизонтального обоснования, когда аксиоматика теории ещё не создана, и идёт наработка множества теорем теории без выделения среди них аксиом. В этом случае теория T явно может не осознаваться, но интуитивно чувствоваться субъектом-мыслителем. Конечно, тогда явным образом два порядка ещё не скоординированы, хотя бы потому что горизонтального порядка ещё нет в сознании мыслителя.

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.

УДК 008, 930.85, 339.17

ГРНТИ 03.29, 03.23, 06.56.21

ФОРМИРОВАНИЕ ДУХА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РОССИЙСКОЙ МЕНТАЛЬНОСТИ

Комаров А. А.

*Озёрский технологический институт — филиал НИЯУ МИФИ,
г. Озёрск, Челябинская область*

AAKomarov@mephi.ru

Имеются ли в российском характере предпосылки для формирования успешной предпринимательской деятельности? Проведя анализ условий становления российской цивилизации, автор приходит к выводу, что таких предпосылок нет. Наша культура и цивилизация развиваются на совершенно других основаниях.

Ключевые слова: предпринимательство, избыточный продукт, энергетический эквивалент, индивидуализм, соборность.

FORMATION OF THE ENTREPRENEURIAL SPIRIT IN THE RUSSIAN MENTALITY

Komarov A. A.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

Does the Russian character have the prerequisites for the shaping of successful entrepreneurial activity? Having analysed the conditions for the formation of Russian civilisation, the author concludes that there are no such prerequisites. Our culture and civilization are developing on entirely different foundations.

Keywords: entrepreneurship, surplus product, energy equivalent, individualism, collectivity.

Где-то в начале 60-х, ещё в школе, прочитал книжку молодого тогда английского писателя Алана Силлитоу «Дорога на Волгоград» [5]. Книга была написана по итогам путешествия автора по Советскому Союзу. Ключевая идея, крепко вошедшая в память — принципиальное отличие менталитетов англичан и русских. Отличие — в самом ядре менталитета. Силлитоу сформулировал его следующим образом: у англичан в основе миропонимания лежит понятие «Я», а у русских — «Мы». И это действительно делает всю оптику восприятия внешнего мира, всю наполненность внутреннего мира человека принципиально различными. Это главная линия расхождения между европейской и русской цивилизациями. И пресловутый «индивидуализм» европейцев, и так называемая «соборность» русских есть не что иное, как отражение этой пары понятий — «Я» и «Мы».

Очевидно, что «индивидуализм» тесно связан с предприимчивостью, предпринимательским духом, а «соборность» — с коллективными усилиями. Посмотрим на формирование предпринимательского духа у русского человека. В сегодняшние времена эта проблема стала очень актуальной. Недаром «реформаторы 90-х» делали ставку на возрождение предпринимательского духа в народе. Они говорили, что были же в истории России знатные предприниматели, купцы, заводчики: вот чем надо гордиться, чьи традиции возрождать. А есть ли эти традиции в крови, в генах русского человека?

Наверное, формирование различия «Я» и «Мы» связано с теми природно-климатическими условиями, о которых речь шла в предыдущих работах [1,3]. Здесь же обратим внимание на основополагающий фактор — бедность почв северо-западной Руси (где формировалось Московское княжество и Московия — будущее государство Российское). Кроме Клязьминской поймы и Суздальского ополья, привлекавших внимание своим чернозёмом бежавших от Батыева разорения людей, все обширные территории вокруг — сплошные суглинки, супеси да подзолы.

Совокупность низкой плодородности подзолистых земель с резко-континентальным климатом при архаичных методах земледелия давала среднюю урожайность крестьянских хозяйств на уровне «сам-4» - «сам-5», т. е. на одну посаженную единицу посевного материала приходилось 4-5 единиц собранного урожая. Учитывая, что одну единицу надо отложить на посев в следующем году, объём урожая, предназначенный для потребления крестьянским семейством в течение года до следующего урожая, составляла три-четыре объёма необходимого посевного материала. Это весьма скромный прожиточный уровень. А сколько ещё из этого заберёт государство! Получается, что свободных излишков, которые можно продавать или обменивать в типовом сельском хозяйстве, не остаётся, торговать нечем. Сложившийся уклад жизни характеризовался чётким приговором: «от трудов праведных не наживёшь палат каменных».

Климатические условия Европы позволяли ещё в средние века получать в крестьянском хозяйстве урожайность на уровне «сам-7» - «сам-9», что обеспечивало наличие достаточно развитого рынка продуктов сельскохозяйственного производства. Такие условия, существовавшие в течение веков, способствовали развитию предпринимательских навыков, опыта предпринимательской жизни в европейском обществе и тормозили развитие этих качеств в российском. Кстати, у многих народов, обитающих в природных условиях, дающих большую урожайность, предпринимательские навыки вообще кажутся врождёнными — вспомним красочные восточные рынки и восточных купцов, поражавших европейцев ещё во времена Шехерезады. Купец Синдбад-мореход был культовой фигурой арабских сказок «Тысяча и одна ночь», многочисленные купцы были героями новелл «Декамерона» Боккаччо и «Кентерберийских рассказов» Дж. Чосера, фигура купца многократно присутствует в пьесах Шекспира, Лопе де Вега, Мольера.

А что в русской культуре? Из русских былин среди множества героев мы видим одну заметную фигуру из области предпринимательства — купца Садко, да ещё через несколько столетий проявилась судьба русского купца, совершившего «хождение за три моря» — Афанасия Никитина. Постоянной фигурой жизни русского общества предприниматель-купец становится только во второй половине XIX века в пьесах великого драматурга А.Н. Островского. Кстати, народной характеристикой такого деятеля стало краткое и энергичное слово — *миroeд*! Богатство, если оно не касалось царствующих особ или наследственно закреплённого помещичьего права, вызывало в народе, скорее, подозрение и недоверие.

Русская ширь пространства формировала и ширь души, а какая «широкая душа» будет «считать мелочь» — мелочиться? Это тоже не способствовало развитию предпринимательской жизни. Заморозки, засуха поубьют урожай — и вот одна губерния голодает, а другой год — из другой бредут разорившиеся! А пожары («деревянная культура») — и бредут по деревням-городам погорельцы! И это не единичные эпизоды, а постоянный фон жизни на Руси. Излишки, если они вдруг появляются, идут на помощь пострадавшим.

Именно избыточный продукт, создаваемый сверх необходимого прожиточного минимума, даёт возможность появления в обществе людей, не занятых производством жизненно необходимых продуктов потребления. Выделяется армия, чиновничество, внутренняя полиция, судебная система, т. е. люди, обеспечивающие функционирование необходимых социальных институтов. Наконец, появляются личности, профессионально занимающиеся искусством и наукой (Гомеры, Евклиды, Аристотели, которые позволяют обществу не только существовать, но — развиваться). С развитием специализации, в структуре общества появляются виды деятельности, связанные с обслуживанием, посреднической деятельностью (слуги, торговцы, работники сферы питания, финансов и др.).

Вот почему низкая урожайность крестьянских хозяйств в России в течение долгих веков не позволяла обществу выделить из своей среды достаточное количество своих представителей для формирования профессиональных сообществ деятелей науки и культуры. При этом мы не говорим о гениальных потенциях, которые даже в таких условиях реализовывались в великих творениях древнерусских зодчих, в бессмертном «Слове о полку Игореве», выдающихся иконах и храмовых фресках Андрея Рублёва, речь идёт *о науке и культуре как развитых сферах деятельности*. Сдвиг намечается только с постепенного заселения и хозяйственного освоения богатых черноземных земель «Дикого поля» за «засечной полосой» южнее Тулы. Здесь фактически проходила государственная граница в XVII-XVIII веках после вхождения Украины в состав России и присоединения Крыма, т. е. после ликвидации опасности набегов крымских татар (см. Таблицу 1).

Таблица 1 — Последние набеги крымских татар (краткая историческая справка)

1571 г.	последний успешный поход на Москву (хан Девлет-Гирей сжёг Москву)
1591 г.	последний поход на Москву
1659 г.	доходили до Тулы
1676-1682г.г.	доходили до Воронежа
1717 г.	доходили до Царицына, Пензы, Симбирска, Саратова
1769 г.	последний поход крымской армии на русские земли

Высокая урожайность на новых землях дала, наконец, увеличение избыточного продукта в государстве. Не случайно в это же время была создана в Петербурге Академия наук — 1724 г. (сначала исключительно из приглашённых иностранцев, а со временем появился и первый русский учёный — М.В. Ломоносов), открылся первый русский театр в Ярославле — 1750 г. (Ф.Г. Волков), а затем первый в России Московский Университет — 1755 г. и первая Академия художеств — 1757 г. Для сравнения в Таблице 2 приведены годы создания аналогичных структур в Европе.

Таблица 2 — Первые университеты мира (краткая историческая справка)

IX в	Фес (Марокко) и Кордова (Арабский халифат, сегодня Испания)
X в	Университет в государстве Корё (сегодня Корея)
Конец XI в.	Университет в Болонье (Италия), Оксфорд и Кембридж (Англия), Сорбонна (Париж, Франция)
1490 г.	Академия Леонардо да Винчи (Милан)
1563 г.	Академия художеств и изящных искусств (Флоренция)

В Пруссии всеобщее начальное образование было введено с 1717 г. и подкреплено повсеместным открытием общедоступных библиотек. В Швейцарии во второй половине XVIII в. было введено обязательное профессиональное образование, крестьяне получали основы агрономических и животноводческих наук. Это стало предпосылкой развития агрономических наук, повышения культуры земледелия, что, конечно, не происходит одновременно, а основывается на общей грамотности и культуре народа.

В России первые агрономические и садоводческие научные опыты связаны с именем замечательного учёного А.Т. Болотова: в конце XVIII в. с его подачи началось использование картофеля и томатов в крестьянских хозяйствах. Организация профессиональной подготовки сельхозспециалистов связана с именем народника и агрохимика А.Н. Энгельгардта: в конце XIX в. он организовал образцовое хозяйство и школу «интеллигентных землевладельцев». В конце XIX - начале XX в.в. благодаря деятельности таких учёных, как К.А. Тимирязев, В.В. Докучаев, В.Р. Вильямс, И.В. Мичурин в России сложились сельскохозяйственные науки. А всеобщая грамотность в результате культурной революции 1920-1930-х гг. сделала достижения этих наук достоянием народа, работающего на земле. Всё это стало предпосылкой развития в стране высокопродуктивного сельского хозяйства.

Встречались публикации, в которых делались попытки энергетического сопоставления условий России, Европы и США, т. е. энергетических эквивалентов на создание либо одной единицы продукции одинакового качества, либо создания равноценных условий существования одной личности. Давались разные оценки, но все они укладываются примерно в такую схему: если в США требуется 1 условная единица энергетических затрат, в Европе 1,5-3 условных единицы, то в России от 4 до 10! Я не эксперт по энергетике и экономике, но корректность таких соотношений не вызывает у меня сомнений, поскольку известно, например, что величина площади гарантированного земледелия составляет ~ 60% в США, 20-

50% в странах Европы, 2-3% в России. Другие климатические факторы рассматривал более подробно в своих предыдущих работах [1,3].

Сведя обобщённые энергетические затраты, например, к продолжительности рабочего дня, мы увидим, что если для производства условной единицы продукции заданного качества в США потребуется 8 часов, «усреднённого» европейцу — 12-24 часа, то российскому рабочему — 36-40 часов. То есть для производства единицы продукции одинакового качества за одинаковое время в России требуется обобщённая производительность в разы превышающая производительность в Европе и США. Вот почему нет ничего удивительного в том, что Россия, долгое время торговавшая зерном на уровне государства, не кормила при этом своего земледельца. По законам линейного развития мы должны были с годами и десятилетиями отставать всё больше и больше...

Но здесь включается народная смекалка, выработанная веками в суровых условиях! [1] И становится возможной реализация удивительных потенций, заложенных в народе. XIX в. — золотой век русской литературы, великие имена в русской науке и искусстве. XX в. — масштабный советский проект, давший генеральную навигацию для всей человеческой цивилизации — движение к обществу справедливости. И, конечно, не только смекалка. Вспомним, что нас всегда выручала особая российская комплиментарность — способность выстраивать дружелюбные отношения в интересах других народов [2].

Вывод: Россия не может быть экономической корпорацией. Она не торгуется. Она создаёт для всех. Как сказал известный экономист Вазген Авагян: «Когда русский врач Пирогов придумал анестезию (обезболивание при операциях) — он её придумал не только для русских. Для всех. И Гагарин полетел в космос для всех. И лампочка Лодыгина не только у русских горит в домах, и трактор Блинова не только русские земли пашет, и вертолёты Сикорского, и телевизоры Зворыкина... Тут и назвать все технические русские революции, произведённые в мировой науке, не представляется возможным... Именно русские цари придумали разрядку международной напряжённости, разоружение и международный арбитраж, ныне воплощённые в работе ООН. А если бы они этого не придумали — войны и доселе начинались бы, как во времена Бисмарка...» [4]. Точные слова!

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. Русофобия — духовная дикость. Беседа публициста Александра Стреле с экономистом Вазгеном Авагяном / Наша молодёжь. 02.04.2021. – URL: http://nashamolodezh.ru/career/methods/rusofobija_dukhovnaja_dikost.html (дата обращения 02.04.2021).
5. Силлитоу А. Дорога на Волгоград. – М.: Правда, 1964. – Библиотека журнала «Огонёк», № 43. – URL: <https://www.litmir.me/br/?b=625961&p=1> (дата обращения 23.03.2021).

УДК 323.28: 316.624
ГРНТИ 11.25.41

ЭКСТРЕМИСТСКИЕ УГРОЗЫ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА: ТЕРРОРИСТИЧЕСКИЕ АКТЫ В ЕВРОПЕ И ИХ ПРИЧИНЫ

Лобковская П. А., Худотепова К. И.

*МГКМИ им. Ф. Шопена,
г. Москва*

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ,
г. Волгодонск, Ростовская область*

Рассматривается проблема терроризма и причины террористических атак в странах Европы с высоким уровнем жизни и расширенным спектром толерантности. Приводится мнение экспертов ICCT об оптимальных способах взаимодействия всех заинтересованных в профилактике и предупреждении противоправных экстремистских и террористических действиях субъектов.

Ключевые слова: терроризм, террористические атаки, национальная безопасность, радикальный исламизм, маргинализация молодежи, экстремизм.

EXTREMIST THREATS OF MODERN SOCIETY: TERRORIST ACTS IN EUROPE AND THEIR CAUSES

Lobkovskaya P. A., Khudoteplova K. I.

*College of F. Chopin, Moscow
VETI NRNU MEPhI, Volgograd*

The article deals with the problem of terrorism and the causes of terrorist attacks in European countries with a high standard of living and an extended range of tolerance. The opinion of ICCT experts on the optimal ways of interaction of all those interested in the prevention and prevention of illegal extremist and terrorist actions is given.

Keywords: terrorism, terrorist attacks, national security, radical Islamism, youth marginalization, extremism.

Экстримизм «без границ» на современном этапе развития мирового сообщества угрожает национальной безопасности всех без исключения государств. Террористические атаки радикально настроенных исламистов – социально-политическое явление относительно нового порядка, имеющее серьезный деструктивный потенциал, так как угрожают жизни и здоровью людей даже в тех странах, которые демонстрируют высокий уровень жизни и расширенный спектр толерантности. Не являются препятствием и развитая производственно-экономическая инфраструктура, и цивилизационные основы европейской культуры. События осени 2020 г. ознаменовались серией терактов в нескольких странах Европы, вызывающих множество вопросов, в первую очередь – о причинах.

16 октября 2020 г. в пригороде Парижа Конфлан-Сент-Онорин молодым экстремистом был обезглавлен педагог Самюэль Пати, который на занятии, рассказывая демократии и свободе слова, демонстрировал ученикам карикатуры на пророка Мухаммеда от уже известного издания Charlie Hebdo. 18-летний Абдуллах Анзоров – уроженец Москвы, с 6 лет проживавший во Франции и имевший вид на жительство – был убит полицией при задержании, но записал ролик с заявлением о расправе над учителем из-за карикатур на пророка. 29 октября 2020 г. в соборе Нотр-Дам-де-Ницца 21-летний выходец из

Туниса Брахим Ауссауи напал на прихожан с ножом, жертвами убийцы стали две женщины и один мужчина. Попытка теракта была предпринята и в Авиньоне, где человек с ножом пытался напасть на стражей порядка, но был застрелен. Похожий инцидент в Лионе закончился задержанием террориста, полицейские успели обезвредить гражданина афганского происхождения, размахивавшего ножом на трамвайной остановке. 2 ноября 2020 г. террористы совершили нападение на уличные кафе и другие объекты в Вене, где по официальным данным 4 человека погибли, 18 получили ранения. Тогда неизвестные открыли стрельбу возле синагоги в центре столицы Австрии, один из преступников подорвался с помощью пояса с взрывчаткой. Местные СМИ со ссылкой на полицию сообщили о 7 жертвах. Полиции удалось ликвидировать одного из террористов, розыск остальных, число которых точно не установлено, продолжается [6]

Одна из причин такого рода терактов – маргинализация молодежи в условиях распространения политики мультикультурализма, направленного на сохранение и развитие в отдельно взятой стране и в мире в целом культурных различий. Необходимо уделять особое внимание проблемному положению таких молодых людей в обществе и пытаться понять, почему они чувствуют себя аутсайдерами. К теме терроризма нельзя подходить только с точки зрения безопасности. Следует понимать, что чрезмерно жесткая реакция политиков на атаки террористов может привести к обострению ситуации и противоположному результату. По мнению экспертов ICCT [5], оптимальные результаты дают мониторинг социальных сетей и активное сотрудничество полиции, школы, тюрем и социальных служб. Система раннего предупреждения радикализации молодежи имеет важное значение, поскольку среди террористов большинство составляют лица в возрасте от 18 до 25 лет. К радикальным группировкам примыкают молодые люди, находящие там поддержку и идеологию, наполняющую их жизнь смыслом. [1]

Для радикально настроенных исламистов благополучная Европа представляется особенно привлекательной, так как она является носителем либерально-демократической идеологии, к разрушению которой стремятся исламисты; заявляет себя партнером США, оправдывая их вмешательство в дела других государств, в частности, вторжение в Ирак в 2003 г.; поддерживает международную коалицию по борьбе с «Исламским государством» [3]. Европейские лидеры продолжают настаивать на ценности толерантности и необходимости преодоления любых форм дискриминации разного рода меньшинств, включая исламское. [2]

Есть ряд других важных причин, касающихся террористических актов в Европе:

- плоды мультикультурализма, выраженные в сохранении и развитии в отдельно взятой стране и в мире в целом культурных различий этносов с последующим развитием и обогащением массовой культуры;
- политическая нестабильность отдельного государства в отношении обеспечения безопасности населения;
- недостаточность исторического опыта отдельных государств в отношении террористических нападений;
- отсутствие налаженности взаимоотношений между властью отдельных европейских стран и мусульманскими общинами, проживающими на территории этих стран;
- неконтролируемая миграция беженцев вместе с примыкающим к ним авангардом исламизации;
- существование политического ислама, который использует религию и религиозные догмы для оправдания радикальных действий;
- процесс джихадизации ислама в Европе, связанный с его политизацией;
- следствие несовместимости западного менталитета с исламской культурой;
- распространение саморадикализации, заключающейся в том, что у людей, и в первую очередь у молодежи, без всякого внешнего воздействия появляется

интерес к радикальным и экстремистским идеологиям, что требует отдельного исследования.

Современным европейским государствам в ближайшие годы не избавиться от террористической угрозы, исходящей от радикально настроенных экстремистов [4]. Это обусловлено как неудачами ассимиляционной политики, так и интеграций вокруг традиционных религиозных ценностей мусульман-иммигрантов, вставших на защиту своих главных интересов. Тем не менее, страны в силах предпринять шаги по минимизации враждебности между автохтонным сообществом и иммигрантами из стран с преобладающим мусульманским населением, например, направив усилия на формирование общегражданской идентичности на основе актуализации общекультурных позиций.

Библиографический список

1. Национальный антитеррористический комитет. – URL: <http://nac.gov.ru/> (дата обращения: 22.03.2021).
2. Сидненко, Г.Ф. Информационное противодействие терроризму: политологический аспект / Г.Ф. Сидненко. – Москва: Триумф, 2019. – 220 с. – URL: http://nac.gov.ru/sites/default/files/protivodeystvie_terrorizmu_0.pdf (дата обращения: 23.03.2021).
3. Флегентова, А.А. Международный терроризм как угроза безопасности европейского союза / А.А. Флегентова // Актуальные проблемы современных международных отношений. – 2016. – № 7. – С. 94-99.
4. Яшлавский, А.Э. Исламистский терроризм в Европе: тенденции и перспективы / А.Э. Яшлавский // Мировая экономика и международные отношения. – 2019. – № 6. – С. 93-101.
5. ICCT Journal Special Edition: Evolutions in Counter-Terrorism. – URL: <https://icct.nl/special-edition/> (дата обращения: 23.02.2021).
6. List of terrorist incidents in 2020. – URL: https://ru.qaz.wiki/wiki/List_of_terrorist_incidents_in_2020 (дата обращения: 20.02.2021).

УДК 125, 130.3
ГРНТИ 02.15.99

УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ КАК НОВАЯ ОПТИКА ВИДЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО И УНИКАЛЬНОГО

Подзолкова Н. А.

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

NAPodzolkova@mephi.ru

Данная статья — наброски новой мыслительной оптики, названной автором *универсальностью*. Сквозь прозрачное стекло этой универсальности знакомые понятия предстают в новых соотношениях. Так оказывается, что универсальность и уникальность не всегда противостоят друг другу — иногда через свою жертвенную природу они стремятся к абсолютному тождеству.

Ключевые слова: уникальное, универсальное, индивидуальное, общее, существенное, жертвенность.

UNIQUEVERSALITY AS A NEW OPTIC OF SEEING THE UNIVERSAL AND THE UNIQUE

Podzolkova N. A.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

This article is a sketch of a new thinking optics called *uniqueversality* by the author. Through the transparent glass of this uniqueversality, familiar concepts appear in new relationships. So it turns out that universality and uniqueness are not always opposed to each other — sometimes through their sacrificial nature they aspire to absolute identity.

Keywords: unique, universal, individual, common, essential, sacrifice.

Тема нашего времени — это найти выход из любви к каждому любовью ко всем, и наоборот: как любить всех, чтобы сохранить внимание к каждому?

М.М. Пришвин [7, с. 262]

Начнём с простого: у каждого живого существа есть своя уникальная субстанция — душа, также все живые существа причастны общей универсальной субстанции — Духу. Это аксиоматика, «общее место», которое уже мало что говорит уму и сердцу, пора двигаться дальше...

Зимой открыла для себя книги Михаила Михайловича Пришвина. Именно в них стала находить ответы на волнующие и трудноразрешимые вопросы. Так бывает, что в ключевые моменты жизни встречаешь своего Проводника (как Данте встретил Вергилия). Он помогает кристаллизироваться новой мысли из пыли внутреннего первородного хаоса. Через тексты Пришвина стала уясняться связь Уникального и Универсального. Хочу поделиться своими открытиями.

1. По-настоящему *уникальность переживается как особое мгновение отсутствия эго*. Этот миг — точка прерывания, пауза, в которой жизнь проникает в нас, заполняет своим присутствием. Все остальные мгновения похожи друг на друга, типичны. Их окрашивает в один цвет близорукая эгоическая (не обязательно — эгоистическая) самоуверенность. Пришвин писал: «Мудрость человека состоит в искусстве пользоваться одной маленькой паузой жизни, на какое-то мгновение надо уметь представить себе, что и без тебя идёт та же самая жизнь» [7, с. 232-233].

Если у существа *ещё* нет «эго» (как, например, у растений, у большинства животных, у совсем маленьких детей), такая пауза невозможна, так как данное существо пребывает в другом режиме бытия и сознания. Если у существа *уже* нет «эго» (как, например, у некоторых святых, просветлённых, великих мудрецов), пауза не нужна, так как состояние «без эго» превратилось в новое качество жизни. Но большинство существ лишь на мгновения переживают отсутствие эго, эти состояния *само-забвения* хорошо знакомы творцам в момент вдохновения, героям в минуту бескорыстного подвига и каждому, кто хоть раз выходил за грань своей индивидуальной внутренней жизни.

2. По-настоящему *индивидуальность переживается как одинокий взгляд души из окна своего внутреннего дома*. Чтобы душе, как скучающему ребёнку, не захотелось выйти на залитый солнцем двор, родитель-эго (скорее, даже «отчим») красит стёкла всех окон этого дома в серый цвет, а внутри комнат разбрасывает яркие игрушки: заводные машинки и куклы, настольные игры, развешивает по стенам яркие картинки. Когда душа-ребёнок подрастает и уже «не покупается» на эти уловки, ей вручают увесистый том под названием «Познай самого себя!»...

Впрочем, аналогия эта стара. Когда-то великий Платон уже описал пещеру, в которой удерживают нас чувства, пряча прекрасный мир умопостигаемых идей. Здесь же я просто хотела сказать, что *эго прячет от нас жизнь*. За прочными стенами сомнительной

индивидуальности проходит мимо неповторимость каждого мгновенья — хрупкая уникальность солнечного луча, упавшего в вечерний час на ворсистый листок фиалки... Лучик запутался, мгновенье упорхнуло... Видел ли кто-нибудь тайну этих отношений, которая больше не повторится? Только Художник, который забыл про себя ради листа и луча. Только Поэт, который исчез из своего времени, чтобы длить это нежное зелёное свечение. А сквозь мутное стекло эго не разглядеть красоты мира.

3. В этой статье мне бы хотелось начать создание особой *просветлённой оптики мысли*, назвав её словом «*универсальность*» (о самом слове скажу чуть позже). Задача этой новой оптики протереть стёкла тех окон, из которых наша душа смотрит на мир, разбудить в ней желание выйти наружу или хотя бы начать искать двери, за которыми простирается *интерсубъектное измерение* [6] — то священное место, где внутренние миры разных существ могут встретиться, познакомиться и полюбить друг друга «без посредников», то есть без искажающего самомнения эго и без иссушающего преломления в чувственно воспринимаемой предметности.

Допустимо ли в научной статье так много говорить метафорически, я не знаю, но по-другому пока не получается...

4. Вот знакомые этапы становления: сначала смотришь на жизнь «просто так», без всякого эго, потом — глазами других людей (родителей, кумиров, группы сверстников, коллектива на работе), затем начинаешь смотреть своими собственными глазами (глазами своего я, своей души), потом незаметно это «я» превращается в вездесущее «эго», и только когда очень устанешь от него, то начинаешь подозревать, что жизнь может выглядеть иначе. Здесь хочется подчеркнуть, что не следует путать «я» и «эго» — это совсем не одно и то же. Лучше всего про разницу говорит Мартин Бубер: «... Не отказ от Я, как обычно полагают мистики: Я необходимо для любого отношения..., отказ не от Я, а от того ложного инстинкта самоутверждения, который побуждает человека бежать от ненадёжного, лишённого плотности и длительности, недоступного обозрению, опасного мира отношений, бежать к обладанию вещами » [3, с. 47]. Так вот, если удастся справиться с этим самым «ложным самоутверждением», то, возможно, в конце концов, увидишь мир глазами самого первого человека на Земле, и *в уникальности этого переживания вдруг проявится чудесная универсальность жизни*.

5. По-настоящему *универсальность* переживается как понимание того, что, волнующее тебя в данный момент, есть, в той или иной мере, волнующее каждого человека на земле. Это понимание рождается *в просветах уникальности*, о которых мы говорили выше. Здесь заключается разница между универсальным и общим-в-формальной-логике. Общие понятия никого экзистенциально не затрагивают. «Дом-вообще», «человек-вообще», «закат-вообще» не рожают поэзии в душе. Но та универсальность, о которой мы сейчас говорим, *касается абсолютно каждого!* Мы с мужем поняли это, когда стояли в галерее «Старые мастера» перед «Сикстинской мадонной» Рафаэля. Художник, забыв на время самого себя, становится способным увидеть в мире важное-для-всех-без-исключения и запечатлеть его во внешнем (по сути, *инородном* для внутреннего переживания) материале: слове, звуке, краске, мраморе... То что он видит, есть *существенное*. Но не *безразлично-существенное* формальной логики.

6. Платон и Аристотель по-разному понимали «существенное». Для Аристотеля существенное — это то, что делает вещь вещью, её функция, назначение, абстрактная выжимка свойств, необходимых для распознавания и *использования*. Для Сократа и Платона существенное — это то, что делает вещь нужной, единственной, жизненно важной, это уникальный сплав качеств, необходимый для узнавания и *встречи*. Такое существенное — экзистенциально и может быть выражено как перефраз кантовского императива: *понимай мир так, чтобы существенное в нём было для тебя целью, и никогда не было бы только средством*.

Разность понимания существенного определяет и разность понимания универсального. В первом (аристотелевском) случае мы называем универсальным общее понятие — *итог*

познавательной активности, во втором (платоновском) случае мы говорим о *начале*, о том, что впервые позволяет живым существам почувствовать единение.

С одной стороны — конец, обобщение, вывод. С другой стороны — начало, встреча с неповторимым, точка входа. И то, и другое — важно, но настолько различно, что просто не может называться одним и тем же словом. Здесь снова можно обратиться к Мартину Буберу, потому что аристотелевская универсальность — это, по Буберу, «основное слово Я-Оно», а платоновская универсальность — «основное слово Я-Ты» [3]. Чтобы не запутаться, можно говорить об *А-универсальности* (по Аристотелю) и *П-универсальности* (по Платону).

7. Продолжим разбираться с новой терминологией. А-универсальность находится в обратном отношении к индивидуальности — это закон формальной логики. П-универсальность почти тождественна уникальности — суть этого тождества мы и стремимся понять. Именно для этого нужна новая оптика мысли — *оптика универсальности*. Слово «универсальность» предложил В.И. Моисеев во время дискуссии Интегрального сообщества [5]. Мне очень нравится это слово. Оно созвучно «зеркальности», «хрустальности» и даже «хрупкости». Через универсальность можно почувствовать, как жизнь вдруг отразилась в тебе, словно в гладком зеркале, вместившись на миг вся сразу, проникнув в глубину зазеркалья, и полетела дальше тончайшим лучом света от ума к уму, от сердца к сердцу...

8. Пришвин пишет: «Так в малом цветке содержится солнце, в капле росы — вся вселенная... Но есть человек самый страшный, и такого существа нет в природе. В нём большое не отражается, и он о всём мире судит по себе. Сам же себя он называет простым человеком» [7, с. 128]. Через универсальность художник дарит себя, обогащает культуру своими творениями, а через свой эгоизм этот страшный пришвинский «простой человек», как чёрная дыра, поглощает эти творения. Не стоит думать, что это всегда *разные* люди. В каждом из нас может оказаться и тот, и другой. И здесь важно не спутать доверие-к-себе внутреннего художника и суждения-по-своей-мерке собственного эго. Это очень трудно — довериться себе «без себя». Снова перефразируя Канта, скажем: *смотри на мир так, чтобы твой взгляд мог бы стать основой всеобщего восприятия*. В таком взгляде должно быть так мало эго, чтобы он действительно оказался существенным для каждого (т. е. П-универсальным).

Парадокс в том, что именно того, кто забывает себя, люди потом славят в веках. За то, что помог увидеть самое нужное, самое дорогое. Принять «роды истины» как Сократ. «Жизнь, как воздух, ничего не стоит, но если ты сумеешь обратить на нее внимание людей, то не ее прославят за ее счастье, а тебя за то, что ты ее сумел показать» [7, с. 235]. Может быть, здесь ловушка, которую эго придумало, чтобы возвращать себе сбежавшие на время души Художников...

9. Но не вся культура творится в моменты уникальности. Можно творить и через своё эго, усиливая его «преломляющее» значение. Это «искусство-не-для-всех», элитарное искусство, которое ищет особого зрителя, обладающего сходным внутренним миром. Людям, которые найдут друг в друге такое эгоическое сходство, будет интересно вместе. Это тоже вид единения, но единения частного, «сектового». Такие люди часто собираются в закрытые сообщества. Удивительно, что иногда в великих произведениях, создаваемых «без эго», зрители акцентируют внимания на «остаточном эго художника» (конечно, оно почти всегда есть). Так П-универсальное превращается в элитарное, эзотерическое, замкнутое, и в итоге становится противоположным самому себе — индивидуальным.

О разных типах творчества и разных источниках вдохновения прекрасно писал Вячеслав Иванов в статье «О границах искусства» [4]. Кажется, что любой творец — уникален и неповторим, но это поверхностный взгляд на уникальность. Всё зависит от того, из какой сферы внутреннего интересубъектного космоса черпает он своё вдохновение — из тесной каморки своего эго («творчество субъективистическое»), из разреженной пустыни межсубъектного пространства («трансцендентное созерцание») или из самого сердца важной-всем-жизни универсального Духа («интуитивное постижение») [см. рисунок 4, с. 213].

10. Есть замечательная мысль у Анри Бергсона: *для того, чтобы началось новое, предыдущее должно остановиться*. «Творческая эволюция» жизни на самом деле не является непрерывной функцией: «Фундаментальное заблуждение, которое, начиная с Аристотеля, исказило большую часть философии природы, состоит в том, что в жизни растительной, инстинктивной и разумной усматривают три последовательные ступени развития одной и той же тенденции, тогда как это — три расходящиеся направления одной деятельности, разделившиеся в процессе своего роста» [1, с. 149-150]. Остановка роста животных — это расплата за возможность свободно перемещаться, которого нет у растений. В свою очередь, животные большую часть жизни не имеют признаков возраста, а человек точно расплачивается за рост мысли старением тела: «Я старею и приближаюсь к смерти, а мудрость моя молодеет и растёт» [2, с. 13]. Более сложный процесс требует прерывания более простого процесса. Он не трансформирует его, а жертвует им.

11. Но вся эта *внешняя слепая эволюция* только отражает *внутреннюю сознательную эволюцию*, которая вырастает из подлинной жертвы. *Именно жертвенность лежит в основе любой новизны*. Только понимать это нужно сквозь новую оптику универсальности. Здесь жертвенность — это не статичный фундамент, а новая жизнь — не здание, выстроенное на этом фундаменте. Здесь вместо прочного камня — хрупкая прозрачность солнечного луча, а вместо монументального строения — нежная зелень проклюнувшейся листвы. Но нет ничего прочнее этих мимолётных отношений луча и листа: жизни Духа и вдохновения Художника.

Так связаны в любви уникальность и универсальность. Они постоянно жертвуют друг для друга. Универсальность жертвует собой, чтобы стать родной и близкой, существенной-для-каждого, а уникальность вновь и вновь забывает себя, чтобы дать прорасти сквозь себя жизни-для-всех. Это и есть универсальность — вечно и актуально длящаяся во внутреннем мире жертва...

Библиографический список

1. Бергсон А. Творческая эволюция. — М.: ТЕРРА-Книжный клуб, 2001. — 384 с.
2. Борчиков С.А. Песни мудрости. — М.: МАКС-Пресс, 2003. — 160 с.
3. Бубер М. Я и Ты. — М.: Высшая школа, 1993. — 175 с.
4. Иванов В.И. О границах искусства. / Иванов В.И. Родное и вселенское. — М.: Республика, 1994. — С. 199-217.
5. Моисеев В.И. и др. Дискуссия №2 об универсальном и уникальном от 08.12.2020 г. / YouTube — URL: <https://www.youtube.com/watch?v=a2tE97Nfp7w> (дата обращения: 03.04.2021).
6. Подзолкова Н.А. Внутренний континуум и его бесконечноподобные описания. // Интегральная философия [электронный журнал]. — 2020. — № 10. — С. 46-77. — URL: <https://allunity.ru/journals/J10.pdf> (дата обращения: 05.04.2021).
7. Пришвин М.М. Незабудки. — Вологда: Вологодское книжное издательство, 1960. — 344 с.

УДК 75.045
ГРНТИ 18.31.31

ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ ОБРАЗ ЗЕРКАЛА В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА

Показаньева Д. Е.

*ГБПОУ «Магнитогорский педагогический колледж»,
г. Магнитогорск, Челябинская область*

karlson3622@gmail.com

В статье рассматривается образ зеркала в контексте изобразительного искусства: символические и практические функции зеркальных отражений в формировании целостного художественного образа произведения живописи.

Ключевые слова: образ зеркала, мнимое изображение, функция зеркала, зазеркалье, отраженный мир.

ARTISTIC IMAGE OF THE MIRROR IN WORKS OF FINE ART

Pokazanieva D. E.

Magnitogorsk Teacher Training College, Magnitogorsk

The article deals with the image of the mirror in the context of the fine arts: the symbolic and practical functions of the mirror reflections in the formation of the integral artistic image of the work of painting.

Keywords: mirror image, imaginary image, mirror function, looking-glass, reflected world.

Мы мало что знаем о вещах, которые нас окружают. В ряде таких материальных предметов стоит зеркало — неотъемлемая часть повседневной жизни. Это давно ставшее для нас обыденным изделие не привлекает к себе внимания обывателя в произведениях живописи. Однако столь привычный предмет может принимать различные смыслы, выражать идеи, не поддающиеся прямому изображению, и выполнять разнообразные функции в организации композиции.

Объектом нашего исследования является роль зеркала в художественной культуре.

Предмет исследования — художественный образ зеркала в произведениях живописи.

Целью работы является анализ функций художественного образа зеркала в произведениях живописи.

Данная цель предполагает решение следующих задач:

- рассмотреть смысловые и функциональные роли зеркала в культуре.
- проанализировать художественный образ зеркала в картинах Диего Веласкеса «Менины», Яна ван Эйка «Портрет четы Арнольфини» и Эдгара Дега «Абсент»;
- выявить функциональные роли зеркала в построении композиционного и художественного пространства произведения живописи.

Вероятнее всего, впервые человек увидел собственное изображение, склонясь над водной гладью. Способность человека отождествлять себя со своим отражением в зеркале указывает на его самосознание. Как отмечает Паола Волкова: «мы перед зеркалом» — контрольная социальная, эстетическая и психологическая функция зеркала» [2, с. 58]. Глядя в зеркало, мы удостоверяемся, всё ли в порядке с нашим внешним видом. Но значение привычного нам предмета распространяется далеко за пределы утилитарных составляющих его функций. Особый смысл зеркалу придается в культуре Китая. Наделяя способностями

воскрешать умерших, указывать на истину вещей, в древности китайцы активно пользовались зеркалом как предметом культа. Дворцы, храмы и жилые помещения охранялись зеркалами, расположенными у крыш или в углу комнат, от нечистой силы, чей настоящий облик обнажался в отражениях.

Человек отслеживает через отражение собственные физические и психологические изменения на протяжении всей жизни. Ведь и перевоплощение актеров никогда не обходится без этого инструмента — сценические артисты подбирают облик, который отражает необходимое им психологическое состояние. Следственно, зеркало позволяет человеку взглянуть на себя и на окружающее пространство с новой точки зрения, как бы от третьего лица: «Образ зеркала в культуре раскрывает прежде всего образ мира и человека, в него смотрящегося. Художественные образы отраженного мира и человека знаменуют стремление эпохи к самоанализу и самопознанию» [5, с. 87].

В одном из интервью социолог Елена Кравченко говорит, что мы живём «в ответ» и становимся отражениями друг друга. В случае, если не ограничиваться приблизительным знакомством с миром другого человека, мы осознаем и принимаем его внимание и обращенность с желанием ответить тем же. Отражаясь своим *внутренним миром* в *других внутренних мирах*, можно найти *себя настоящего*, в отношениях с отдельными людьми собрать по фрагментам целостность своего существа. Мы постоянно отзеркаливаем друг друга, с возрастом обретая способность сострадать «кривым зеркалам» и ориентироваться на свои отражения в ровных и гладких. Человек действительно встречается с самим собой только во встрече с другим, в другом, вне зависимости от того, с какой буквы мы напишем слово «другой» — с большой или маленькой» [4].

В свою очередь, зеркальные отражения, как визуальная составляющая произведений искусства, позволяют прочесть художественное произведение на множестве уровней. Так, например, можно акцентировать внимание зрителя на том, что сюжет картины есть отражение внутреннего мира автора. Внешними способами он создает в материальном мире отблеск своего субъективного мира, погрузив автопортрет в полотно своего произведения. Таким образом, творец может изучить самого себя в новой среде. Например, он может совершить путешествие во времени на бумаге, как Леонардо Да Винчи («Сидящий старик», 1513 г.), изобразив себя старше, чем есть в момент работы над картиной. А может оставить киноавтограф, написав эпизодическую роль для себя в своем фильме, как Квентин Тарантино («Джанго освобожденный», 2012 г.), — такую интерпретацию можно обнаружить и в киноискусстве. В популярной серии романов Джоан Роулинг («Гарри Поттер и философский камень», 1997 г.) находится наглядный пример того, как волшебное зеркало раскрывает для героев их собственный внутренний мир, воплощая в отражении их самые заветные желания — желания, скрытые не только от окружающих, но и от самих персонажей — «Я показываю не ваше лицо, но ваше самое горячее желание» — в зеркальном прочтении гласит надпись на раме.

В изобразительном искусстве художник сам исполняет роль зеркала. Он пропускает через себя и переносит отражение важнейших черт модели в портрете. Так Рафаэль Санти («Портрет Бальдассаре Кастильоне» 1514—1515 гг.) фиксирует реальный лик через призму идеала эпохи Высокого Возрождения, надолго оставляя в истории призрак друга и известного гуманиста своего времени. Отблески образов из истории на полотнах дают нам твердую уверенность в существовании тех или иных личностей в прошлом, согласно высказыванию Гераклита: «глаза — более точные свидетели, чем уши» [1].

Функцию зеркала управлять вниманием зрителя художники умело используют в своих работах. В «Менинах» мы смотрим в «зазеркалье» жизни королевского семейства. Веласкес приглашает нас посетить его мастерскую, окунуться в атмосферу придворного быта. Прежде всего стоит сказать о том, что полотно «Менины» само является отражением. Диего Веласкес пишет групповой портрет, а инфанта и ее окружение смотрят сквозь мнимого зрителя на свои отражения. Героями сюжета, помимо девочки Маргариты, являются те, кто всегда находится

в тени жизни правящей семьи — это карлица, воспитательница Мария Барбола, мальчик-карлик с собакой, сопровождающие девочку фрейлины. В полумраке комнаты утопают фигуры компаньонки и охранника инфанты, в дверном проеме на заднем плане стоит гофмейстер королевы. Веласкес пишет и себя за работой — тут прослеживается еще одно свойство зеркал — рекурсия или эффект «картина в картине». Интерьер мастерской тоже наделен весьма важной деталью — еще одним зеркальным порталом. Бесконечными отражениями организовывается открытая композиция, выходящая за раму полотна. Персонажи картины и окружающее их пространство создают напряжение в сознании наблюдателя. Появляется непреодолимое желание обернуться — зритель находится между происходящим действием и позирующими художнику королем и королевой, отражение которых он наблюдает в зеркале.

Зеркало вносит в картину эффект присутствия еще, как минимум, трех лиц: короля Филиппа, его супруги Марианны и зрителя. Изучив творчество Веласкеса, нельзя обнаружить ни одного парного портрета короля и королевы, принадлежащий его кисти. Влиятельные персоны не представляли для него интереса. Мнимый парный портрет — иллюзия реальности, которая строится вокруг правящего семейства. Художник отводит ей место неясного изображения в зеркальном коридоре, выводя на передний план более уважаемых им персон. Сложно представить такое саботирование для придворного художника. Однако Диего Веласкеса невозможно уличить в объективном оскорблении монарха — ведь «Менины» являются мнимым изображением действительности и его интерпретации различны. Групповой портрет, сцена из дворцового быта или «аллегория живописи» — трактовки не противоречат друг другу, так как соответствуют определенному плану произведения, что отмечает искусствовед Сергей Даниэль [3, с.120].

Еще один яркий пример использования зеркал в живописи — «Портрет четы Арнольфини» Яна ван Эйка. Новатор Северного Возрождения изобразил момент бракосочетания купца Джованни ди Николао Арнольфини и его супруги Джованны. Полотно наполнено множеством скрытых символов. Роль одного из самых важных отводится висящему на задней стене зеркалу — в нем отражается происходящее священнодействие. Рама зеркала декорирована десятью медальонами с изображением сцен Страстей Христовых, которые комментируют момент вступления в брак, как обещание совместно преодолеть препятствия на жизненном пути. Искусствовед Александр Степанов пишет об этом: «так в супружеский портрет введена идея Фомы Кемпийского о подражании Христу в преодолении каждодневных трудностей, положенная в основу Доктрины «нового благочестия» [6, с.56]. Если обратиться к толкованию Священного Писания Оригеном, где Премудрость названа «чистым зеркалом силы действия Божьего», то отблеск обряда в зеркале в тандеме с декорированной рамой позволяют прочесть сюжет картины в контексте священного деяния [7]. Это означает, что отражение обряда в зеркале соотносится с отражением его духовной сущности, как промысел Божий.

Специфическая интерпретация портрета исходит из непривычно расположенной подписи художника — в композиционном центре полотна. Вместе с надписью: «Йоханнес ван Эйк был здесь 1434», — отражение еще двух фигур, помимо новобрачных, позволяют предполагать, что одним из двух наблюдателей церемонии является и сам художник. Таким образом, «Портрет четы Арнольфини» идентифицируется, как свидетельство о браке с подписью Яна ван Эйка. При помощи помещенного в убранство комнаты зеркала Ван Эйк охватывает комплекс трактовок парного портрета: от остроумного документирования события до теологического смысла сюжета.

В изобразительном искусстве у зеркал есть еще одно качество — в них видится веяние времени. Зеркало разглядывает мир и отражает в себе духовную составляющую жизни. В картине «Абсент» Эдгар Дега смещает привычный глазу центр композиции примерно на четверть холста, оставляя пугающее нетронутое пространство. Это создает ощущение одиночества и изоляции. Головы героев обрамлены рамкой зеркала, которая в свою очередь,

проводит зрителя в зазеркалье жизни современников Дега. В зеркале высвечивается весь декаданс бытия посетителей кафе и тревожная атмосфера их внутреннего мира. Одинокие гризайлевые отражения силуэтов томятся в затхлой суебудней французов того времени. Негативное пространство, создаваемое зеркалом, становится самостоятельным персонажем. Искривленный контур тени — сущность сознания героини, которая в попытках совладать с новым миром, заглушает свою беспомощность абсентом. Обрамленный в позолоченную раму потусторонний мир завис в воздухе и демонстрирует тонкие психологические столкновения времени и морали Парижа XIX века.

Таким образом, зеркало, как элемент пространства полотна может:

- создать иллюзию физического присутствия в мире картины, что обусловлено возможностью отражать и придавать нелинейный характер восприятия пространства;
- разъяснить содержание живописного сюжета через иносказательный художественный образ зеркала;
- стать внешним средством выражения внутреннего мира, там самым повести драму художественного замысла сюжета.

Представленное в композиции зеркало способно расширить изображаемое пространство, дать зрителю более глубокое и подробное содержание художественного произведения. Появляется возможность считать устройство пространства сквозь изображаемые предметы или вовсе не ограничиваться одним окном холста. Благодаря образу зеркала автор способен наделять работу многоуровневым смыслом и выразить невыразимое. В сознании созерцателя расширяются рамки смыслового понимания изобразительного искусства с помощью символического языка живописи.

Библиографический список

1. Большая советская энциклопедия. Гераклит Эфесский. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/009/715.htm> (дата обращения: 08.03.2021).
2. Волкова П.Д. От Древнего мира до Возрождения (сборник). – М.: Издательство АСТ, 2016. – 359 с.
3. Даниэль С.М. Картина классической эпохи. Проблема композиции в западноевропейской живописи XVII века. – М. Искусство, 1986. – 220 с.
4. Кравченко Е.И. Пробуждение – дело рискованное. / Интервью с Кравченко Еленой Ивановной – профессором, доктором социологических наук...// Литературная газета. №6 (6771), 10.03.2021. – URL: <https://lgz.ru/article/6-6771-10-02-2021/probuzhdenie-delo-riskovannoe> / (дата обращения: 06.03.2021).
5. Рон М.В. Метафоры образа зеркала в истории культуры: дис. ... канд. культурологии: 24.00.01. – Рос. гос. педагогический университета им. А.И. Герцена, г.Санкт-Петербург., 2004. – 256 с.
6. Степанов А.В. Искусство эпохи Возрождения: Нидерланды, Германия, Франция, Испания, Англия. – М.: Азбука, 2009. – 642 с.
7. Толкование Священного Писания. Толкование на Прем. Соломона 7:25-26. [Электронный ресурс]. URL: <http://bible.optina.ru/old:prs:07:25#origen> (дата обращения: 06.03.2021).

УДК 316.6, 575.8

ГРНТИ 02.41.01, 34.41.02

ПРОБЛЕМА ПОНИМАНИЯ ВНУТРЕННЕГО МИРА ЖИВОТНЫХ

Пургина Т. А.

Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,

г. Озёрск, Челябинская область

meledenok@mail.ru

В статье поднимаются вопросы исследования внутреннего мира животных, выстраивания взаимоотношений человека с живой природой. Выдвигается гипотеза взаимодополнительности людей и животных в общей эволюции жизни на планете.

Ключевые слова: внутренний мир животных, бихевиоризм, этология, интеллект, эмоции, ноосфера.

THE PROBLEM OF UNDERSTANDING THE INNER WORLD OF ANIMALS

Purgina T. A.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

The article raises questions of research of an internal world of animals, building of mutual relations of the man with wildlife. The hypothesis of complementarity between humans and animals in the general evolution of life on the planet is put forward.

Keywords: inner world of animals, behaviorism, ethology, intellect, emotions, noosphere.

Существует множество причин, по которым люди заводят домашних животных. Одной из них является утрата веры в себе подобных. Такая фрустрация вынуждает человека искать эмоциональной помощи у животных. Многим, возможно, знакомо утверждение, что «животные лучше людей». Однако не будем спешить соглашаться или не соглашаться с этим утверждением. В этой статье мы попробуем разобраться, насколько хорошо мы знаем животных, чтобы делать подобные сравнения. Мы постараемся узнать, какие сейчас имеются методы для познания внутренней жизни животных, поговорим о том, далеко ли продвинулась наука в изучении мотивов поведения «братьев наших меньших».

Иногда, нам кажется, что в отношениях между людьми не существует такой преданности, на которую способна собака. Но, с другой стороны, собака не отягощена моральными обязательствами, зачастую противоречащими друг другу. Ей известно только простое противоречие между желаниями и обязанностями. С точки зрения человеческой ответственности, даже самая верная собака выглядит в значительной степени аморальной. Как писал один из основоположников науки о поведении Конрад Лоренц: «Только те, кто по-настоящему разбирается в поведении животных, способны в полной мере оценить то особое возвышенное место, которое в мире живых существ занимает человек» [4].

К сожалению, слишком многие любители животных, не учитывают этот этический момент и не хотят понять, что прекрасна только та любовь к животным, которая порождается *любовью ко всякой жизни* и в основе которой лежит подлинная любовь к людям. Те, кто способен чувствовать так, могут дарить свою привязанность животным без нравственного ущерба для себя. В то время как разочарованный и ожесточенный человек, ненавидящий все человечество и отдающий свою любовь *только и исключительно* собакам и кошкам, с большой вероятностью, нравственно деградирует и, в конечном счете, наносит вред своим же собственным питомцам. (Это, конечно, не относится к тем людям, которые по какой-либо

причине одиноки, и заводят животных, чтобы удовлетворить свою потребность любить и быть любимым).

Мы любим живые существа не за их материальную оболочку, а потому что предполагаем в них наличие внутреннего мира. Поэтому понимание — момент очень важный для любых подлинных отношений. До тех пор, пока внутренний мир другого существа не доступен нам непосредственно, понимание этого мира строится на его подобии со своим внутренним миром. Но идеи о сходстве внутренних миров человека и животного вызревали в истории человеческой культуры очень постепенно.

Так в XVII веке философ Рене Декарт утверждал, что животные не только не способны думать и иметь эмоции, но не могут испытывать даже боль. По его мнению, животные столь же чувствительны к боли, насколько чувствительны к ходу собственных стрелок механические часы. В XVIII веке шотландский философ Дэвид Юм уже не склонен столь категорично отрицать возможность умственных операций у животных. Вот, что он писал: «По подобию внешних действий зверей, что исполняем мы сами, мы судим о сходстве их внутреннего существа с нашим; и та же логика, продвинутая на один шаг вперед, заставляет нас сделать вывод, что, раз наши внутренние действия повторяют друг друга, причины, их породившие, также должны быть схожими. Таким образом, любая гипотеза, выдвигаемая для объяснения умственной операции, сходной для людей и зверей, должна рассматриваться в равной мере и для тех, и для других» [3].

В течение большей части XX века наука была очень осторожна и скептична в отношении интеллекта животных, однако уже не «отказывала» животным в возможности испытывать эмоции. В 1989 году философ Питер Каррутерс писал, что животные, которые, в отличие от нас, не наделены разумом (а, следовательно, не способны «мыслить о мышлении»), все же могут иметь нечто напоминающее эмоции, однако не в состоянии их ощущать [5].

Существовало и другое мнение, что, хотя животные и способны думать и чувствовать, их ментальная жизнь недоступна для нас, а значит, нет никакого смысла в попытках понять, что происходит в их головах. Если мы не можем узнать, что в действительности происходит в наших собственных человеческих головах, то попытки понять, как животные переживают эмоции, так и останутся домыслами. Эти попытки должны быть оставлены в пользу собирания научных фактов.

Этой точки зрения придерживались американские бихевиористы Дж.Б. Уотсон и Б.Ф. Скиннер. Они видели необходимость в том, чтобы избегать всяких предположений о таких неясных аспектах поведения, как эмоции, мысли и сознание. Скиннер полагал, что мы никогда не сможем узнать, что происходит в головах индивидов (неважно, людей или других животных), потому следует сконцентрироваться исключительно на поведении, доступном для наблюдения. В отличие от многих других ученых, Скиннер не говорил об отсутствии у людей или животных сознания. Он высказался против всякого научного обсуждения «мыслей и восприятия». Тех же самых взглядов Скиннер придерживался в отношении эмоций человека [5]. Бихевиоризм не принимал в расчет экологию и обучение, приспособленное к специфическим потребностям данного вида.

В XX веке появился еще один биологический метод изучения поведения животных и человека, предложенный К. Лоренцом и Н. Тинбергеном — этология, основанный на характерном для вида поведении в качестве приспособления к природному окружению. Этология занимается поведением, которое развивается естественным путем у всех представителей данного вида. Главный вопрос этологии — каким целям служит поведение.

В любом случае, прошли те времена, когда наука рассматривала животных или как механизмы, построенные по принципу «стимул-реакция», или как роботов, генетически наделенных полезными инстинктами. Обе стороны объединял фундаментальный

механистический подход: не следует принимать во внимание внутренний мир животных, а тот, кто принимает, придерживается антропоморфных и ненаучных взглядов [3].

Принципиальные изменения в отношении ко внутреннему миру животных можно заметить по тому потоку информации, который стремительно заполняет Интернет. Постоянно появляются новые сообщения о сложности познавательных процессов у животных, часто сопровождающиеся видеоматериалами в качестве подтверждения. Мы уже открыто говорим о культуре животных, их способности к сопереживанию и дружбе. Запретных тем больше не существует, в том числе, и в области разума, который раньше считался исключительной принадлежностью человека.

Появляются материалы не только о возможном сравнении познавательных процессов у людей и животных, но и о принципиальном превосходстве интеллекта животных над интеллектом человека по некоторым параметрам. Например, гипотеза о когнитивном компромиссе Тецуро Мацузаво говорит о том, что человек «обменял» свою кратковременную память на язык. Исследования, проводимые более десяти лет в НИИ приматов Киотского университета, зафиксировали колоссальное преимущество шимпанзе перед человеком в объёме кратковременной памяти [6]. Эти результаты были предсказаны ещё в начале 20 века в работе Анри Бергсона «Творческая эволюция», за которую автор получил Нобелевскую премию. Бергсон писал, что в эволюции людей и животных интеллект и инстинкт разошлись в разные стороны. Но инстинкт — это тоже вид знания — «врожденное знание вещи», в то время как интеллект — это способность «фабриковать неорганизованные, то есть искусственные орудия» [1, с. 162]. Язык позволил человеку работать с любой потенциальной формой, но из-за этого он *потерял способность непосредственного материального знания вещи, которое продолжало развиваться у животного*. Бергсон делает из этого парадоксальный вывод: «Есть вещи, которые способен искать только интеллект, но сам он никогда их не найдёт. Их мог бы найти только инстинкт, но он никогда не будет их искать» [1, с. 163].

Не значит ли это, что люди и животные — очень нужны друг другу, что их внутренние миры — *взаимодополнительны*, и что только сообщая они способны продолжить эволюцию жизни и сознания на нашей планете? Не случайно новую «оболочку жизни» учёные в XX веке стали называть не биосферой, а ноосферой — сферой мысли.

Итак, сегодня большинство любителей животных хотят знать, что происходит в головах их питомцев. При этом они не требуют, чтобы животные мыслями и чувствами воспринимали окружающее так же, как они сами, но хотят понять, насколько схоже их собственное переживание мира с их восприятием. Предположения о мыслях и чувствах животных обычно основываются на различных факторах. Некоторые из них — например, описание выражений морды, поз и поведения — можно назвать объективными. Другие — вследствие влияния нашего собственного опыта и представлений — могут привести к ошибкам в понимании психологии животных, так как каждый из нас в некоторой степени проецирует собственные чувства на животных. Поэтому важно «научиться концентрироваться на том, что вы видите, а не на том, что, по вашему мнению, это могло бы означать» [5].

Изучение взаимоотношений между хозяином и животным дает очень много для понимания психологии как людей, так и животных. Нередко у хозяина и собаки вырабатывается общность манер и привычек. Такое сходство может усиливаться благодаря выбору определенной породы или конкретного животного, так как этот выбор обычно подсказывается родственными чертами характера.

Считывая эмоции, мы ищем информацию о том, что чувствуют их обладатели и какие действия могут предпринять в будущем. Такой опыт может способствовать развитию нашего умения читать между строк, но, как заметил Чарльз Дарвин в своей книге «Выражение эмоций

у человека и животных» [2], такие базовые эмоции, как страх, гнев, радость и отвращение, выражаются на лицах собак точно так же, как на лицах людей.

Неслучайно, такие высокосоциальные животные как человек или собака наделены исключительно выразительными лицами. Морды живущих обособленно животных относительно бесстрастны, так что понять испытываемые ими эмоции непросто. Это можно легко объяснить: животным-одиночкам не важно, будут ли их эмоции понятны другим — других просто не существует. Но для животных, обитающих в тесно сплоченной группе, важно знать эмоции других ее членов, так как это является предсказателем последующих действий. Эта информация имеет огромную практическую пользу, потому что поведение одного индивида оказывает определенное влияние на окружающих. Таким образом, чем значимее поведение индивида для остальных членов группы, тем важнее для них возможность определять эмоции по выражениям лица и позам тела. Выражение эмоций и способность к их чтению являются ключевыми компонентами социальных отношений, в которых участники могут выбирать, как себя вести.

Чтение мимических выражений животных учат нас значительно лучше понимать лица людей. Развитые способности к чтению лиц помогают в затруднительных ситуациях узнать истинные чувства других людей безотносительно к тому, что они говорят. Мышцы лица труднее, чем все прочие наши мышцы, поддаются сознательному контролю: наши брови могут едва заметно изменять положение, когда мы беспокоимся, сердимся или боимся, но эти движения не совершаются сознательно. Сознательный контроль мышц лица сложен в виду их тесной связи с эмоциональными центрами мозга. Многие из этих соединений обходят стороной рациональную, думающую часть мозга, отчего процесс сознательного принятия решений становится невозможным. Поэтому, несмотря на возможность людей к вербализации, позволяющую выразить словами все, что мы хотим, куда более честными индикаторами внутреннего эмоционального состояния являются наши лица. Об этом замечательно писал Пол Экман в своих бестселлерах «Психология эмоций» и «Психология лжи» [7].

Можно сделать вывод, что возможность внимательно вглядываться в выражения различных страстей у некоторых самых обыкновенных животных имеет огромное значение, потому что позволяет решить вопрос, насколько известные выражения у человека характерны для определенных душевных состояний [2].

Пытаясь понять внутренний мир животных, мы узнаем много нового о самих себе: о достоинствах и недостатках своего интеллекта, об особенностях своей эмоциональной жизни, о своём характере и о своих предпочтениях. Животные становятся для нас своего рода зеркалом, показывающим наши достоинства и недостатки честно и без прикрас. Мы очеловечиваем животных, но главное, что *они очеловечивают нас* — и этот взаимный процесс очень важен для нравственной эволюции всего живого на нашей прекрасной планете.

Библиографический список

1. Бергсон А. Творческая эволюция. — М.: ТЕРРА-Книжный клуб, КАНОН-пресс-Ц, 2001. — 384 с.
2. Дарвин Ч., Экман П. О выражении эмоций у человека и животных. — С-Пб.: Питер, 2013. — 320 с. — Серия «Мастера психологии».
3. Де Вааль Ф. Достаточно ли мы умны, чтобы судить об уме животных? — М.: Альпина нон-фикшн, 2019. — 404 с. — Серия «Книжные проекты Дмитрия Зимина».
4. Лоренц К. Человек находит друга. — М.: Римис, 2010. — 240 с.
5. Макконнелл П. Эмоции людей и собак. — М.: Dogfriend Publishers, 2015. — 340 с.

6. Шимпанзе обошли студентов в тестах на память / Сайт Сеченовского университета. URL: <https://www.sechenov.ru/pressroom/publications/shimpanze-oboshli-studentov-v-testakh-na-pamyat1/> (дата обращения: 23.03.2021).
7. Экман П. Психология лжи. Обмани меня, если сможешь. – СПб.: Питер, 2018. – 384 с.

ЛИНГВИСТИКА И МЕЖКУЛЬТУРНАЯ КОММУНИКАЦИЯ

УДК 1751
ГРНТИ 16.21.45

АНГЛИЦИЗМЫ В РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Деденев Е. А.

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

dedenev02@gmail.com

Англицизмы твердо вошли в наш язык и в нашу жизнь. Такие слова как «кофе», «спорт», «пакет» уже не кажутся инородными, они используются на равне со словами «чай», «мед», «пароход». Но почему слова из английского все чаще переходят в русский язык? И каким образом с точки зрения лингвистики это происходит?

Ключевые слова: англицизмы, русский язык, глобализация, английский язык, причины заимствования, строение англицизмов.

ANGLICISMS IN RUSSIAN LANGUAGE

Dedenev E. A.

NTRNU MEPHI, Ozersk

Anglicisms have firmly entered our language and our life. Words such as "coffee", "sport", "package" no longer seem foreign, they are used on a par with the words "tea", "honey", "steamer". But why are words from English increasingly moving into Russian? And how, from a linguistic point of view, does this happen?

Keywords: anglicisms, the Russian language, English, the reasons for borrowing, the structure of anglicisms.

Наверное, каждый из нас слышал о таком явлении как глобализация. Это неудивительно, потому что именно сейчас мы живем в век, когда страны всего мира идут к ней. Подростки, к примеру, из Америки и России, находясь на разных континентах слушают почти одинаковую музыку, носят одинаковую одежду, пользуются одной и той же техникой – все это результат развития технологий и последующей за этим развитием глобализацией.

Естественно, имея схожие атрибуты жизни, язык людей тоже преобразуется. Поэтому первопричиной всех заимствований является тенденция всего мирового сообщества к глобализации. Людям из разных стран банально удобней называть вещи одинаковыми словами («худи», «тюнинг», «инвесторы»).

Ну а дальше идут уже причины «второго уровня», а именно:

1. Появление новых понятий, предметов, которых раньше не было в язык: *браузер, подкаст, блокбастер, франчайзинг, франшиза*.

2. Тенденция к замене словосочетаний, одним словом.

Русский язык конечно велик и могуч, но иногда бывает так, что для понятия того, что говорит говорящий нужно несколько слов, когда как в английском языке существует аналог,

занимающий всего одно слово, именно такие слова и попали в эту группу: *кастинг, риелтор, краш, кринж, рофл, хайп, войсить, вайб*.

3. Стремление к модному, более современному слову: *консалтинг, клининг, ремейк, митинг, скинуть, дэй-офф, факап, таск, фитнес, хейтер, шузы, хаер, сейшн, агрить, войсить, гамать, краш, пруф, рофл, фолловить*.

Как правило, тенденция использовать более модные слова замечается именно у молодежи. Из-за того, что подростки потребляют много иностранного контента, им порой проще использовать английский вариант слова и быть моднее – именно так и появляются англицизмы. Вместо того, чтобы сказать «волосы», на много круче будет сказать «хэйр», да и кто в наше время смеется, сегодня все подростки «рофлят».

4. Выравнивание словаря к международному лексическому стандарту: *холдинг, сноуборд, продюсер, дедлайн*.

Многие заимствования подчиняются правилам русского языка и сохраняют черты оригинала. В большинстве случаев освоение заимствованного слова происходит путем аффиксации, характерной для принимающего языка. В таблице 2 представлены некоторые признаки англицизмов:

Таблица 2 – Признаки англицизмов

Признаки	Примеры
суффикс -инг/-ing	<i>роуминг, лизинг, аутсорсинг, биллинг, трекинг</i>
наличие суффикса -ер/-er	<i>аутсайдер, брокер, ваучер, дилер, инсайдер, хаер</i>
суффикс -ор/-or	<i>инвестор, офшор, риелтор, микропроцессор</i>
суффикс -мент/-ment	<i>менеджмент, адвертисмент, энтертейнмент</i>
суффикс -ция	<i>инвестиция, ротация, каллобарация</i>
суффикс -ист	<i>теннисист, футболист, программист, лоббист</i>
суффикс -шн, -шен/-ion	<i>фэшн, нон-фикшн, продакшен, промоушн</i>
морфема -мен, -ман/-man	<i>мичман, шоумен, спортсмен, рекордсмен</i>
морфема -борд/-board	<i>билборд, скейтборд, сноуборд</i>
морфема -вай, -вей/-way	<i>фривей, хайвей, спидвей, трамвай</i>
морфема -ап/-up	<i>апгрейд, апплет, стартап</i>
морфема -бэк	<i>камбэк, бэкслэш, кешбэк</i>
калькирование	<i>бэби, окей, барбекю, видео, секьюрити, топлес, шоу</i>

Стоит заметить, что эта морфема в русском языке может использоваться по-разному. Правильно будет и так, и так -бек и -бэк.

Англицизмы буквально повсюду, и на сегодняшний день их можно встретить в таких сферах, как:

- политика: *администрация, мэр, вице-мэр, парламент*;
- экономика: *инвестиция, брокер, дилер, ваучер, бартер*;
- спорт: *бадминтон, баскетбол, бейсбол, бокс, сноуборд*;
- it-сфера: *браузер, программа, монитор, ноутбук*;
- подростковый сленг: *шузы, хаер, кринж, рофл*;

- средства массовой информации: *контент, тв, саундтрек, гламур, презентация, спонсор, токиоу;*
- музыка: *синглы, треки, ремейки.*

Большинство вышеперечисленных слов употребляются как «свои». Но является ли проблемой такое большое количество иностранных слов в русском языке? С одной стороны, ярый патриот скажет, что надо искать свои названия для новых предметов и явлений. С другой же стороны мы живем в век глобализации, в век, когда все страны ведут между собой неразрывные политические, социальные и экономические отношения. А если есть взаимодействие, то и, конечно, будет какое-то влияние одних языков на другие. Проанализировав слова, перешедшие в наш язык, мы сделали следующие выводы:

1. Лексика абсолютно любого языка расширяется и дополняется, в том числе за счёт словарей иных языков. Это неизбежное и естественное явление. Технологическое развитие всего мира, социальные отношения, экономические отношения только способствуют этому явлению.

2. Во время заимствования приобретаются не только лексические единицы, а также приобретается опыт, пришедший с языком.

3. Проблема заимствования, конечно, же есть, но она очень противоречива. С одной стороны, проникновение слов в язык диктует мода, с другой же стороны, иноязычные слова обгорают его, дают названия новым понятиям, действиям, предметом.

4. Переход слов из языка в язык тесно связан с глобализацией.


5. Многие англицизмы уже не выбросишь из языка, они приобрели общественную значимость. Однако не стоит применять их слишком часто. Ведь «сила народа в родном языке».

Проведя опрос среди студентов и преподавателей, можно сделать следующие выводы (анкета представлена в приложение 1). На вопрос «Понятны ли вам значения таких слов, как "браузер", "смартфон", "интерфейс"?» 100% опрошенных ответили, что все слова понятны и знакомы – это говорит о твердой позиции англицизмов в русском языке. А на вопрос «Как вы считаете, правильно ли, что англицизмы постепенно заменяют русские аналоги.» 82,9% согласилось, что некоторые русские слова действительно удобно заменить. К глобализации 45,7% относится положительно, 51,4% равнодушны, а против проголосовало лишь 2,9%. Поэтому с уверенностью можно утверждать, что англицизмы в русском языке занимают прочную позицию. Наша задача – научиться их правильно использовать.

Библиографический список

1. Антонова Е. В. Заимствования из английского языка современным русским языком новейшего времени. / Е. В. Антонова. — М., 2008. — 173 с.
2. Горбов А. А. О некоторых проблемах интерпретации иноязычного материала при описании новых заимствований в русском языке // Вопросы языкознания. 2011. № 6. С. 29-40.
3. Крысин Л. П. Лексическое заимствование и калькирование в русском языке последних десятилетий // Вопросы языкознания, 2002, № 6. — С. 36-44.
4. Степихов А. А. О грамматическом освоении иноязычной лексики в русском языке в аспекте категории рода // Acta Linguistica Petropolitana. Труды Института лингвистических исследований Российской академии наук / ред. М. Д. Войекова, Е. Г. Сосновцева. СПб.: Наука, 2015. Т. 11. Ч. 1. С. 297-317.
5. Черноголовина, Т. Г. Новейшие англицизмы в современном русском языке / Т. Г. Черноголовина, Н. В. Худякова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 47 (181). — С. 255-258. — URL: <https://moluch.ru/archive/181/46693/> (дата обращения: 28.03.2021).
6. Электронный словарь Wikipedia [Электронный ресурс] — Режим доступа: открытый. (дата обращения: 28.03.2021).

Приложение 1

<p>Опрос на тему: «Англицизмы в повседневной жизни» Это абсолютно анонимный вопрос. Просьба особо не задумываться и отвечать тем вариантом, который первый придет в голову. <u>Опрос можно пройти онлайн:</u></p>	
Укажите свой возраст _____	
Как часто в своей жизни вы сталкиваетесь с англицизмами? а) Очень часто б) Часто в) Иногда г) Редко д) Очень редко	
Понимаете ли, вы молодежный сленг? а) Да б) Что-то понимаю, что-то нет в) Нет	
Понятны ли вам значения таких слов, как "кринж", "рофл", "флейм", "вайб", "форсить"? а) Все слова понятны и знакомы б) Какие-то слова знаю, какие-то не знаю в) Нет, впервые вижу эти слова	
Понятны ли вам значения таких слов, как "браузер", "смартфон", "интерфейс"? а) Все слова понятны и знакомы б) Какие-то слова знаю в) Нет, впервые вижу эти слова	
Понятны ли вам значения таких слов, как "фейк", "скилл", "хайп"? а) Все слова понятны и знакомы б) Какие-то слова знаю, какие-то не знаю в) Нет, впервые вижу эти слова	
Понятны ли вам значения таких слов, как "медиа", "релиз", "трейлер"? а) Все слова понятны и знакомы б) Какие-то слова знаю, какие-то не знаю в) Нет, впервые вижу эти слова	
"Я не рофлю. Это рил, рарный айтем! "Уже нафармил три касика себе на худи» Понятен ли вам смысл этих предложений? а) Да, понятен б) Почти все понял, но есть слова, которые впервые вижу в) Нет, тут написан какой-то бред	
Знали ли вы, что такие слова, как "биатлон", "хоккей", "джинсы", "принтер", были заимствованы из английского языка? а) Нет не знал б) Знал, но не про все в) Да, знал	
Как вы считаете, правильно ли, что англицизмы постепенно заменяют русские аналоги. а) Абсолютно неправильно б) Некоторые русские слова действительно удобно заменить в) Очень много русских слов нужно заменить англицизмами	
Поддерживаете ли вы тенденцию всего мира к глобализации? а) Да б) Нет в) Отношусь к этому равнодушно	

УДК 811.92
ГРНТИ 16.21.23

ЯЗЫКИ ТОЛКИЕНА: НА ГРАНИЦЕ ИСКУССТВЕННОГО И ЕСТЕСТВЕННОГО

Давиденко Е. С., Рокутов С. А., Шлебин А. Д., Сулейманова И. В.

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

mikuru74@mail.ru, ugrokbtapochkax@gmail.com, rokutov01@mail.ru

В статье рассматриваются авторские искусственные языки Дж.Р. Толкиена с точки зрения их имитации естественного языка. Выполнено их сравнение как с искусственными, так и с естественными языками, в результате чего выявлено большинство свойств, присущих последним. Доказано их право считаться «живыми», пусть и в ограниченном кругу «толкинистов».

Ключевые слова: естественные языки, искусственные языки, Толкин, вымышленный мир, артланги, свойства языка.

TOLKIEN'S LANGUAGES: ON THE BORDER OF THE ARTIFICIAL AND THE NATURAL.

Davidenko E. S., Rokutov S. A., Shlebin A. D., Suleymanova I. V.

OTI NRNU MPhI, Ozersk

The article considers J.R. Tolkien's artificial languages from the point of view of their imitation of a natural language. It compares them to both artificial and natural languages, revealing most of the features inherent in the latter. It is proved that they have the right to be considered as "living" ones, but in a limited circle of "Tolkienists".

Keywords: natural languages, artificial languages, Tolkien, fictional world, artlanguages, language properties.

На данный момент насчитывают около семи тысяч языков. Из них только 40 использует более 60% населения, 400 считаются вымирающими. Может показаться странным, что при таком количестве естественных языков создаются искусственные языки.

По всей видимости возникло желание и даже необходимость в создании языка, который был бы лишен недостатков любого «натурального». Такие попытки начали предприниматься ещё на рубеже XVII-XVIII вв. Однако целей преследовалось несколько, разнились диапазон их применения, специализация, степень сходства с естественными языками. Отсюда и возникновение разных категорий искусственных языков.

Нас же заинтересовала категория, являющаяся противоположностью используемых в реальном мире искусственных языков. Это искусственные языки виртуальных (вымышленных) миров или артланги. А именно языки мира Толкиена. На наш взгляд они выделяются из всех искусственных языков, созданных для вымышленных миров литературы, кино и компьютерных игр. Более того, мы задались целью доказать, что языки Толкиена имеют гораздо больше общего с естественными языками, чем любые другие артланги.

Джон Рональд Руэл Толкиен был писателем, известным филологом, специалистом по древнегерманским и кельтским языкам. Его увлечением было конструирование языков. Со временем, он создал целую систему вымышленных языков общения эльфов и других существ, а также мир, где они могли бы существовать. Это как минимум пятнадцать эльфийских диалектов: протоэльфийский, общий эльдарин, квенья и другие, несколько языков людей

Средиземья, секретный язык гномов — кхуздул, языки для энтов, валар, орков и Черное Наречие империи Саурана.

Для того чтобы показать, насколько грандиозным и масштабным стал его проект, и насколько он схож с привычными нам естественными языками общения, следует рассмотреть характеристики как естественных, так и искусственных языков и провести сравнение с языками мира Толкиена.

Естественные и искусственные языки различаются, прежде всего, по характеру возникновения. Естественный язык возникает стихийно, его никто специально не создает. Напротив, искусственный язык сначала кто-то придумывает, и лишь потом он приступает к выполнению своей роли средства общения. У естественного языка нет конкретных авторов, а у искусственного хотя бы один такой автор обязательно есть. По этому признаку языки Толкиена безусловно считаются искусственными, поскольку у них есть автор.

Естественный и искусственный языки различают по сфере применения: у первого она универсальная, а у второго — локальная. Универсальность применения естественного языка означает, что он используется во всех без исключения видах деятельности. А вот искусственный язык имеет узконаправленное применение. Для Толкиена его языки были живыми функционирующими языками. Он считал, что квенья, созданный для «Властелина колец», обладал и собственной, внетекстовой реальностью. За границами известной трилогии на этом языке им были написаны ещё две поэмы. Всю свою жизнь Толкиен продолжал совершенствовать Высокий Эльфийский, который, согласно словам его сына Кристофера, был «языком его сердца». В настоящее время этот язык популярен среди фанатов трилогии, на нем проходят тематические встречи, издаются статьи, пишутся стихи. Сфера его применения несравнима с локальностью других искусственных языков; он, как и естественный, отчасти универсален.

Естественный язык — это открытая система, незавершенная и не завершаемая. Поскольку деятельность людей развивается, развивается и язык. Об этом говорит наличие в естественном языке исключений из правил, которые используются наравне с правильными выражениями. Искусственный язык — это закрытая, завершённая система, в которой все выстроено по правилам и нет никаких исключений. По этому признаку языки Толкиена нельзя отнести ни к искусственным языкам, ни к естественным, поскольку есть несколько исключений из правил, но они немногочисленны. Например, в Синдарине (языке эльфов) некоторые слова, начинающиеся с согласных «d», «b» и «g», при мутации ведут себя непредсказуемо. Основному правилу они не подчиняются и являются исключениями [3].

Манифестируемость естественного языка в речи — проявление языка в виде речи, понимаемой как говорение, протекающее во времени и облечённое в звуковую или письменную форму. Известно, что далеко не все искусственные языки обладают этим свойством. Большинство имеют скорее письменную форму, нежели устную.

В языках вселенной Толкиена, в том числе и в эльфийском языке, существуют как письменные, так и устные формы. Толкиен изобретал не только языки, но и системы письменности. Он был талантливым каллиграфом. Также у каждого языка из вселенной есть собственное произношение, оно подчиняется определенным правилам. Толкиен создал вселенную, в которой происходит коммуникация на собственных языках.

Этничность — неотъемлемая и двусторонняя связь языка с этносом. Касаемо искусственных языков, вряд ли можно говорить о какой бы то ни было этничности. Исключением являются артланги, создаваемые для литературных произведений, фильмов, компьютерных игр, в которых есть свой мир, а его можно рассматривать как некий этнос. Во вселенной Толкиена чётко прослеживается связь этноса и языка. Для каждой расы существует свой язык, своя географическая территория. Понятие этничности строится также на основе культурной самоидентификации этнической общности по отношению к другим общностям, с которыми она находится в фундаментальных связях. Для определения этнической общности

существуют такие критерии как антропологический тип, географическое происхождение, хозяйственная специализация, религия, язык и даже черты материальной культуры (пища, одежда и т. п.). Языки эльфов – квенья и синдарин – заметно отличаются от «черного наречия» Саурона. Эльфы любили свой язык, относились к нему бережно и развивали его, а орки и гоблины говорили, как хотели и искажали другие языки. Неразвитость их языка видна и в том, что у них не было даже имен, они обращались друг к другу восклицаниями.

Эволютивность — неограниченная способность языка к бесконечному его развитию и модификациям. За всё время существования человечества естественный язык подвергся существенным изменениям в связи с прогрессом общества и территориальным градиентом населения. Искусственным языкам не свойственно эволюционировать, но в случае с языками Толкиена четко прослеживается эволюция языка в ходе развития мира и народа. Так, сначала возник протоэльфийский, являющимся одним из самых простых, который разделился на несколько других, более сложных языков. Дальше происходило расселение народов, появлялись новые диалекты и языки [4].

Кроме вышеназванных характеристик особенностью естественных языков является их диалектика, которая проявляется в ряде противоречий или антиномий. Они были сформулированы В. Гумбольдтом в работе "О сравнительном изучении языков". Им раскрывается внутренняя сущность языка, которая представляет собой целое, состоящее из противоречащих друг другу понятий, и именно эта противоречивость и определяет характер языка. [1]

Некоторые из этих антиномий мы увидели и в языках Толкиена, что, по нашему мнению, также сближает их с категорией естественных языков.

Антиномия объективного и субъективного в языке. «Являясь по отношению к познаваемому субъективным, язык, наоборот, по отношению к человеку объективен» [1]. Язык нам принадлежит, потому мы воспроизводим его сами, своей деятельностью. Но он нас и ограничивает. Мы пользуемся теми языковыми шаблонами, которые были до нас. Периодически возникают новые слова, термины, которые сразу могут не восприниматься, но это не означает что они не имеют смысла. Язык, переходя от всего ограниченного, индивидуального к всеобъемлющему бытию, становится средством преобразования субъективного в объективное. В мире Толкиена также просматривается эта особенность. Обитатели его вселенной ограничены своими языками. Например, в эльфийском, объективной считается та речь, которую воспроизводят сами эльфы. Их речь мелодична, красива, а речь других существ, говорящих на эльфийском, звучит топорно и "грязно". Каждый воспроизводит этот язык со свойственными ему особенностями – это и считается субъективным. Множество этого субъективного создает новое объективное.

Антиномия произвольности знака и мотивированности элементов языка. Слова являются знаками понятий и облекаются в звуковую форму. По мнению Гумбольдта, между звуковым выражением и понятием нет никаких связей. Что касается мотивированности элементов языка, то его внутренние закономерности, его структура обуславливают обозначения этих понятий. [1] Толкиена при конструировании языков больше всего интересовала форма слова и фонетическое соответствие слова его значению. В «Тайном пороке» он вспоминал, что лингвистические структуры действовали на него как музыка или цвет; ему всегда хотелось понять, что в единстве смысла и символа традиционно, а что – следствие его личных склонностей и пристрастий. [2]

Антиномия языка и мышления – это неразрывность слов и понятий. Язык является средством познания и создания новых понятий. С другой стороны, он и ограничивает человека в этом процессе. В результате этого противодействия язык обогащается средствами выражения. То есть идёт постоянное развитие языка. Так эльфы постоянно совершенствовали свой язык, находили всё новые и новые слова, которые могли бы передать всю красоту окружающего их мира.

К тому же, естественный язык – это «нерукотворный артефакт», он развивается естественным путем. Язык появился вместе с человеком как часть среды, которая окружает его. С другой стороны, нельзя отрицать того, что человек может сознательно изменять язык. Толкиен сконструировал языки, после чего создал “под них” свою собственную вселенную. И тут стоит рассматривать его языки с нескольких сторон: либо рассматривать систему языков «изнутри» вселенной, либо со стороны читателя.

Если смотреть с первой стороны, то для всех народов существуют свои собственные и уникальные языки, которые не похожи на остальные. Они существуют для конкретных народов, при этом видоизменяясь в зависимости от региона проживания расы (напр. Эльфы). С другой стороны, все эти языки и их ареальную классификацию придумал автор, но сделал он это так, чтобы языки его вселенной были максимально приближены к естественным языкам.

Антиномия целого и единичного в языке. Язык принадлежит одновременно и отдельному человеку, и всему коллективу. И во всей своей полноте раскрывается только в живом употреблении. Гумбольдт обращал внимание на необходимость изучения не столько мертвых, сколько живых языков, их народного словоупотребления. Языки Толкиена многие годы развиваются его поклонниками. Даже тот эльфийский язык, на котором говорят в фильме «Властелин Колец» – это уже отчасти результаты и их трудов.

Антиномия индивидуального и коллективного в языке. Языки являются творением как народов, так и отдельных лиц. Любой язык выражает мировоззрение каждого человека; но человек немислим отдельно от народа, к которому он принадлежит. Как деятельность язык предполагает говорящего и слушающего.

Языки Дж.Р. Толкиена оказались способны преодолеть границы художественного мира и обрести определенное пространство в нашем. Они стали причиной создания аутентичной литературы на искусственном языке. Для фанатов Толкиена его языки являются способом общения и в нашем мире, т.е. естественными языками. Если мы принимаем утверждение, что условием существования возможных миров является актуальная языковая форма, то тогда и языкам, придуманным Толкиеном, также трудно отказать в праве быть «естественными». Они обладают множеством свойств, присущих естественным языкам, являясь живыми, пусть и для ограниченного числа людей; на этих языках создаются тексты, словари, выходят исследования по вопросам их грамматики, поэтому об этих языках нельзя говорить, как о «мертвых», так как они не существовали до текстов Толкиена [2].

Библиографический список

1. Березин, Ф. М. История лингвистических учений. – М., 1984. – 319 с. Антиномии языка. URL: <https://www.sites.google.com/site/vgumboldt/antinomii> (дата обращения: 15.03.2021)
2. Бразговская Е.Е. Авторские языки для «возможных» миров: Х. Л. Борхес, У. Эко и Дж. Р. Толкиен. Филолог. URL: http://philolog.pspu.ru/module/magazine/do/mpub_7_138 (дата обращения: 16.03.2021)
3. Летунов Алексей “Полный курс эльфийского”. URL: <http://audiolang.info/uchebnik-sindarina/> (дата обращения: 03.03.2021)
4. Полинченко Д. Ю. Естественный язык как лингвокультурный семиотический концепт: Автореф. дис. канд. филол. наук. Волгоград, 2004. URL: <https://www.dissercat.com/content/estestvennyi-yazyk-kak-lingvokulturnyi-semioticheskii-kontsept-na-materiale-russkogo-i-angli> (дата обращения: 10.03.2021)

УДК 81
ГРНТИ 16.21.33

ОСОБЕННОСТИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ КОННОТАЦИЙ КАК ЯЗЫКОВЫХ УНИВЕРСАЛИЙ НА ПРИМЕРЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ ВАЛЬТЕРА СКОТТА «ГОБЕЛЕНОВАЯ КОМНАТА»

Зубаирова К. Ф., Ползунова М. В.

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

MVPolzunova@mephi.ru

Данная статья посвящена рассмотрению английских отрицательных коннотаций в художественном тексте на примере произведения Вальтера Скотта «The Tapestryed Chamber».

Ключевые слова: стилистически окрашенная лексика, коннотация, денотация, привидение.

FEATURES OF NEGATIVE CONNOTATIONS AS LANGUAGE UNIVERSALS ON THE EXAMPLE OF WALTER SCOTT'S WORK "THE TAPESTRYED CHAMBER"

Zubairova K. F., Polzunova M. V.

OTI NRNU MEPHI, Ozersk

This article is devoted to the consideration of English negative connotations in the literary text on the example of Walter Scott's work "The Tapestryed Chamber".

Keywords: stylistically colored vocabulary, connotation, denotation, ghost.

Лексика каждого языка, в том числе английского, имеет свое разнообразие и отличительные черты, которые можно выявить при ее сопоставлении с лексикой других языков или этого языка на предыдущих этапах развития. К таким чертам относится наличие слов широкой семантики, значение которых может проявляться в устойчивых или свободных словосочетаниях и определенном контексте [5].

Широкой семантикой обладает стилистически окрашенная лексика – однозначные слова или отдельные значения многозначных слов, которые способны вызывать особое стилистическое впечатление вне контекста. Особенностью стилистически окрашенной лексики является возможность ее употребления вне выбранного стиля. Так, в художественных текстах используется все многообразие словаря независимо от функциональной закреплённости слов.

Каждое слово имеет буквальное, основное значение, называемое денотацией. Это простое определение термина, которое в первую очередь указывается в словарях. Но в значении многих слов содержатся не только общие сведения об определенном предмете, но и непредметная информация – коннотация [2].

Разные авторы имеют собственную трактовку термина «стилистическая коннотация» (окраска, значение). Если говорить в общих чертах, коннотация – это тип лексической информации, сопутствующей значению слова. Коннотация отражает дополнительные признаки обозначаемого им предмета. Он не является необходимым для применения слова, но устойчиво связан с обозначаемым объектом в сознании носителей языка [6].

Коннотации передают принятую в данном языке и культуре общества оценку предмета или явления и отражают культурные традиции. Примером является использование слова «заяц» во многих европейских языках с коннотацией «трусости». Толкование слова не связано

с данным признаком, но «заяц» часто употребляется в переносном значении при описании трусливого человека, так как данное качество является постоянной характеристикой зайца как сказочного персонажа в фольклоре многих народов.

Непредметная информация лексических единиц содержит не только экспрессивно-эмоциональные коннотации, но и отражает влияние стилеобразующих факторов: сфера общения, содержание речи, особенности функционального стиля, взаимоотношения между адресантом и адресатом сообщения, отношение говорящего к предмету речи и др. В некоторых лингвистических единицах содержатся исторически сложившиеся характеристики слова как устарелого, вульгарного и т.д. Одно и то же слово может совмещать в себе разные коннотации.

В стилистически окрашенной лексике Е.Ф. Петрищева выделяет:

- лексику, сообщающую о сфере своего употребления. К ней относятся книжные и разговорные слова, которые характеризуют возвышенную и обиходно-бытовую сферу соответственно.
- лексику, характеризующую говорящего. Данные слова сообщают информацию о принадлежности субъекта к определенной категории носителей языка.
- лексику, сообщающую об отношении говорящего к предмету речи. Этот тип можно подразделить на рассудочные слова (вызывают у адресата речи определенное отношение к объекту) и эмоционально-оценочные слова (сообщают адресату речи об эмоциональном состоянии адресанта и указывают на чувства, которые обычно вызывает данный объект у общества) [2].

Эмоционально-оценочная лексика передает всю совокупность оттенков человеческих эмоций: уважение, презрение, обида и другие. Лексемы с отрицательными смысловыми оттенками встречаются намного чаще, чем с положительными. К ним относится ироническое отношение к объекту, пренебрежение, указание на негативные качества личности, осуждение аморального поведения. Объектом могут стать явления, отдельный человек или целая социальная группа [7].

Стилистические коннотации для каждого языка специфичны. Так, в русском словаре существительное «вода» имеет значение бесполезности, а французское слово «eau» лишено такой коннотации и обозначает лишь отвар.

Английская лексика по сравнению с русской содержит намного больше коннотаций. Они вызывают особые трудности у носителей другого языка, только начинающих изучения английского. Это приводит к использованию обучающимися различных синонимичных слов, эмоциональный оттенок которых не совпадает с контекстом употребления. Они могут и не подозревать о наличии коннотаций до того момента, пока не столкнутся с данной темой при глубоком изучении английского языка.

Английские отрицательные коннотации можно встретить в художественных произведениях или реальных историях о привидениях. Данные тексты представляют отдельный блок английской литературы. Этому есть исторические объяснения.

Великобритания является мировым центром скопления привидений. Кельты, ее основатели, верили в переселение душ, и видение чей-то души считалось естественным явлением с точки зрения культуры. Это впоследствии стало причиной распространения традиций, связанных с духами и призраками. Поэтому особая часть эмоционального спектра англичан отражена в историях о встрече с «потусторонними гостями».

Примером такого художественного произведения является «The Tapestry Chamber» («Комната с Гобеленами») - короткая история из Ежегодника «Кипсек» 1812 года издания, написанная шотландским прозаиком Вальтером Скоттом [4].

Рассмотрим примеры английских коннотаций на основе данного произведения с использованием Современного англо-русского словаря В.К. Мюллера [1] и Толкового словаря русского языка С.И. Ожегова [3].

Кратко о сюжете. Генерал армии лорда Корнуэлса Браун вернулся после американской войны. Совершая поездку по западным графствам, он наткнулся на замок своего старого друга

лорда Вудвилла, который предложил генералу на несколько дней остаться в гостях. Вечером молодой лорд проводил Брауна в старинные апартаменты, где этой же ночью генерал встретился с ужасным призраком одной из прародительниц лорда Вудвилла. Утром Браун рассказал своему другу о ночном визите, а лорд признался, что Комната с Гобеленами, апартаменты генерала, ранее держались взаперти из-за ходивших о ней плохих слухов. Но лорд решил разрушить эту репутацию опочивальни, заселив туда одного из домочадцев или гостей. После случившегося Комната с Гобеленами была намертво заколочена.

В основном нам представлен негативный спектр эмоций главного героя: испуг, злость, отвращение, страх. По определенным словам в рассматриваемых далее фрагментах текста можно оценить чувство героя в определенной ситуации и его отношение к происходящим событиям.

Обратимся к текстовому фрагменту, содержащему описание призрака Брауном:

«There was no longer any question what she was, or any thought of her being a living being. Upon a face which wore the fixed features of a corpse were imprinted the traces of the vilest and most hideous passions which had animated her while she lived. The body of some atrocious criminal seemed to have been given up from the grave, and the soul restored from the penal fire, in order to form for a space a union with the ancient accomplice of its guilt. I started up in bed, and sat upright, supporting myself on my palms, as I gazed on this horrible spectre. The hag made, as it seemed, a single and swift stride to the bed where I lay, and squatted herself down upon it, in precisely the same attitude which I had assumed in the extremity of horror, advancing her diabolical countenance within half a yard of mine, with a grin which seemed to intimate the malice and the derision of an incarnate fiend... A hundred terrible objects appeared to haunt me; but there was the great difference betwixt the vision which I have described, and those which followed, that I knew the last to be deceptions of my own fancy and over-excited nerves.»

Выделенные в тексте фразы содержат отрицательные коннотации, разберем их и синонимичные им лексемы с точки зрения значений.

Прилагательные *hideous*, *horrible*, *terrible* являются синонимичными и означают «ужасный», но каждое имеет свой эмоциональный оттенок. В толковании слова *horrible* следующим по значению идет «жуткий», то есть объект вызывает чувство ужаса, сильного страха, доходящего до подавленности и оцепенения: «...узрев этот ужасающий призрак». Прилагательное *hideous* имеет оттенок «отвратительного»: «Лицо ее, чьи черты застыли в мертвом оскале, носило отпечаток всех гнуснейших и ужаснейших страстей, что обитали в ней при жизни.» *Terrible* - тяжкий, внушающий страх – указывает на ощущение сильной боязни: «Сотни кошмаров, один хуже другого, являлись ко мне. » Аналогичным является слово *scary*, оно имеет оттенок испуга, внезапного чувства страха.

Рассмотрим следующий текстовый фрагмент:

«There she is!» he exclaimed—«there she is, in form and features, though Inferior in demoniac expression to the accursed hag who visited me last night!»

Существительное *hag* переводится как «ведьма». В английском языке это же значение, но с определенными особенностями, имеют слова *witch*, *harridan*, *sorceress*. Рассмотрим каждое из них. При переводе существительных *witch* и *sorceress* получаем ведьму в позиции колдуньи, волшебницы, чародейки – женщины, обладающей магической силой и умеющей воздействовать на силы природы, людей, исцелять их или, наоборот, наводить болезни. В другом свете нам предстают слова *hag* и *harridan* - старая ведьма, карга, в некоторых источниках указывается старая греховница. Эти синонимы представляют другую подгруппу коннотаций: когда при переводе используется существительное «ведьма», уже не имеется в виду женщина-маг, а идет указание на злой характер и уродливость старухи. К этой же подгруппе относится английское слово *accursed* - «проклятый». В данном контексте подразумевается не тот, кого предали проклятию, а ненавистный, вызывающий досаду и злобу человек. В результате при использовании главным героем фразы *the accursed hag*

подразумевается не волшебница, имеющая проклятие, а обычная старуха, образ которой вызывает сильные отрицательные эмоции.

История Вальтера Скотта заканчивается предложением:

«Thus the friends, who had met with such glee, parted in a very different mood--Lord Woodville to command the Tapestry Chamber to be unmantled, and the door built up; and General Browne to seek in some less beautiful country, and with some less dignified friend, forgetfulness of the painful night which he had passed in Woodville Castle.»

Обратим внимание на фразу *the painful night* – «мучительная ночь». К английским словам с похожим значением относятся *agonizing, hurtful, distressing, arduous*. Рассмотрим их аналогично коннотациям из первого анализируемого фрагмента. В данном контексте *painful* имеет смысл мучительного как болезненного для морального состояния, неприятного. *Agonizing* подразумевает наличие состояния, схожего с агонией (предсмертное состояние организма), то есть испытание сильной физической боли на грани жизни и смерти. Слово *hurtful* показывает, что адресант испытывает мучение от обиды, *distressing* – огорчение, *arduous* – изнуренность, определенные трудности при выполнении какого-либо действия. В каждой из этих коннотаций субъект проходит через муки, но по разной причине.

Подведем итог. При ощущении таких сильных эмоций, как испуг, гнев, страх, мучение, чаще используется лексика, сообщающая об отношении говорящего к предмету речи, а сфера употребления слов и информация о принадлежности субъекта к определенному обществу уходят на второй план. Так, в произведении Вальтера Скотта «The Tapestry Chamber» при описании событий, связанных с призраком, использованы отрицательные эмоционально-оценочные коннотации в количестве одного существительного (*hag*) и шести прилагательных (*horrible, terrible, hideous, diabolical, painful, atrocious*).

Коннотации помогают передать оценку предметов, людей, событий. Они позволяют в данном контексте лучше передать восхищение, обиду, гнев и другие эмоции. Коннотации просто помогут разнообразить текст использованием новых синонимов. Но необходимо подбирать коннотации правильно, чтобы не допустить ошибки.

Коннотации каждого языка непредсказуемы. Об особенностях лексем можно узнать при подробном изучении словарей, где авторы стараются максимально передать весь объем многозначности слов. Данный процесс изучения лексики представляется очень долгим и трудоемким. Главное понимать, что многозначные слова, передающие эмоции и оценку говорящего, – это часть культуры народа и его национальное достояние.

Библиографический список

1. Мюллер В.К. Современный англо-русский словарь 300 тысяч слов с грамматическим приложением. «ЛадКом» - М. 2008 г. – 1072 с.
2. Стилистический энциклопедический словарь русского языка / Под ред. М.Н. Кожинной. Члены редколлегии: Е.А. Баженова, М.П. Котюрова, А.П. Сковородников. – М.: Флинта: Наука, 2003. – 696 с. (Дата обращения: 09.02.2021)
3. Толковый словарь русского языка: Ок. 100000 слов, терминов и фразеологических выражений / С. И. Ожегов; Под ред. проф. Л. И. Скворцова. – 26-е изд., испр. и доп. – М.: ООО «Издательство Оникс»: ООО «Издательство «Мир и Образование», 2010. – 1360 с.
4. Collings Rex. Classic Victorian & Edwardian Ghost Stories (Дата обращения: 20.02.2021)
5. <https://zdamsam.ru/a20153.html> (Дата обращения: 12.02.2021)
6. <https://www.krugosvet.ru/enc/lingvistika/konnotaciya> (Дата обращения: 01.03.2021)
7. <https://1-kak.ru/539-konnotaciya-chto-ehto.html> (Дата обращения 10.03.2021)

УДК 81-13
ГРНТИ 16.01.07

**РЕЧЕВОЕ ПОРТРЕТИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ, КАК СПОСОБ РАСКРЫТИЯ
ХАРАКТЕРА ЧЕЛОВЕКА НА ПРИМЕРЕ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ
А.С. ПУШКИНА «КАПИТАНСКАЯ ДОЧКА» И «ИСТОРИЯ ПУГАЧЕВА»**

Карамнов А. С., Насыров Д. А.

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

saashok74@mail.ru; danil-nasyrov-02@mail.ru

Данная статья посвящена описанию характера личности персонажа посредством его речи по методике, разработанной Е. В. Осетровой. Объектом нашего исследования является известный революционер Емельян Пугачёв. Проведено сравнение этих двух речевых портретов.

Ключевые слова: речь, речевой портрет, речевое поведение, речевая характеристика, характер.

**SPEECH PORTRAITING OF PERSONALITY AS A METHOD OF DISCLOSING THE
CHARACTER OF A MAN ON THE EXAMPLE OF ARTISTIC BY A.S. PUSHKIN'S
"CAPTAIN'S DAUGHTER" AND "HISTORY OF PUGACHEV"**

Karamnov A. S., Nasyrov D. A

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

The article is devoted to the description of the character of a character's personality through his speech according to the technique developed by E.V. Osetrova. The object of the research is the famous revolutionary Emelyan Pugachev. A comparison of these two speech potraits is also made.

Keywords: speech, speech portrait, speech behavior, speech characteristics, personality.

Речь – один из факторов, которые влияют на психическое развитие человека. С помощью речи формируются множество различных чувств человека. Именно с помощью неё, по нашему мнению, можно выявить множество различных черт и качеств человека. Современные психологи зачастую перед работой с человеком пытаются с ним поговорить, применяя разные приёмы и методики. Так с помощью полученной информации они составляют некий речевой портрет человека, отталкиваясь от которого они решают, какой линии поведения им стоит придерживаться.

Понятия «речевой портрет» не существовало вплоть до середины 60-х годов XX века. Впервые речевое портретирование возникло за рубежом. Оно связано с такими учеными как: D. Vice, G. Laswell, J. Alexander, D. Hendriks и т.д. Первым из отечественных ученых, кто начал изучение этой темы стал Михаил Викторович Панов. Он детально изучал речь отдельных личностей: писателей, политиков, ученых и т.д. [1] Благодаря его своеобразному эксперименту были заложены основные методики для описания личности по речевому портрету. Впоследствии его труды были продолжены другими отечественными учеными, такими как Е. В. Осетрова, О. Н. Паршина, Т. П. Тарасенко и др. В настоящее время понятие «речевой портрет» ассоциируется с некоторыми смежными понятиями, например, лингвокультурный типаж, языковой портрет, коммуникативный портрет, речевое поведение и речевая характеристика. Чтобы немного отделить понятие «речевой портрет», был введен

термин «диагносцирующее пятно», при сортировке и отборе которых происходит составление речевого портрета. Словосочетание «диагносцирующие пятна» было сформулировано Т.М. Николаевой как основное понятие методики создания индивидуальных и групповых речевых портретов.

Объектом нашего исследования стал известный революционер Емельян Пугачёв. Было проведено сравнение двух речевых портретов, составленных на основе двух произведений А.С. Пушкина: «История Пугачёва» и «Капитанская дочка».

Основной методикой, применяемой в исследовании, являются труды Е.В. Осетровой, потому что данный объект исследования вполне может считаться политическим деятелем. [2, с. 58] В литературных произведениях речь выступает в качестве средства, которое представляет характер каждого персонажа индивидуальным. С помощью речи мы можем судить о различных качествах персонажа. В основе исторического описания Пугачёва было взято произведение «История Пугачёва», потому что в нём представлены все исторические сведения:

«Сей исторический отрывок составлял часть труда, мною оставленного. В нем собрано все, что было обнародовано правительством касательно Пугачева, и то, что показалось мне достоверным в иностранных писателях, говоривших о нем.». [4, предисловие]

В трудах Осетровой Е. В. речевой портрет разделен на две части: содержательную и основательную. Что касается содержательной части, автор отмечает четыре основных критерия оценки:

1. Ключевые слова персонажа;
2. Образец настоящего времени;
3. Образец будущего времени;
4. Речёвки, лозунги.

Автор отмечает, что основательная (коммуникативная) часть несёт более глубокий смысл, так как политика судят по его речи, выразительности его слов. Также автор упоминает о том, что речь политика сразу направлена на две стороны: народ и оппонента. Теперь перейдём к практической части, где предпримем попытку применить методику, разработанную Е. В. Осетровой.

Впервые Емельян Пугачев упоминается во второй главе произведения «История Пугачёва»:

«Он отличался дерзостью своих речей, поносил начальство и подговаривал казаков бежать в области турецкого султана». [4, глава 2] Исходя из данной цитаты, можно заметить, что Пугачёв очень негативно относится к настоящей власти, ключевым словом является словосочетание «*поносил начальство*». Также в глаза бросаются ярко – выраженные попытки революционера повести за собой людей. Он также строит образец будущего мира для людей, которых он собирает за собой повести. *«...что у него на границе заготовлено двести тысяч рублей и товару на семьдесят тысяч и что какой-то паша, тотчас по приходу казаков, должен им выдать до пяти миллионов; покамест обещал он каждому по двенадцати рублей в месяц жалованья.»*. [4, глава 2] Из этого можно сделать вывод, что Емельян Пугачев был очень грамотным агитатором. Он четко и понятно выстраивал линию поведения касемо простых обычных людей. Никаких заумных слов, лишь простая речь, которая понятна простым жителям деревни.

Для грамотного политика очень важно дать ощущение защищенности своим подчинённым, чтобы они могли быть уверены в том, что именно за этим человеком можно идти вперёд. *«...он уверял, что и донские казаки не замедлят за ними последовать. Сверх того, сказывал он, будто бы противу яицких казаков из Москвы идут два полка и что около Рождества или Крещения непременно будет бунт.»*. [4, глава 2] Как отмечает Е. В. Осетрова политику очень важно, чтобы его речь была убедительной.

Пугачёв – очень уверенный в себе человек. Это ощущается во время взятия крепости:

«Берегись, государь, — сказал ему старый казак, — неравно из пушки убьют». — «Старый ты человек, — отвечал самозванец, — разве пушки льются на царей?». [4, глава 2]

Речь политика в основном направлена на слушателя, то есть простой народ. В нашем случае в произведении «История Пугачёва» есть отрывок, в котором писатель рассказывает об одной из фатальных ошибок, которые привели к краху Пугачёвской «империи». Этой ошибкой стало его высокомерие:

«...и когда самозванец стал сходить с лошади, при помощи двух из его казаков, подхвативших его под руки, тогда все пали ниц. Он приложился ко кресту, хлеб-соль поцеловал и, сев на уготовленный стул, сказал: «Вставайте, детушки». [4, глава 2]

Пугачёв очень гневно общался со своими «единомышленниками». Возможно, он скрывал свой страх за улыбками, сменяющимися гневом. Но лучше всего речь Пугачёва раскрыта в эпизоде приезда Пугачёва во двор к графу Панину:

«Я не ворон (возразил Пугачев, играя словами и изъясняясь, по своему обыкновению, иносказательно), я вороненок, а ворон-то еще летает...». [4, глава 8] В этом эпизоде раскрылась вся дерзость главного героя. Он играет словами, дерзит, огрызается.

Емельян Пугачёв был очень грамотным политиком. Это подтверждается его грамотно выстроенными лозунгами. Также об этом свидетельствуют его непоколебимая речь и близость к народу. Но его погубила чрезмерная самоуверенность, из – за которой он был предан близкими людьми. Он был хитёр, дерзок и силён идеей той самой «прекрасной России».

Речевой портрет Емельяна Пугачёва, основанный на литературном произведении «Капитанская дочка» не столь сильно отличается от портрета, сделанного по «Истории Пугачёва». По описанию Пушкина Пугачёв был безграмотен, всю канцелярию держали его помощники:

«Пугачев принял бумагу и долго рассматривал с видом значительным. «Что ты так мудроно пишешь? – сказал он наконец. – Наши светлые очи не могут тут ничего разобрать. Где мой обер-секретарь?». [3, глава IX]

По характеру Емельян был жесток, груб и прямолинеен. Это можно обнаружить в следующих строках:

«Да ты должен, старый хрыч, вечно бога молить за меня да за моих ребят за то, что ты и с барином-то своим не висите здесь вместе с моими ослушниками... Заячий тулуп! Я-те дам заячий тулуп! Да знаешь ли ты, что я с тебя живого кожу велю содрать на тулупы?». [3, глава IX]

Говоря о Пугачёве, нельзя не упомянуть о его тщеславии и способности переходить из крайности в крайность, что еще раз выдает его мужицкое происхождение:

«А разве нет удачи удалому? Разве в старину Гришка Отрепьев не царствовал?» [3, глава VIII]

«Казнить так казнить, жаловать так жаловать». [3, глава VIII]

В речи Емельяна Пугачёва можно было проследить большое количество пословиц и поговорок:

«В огород летал, конопли клевал; швырнула бабушка камушком – да мимо. Ну, а что ваши?» " Да что наши! – отвечал хозяин, продолжая иносказательный разговор. – Стали было к вечерне звонить, да попадья не велит: поп в гостях, черти на погосте». [3, глава II].

Рассмотрев Емельяна Пугачёва в двух произведениях, мы можем сравнить его речевые портреты. Речь и его лозунги очень схожи в двух произведениях. Главный герой очень негативно высказывался о настоящей власти, строил образец будущего мира, где все люди равноправны, где будет царить справедливость, но его отношение к делу и погубило его. Теперь можно непосредственно сравнить качества человека, основываясь на его речи.

Из сходств можно отметить, что Емельян Пугачёв был груб, прямолинеен и очень грамотен как стратег и лидер. Он был очень смел, но чересчур самоуверен. Емельян был хитёр, дерзок. Из различий можно отметить, что Пушкин описал Пугачёва как неграмотного человека

в литературном произведении «Капитанская дочка». На основе методик, разработанных Е. В. Осетровой, был проведён анализ речи Емельяна Пугачёва в двух произведениях А. С. Пушкина. Так же было проведено сравнение этих двух речевых портретов. Отсюда можно сделать вывод: речь человека – это его образ, по которому можно узнать всё.

Библиографический список

1. Гордеева М.Н. Речевой портрет и способы его описания. // Лингвостилистические и лингводидактические проблемы коммуникации. №6 -М., 2008. (01.04.2021)
2. Осетрова Е. В., Речевой портрет политического деятеля: содержательные и коммуникативные основания. 1999 г. (дата обращения 01.04.2021)
3. Пушкин А.С. «Капитанская дочка» (дата обращения 23.03.2021)
4. Пушкин А.С. «История Пугачёва» (дата обращения 24.03.2021)
5. <https://fb.ru/article/126672/portretnaya-harakteristika-pugacheva> (25.03.2021)
6. <https://obrazovaka.ru/sochinenie/kapitanskaya-dochka/portret-pugacheva.html> (25.03.2021)
7. <https://www.kritika24.ru/page.php?id=24092> (дата обращения 25.03.2021)
8. <https://www.literaturus.ru/2015/09/emeljan-pugachev-kapitanskaja-dochka-obraz-harakteristika.html> (дата обращения 26.03.2021)
9. <https://youtu.be/GeuoM7zDpYg> (дата обращения 25.03.2021)

УДК 81

ГРНТИ 16.31.51

МОНДЕГРИН КАК ОДНО ИЗ СЛЕДСТВИЙ ОШИБОЧНОГО ВОСПРИЯТИЯ И ПОНИМАНИЯ РЕЧИ

Сулейманова И. В., Смоленцева А. Д., Гришин Д. Е., Гнездилов М. И.

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

ann.smolenceva@yandex.ru, dima__2001@mail.ru, uralec99@mail.ru

В статье рассматривается понятие ослышки или мондегрин как следствия ошибок восприятия и понимания речи, в том числе иноязычной, на слух. Раскрываются причины возникновения данного явления, и делается попытка найти пути его преодоления.

Ключевые слова: мондегрин, ослышка, иноязычная речь, обучение аудированию, трудности аудирования.

MONDEGREEN AS A RESULT OF MISINTERPRETING AND MISUNDERSTANDING SPEECH

Suleymanova I. V., Smolentseva A. D., Grishin D. E., Gnezdilov M. I.

OTI NRNU MEFPI, Ozersk.

The article deals with the concept of mishearing or mondegreen as a result of misinterpreting and misunderstanding both native and foreign speech. The causes of this phenomenon are identified and an attempt is made to find some ways to overcome it.

Keywords: mondegreen, mishearing, foreign speech, listening training, listening difficulties.

Изучая иностранные языки, обучающиеся часто признаются, что аудирование — восприятие и понимание речи на слух — является одним из самых сложных видов речевой деятельности. Но даже для тех, кто хорошо овладел устной речью, требуется определенный период пассивной адаптации, пассивного слушания, когда они попадают в страну изучаемого языка.

Для того чтобы сформировать умения и навыки, необходимые для овладения данным видом речевой деятельности, нужно понять, чем вызваны эти трудности.

За основу мы взяли классификации И.Д. Морозовой и Н.В. Елухиной, которые выделяют трудности, обусловленные

- особенностями акта слушания (необратимость звучащей речи, темп речи, индивидуальная произносительная манера говорящего, отсутствие непосредственного контакта с говорящим, одновременность осуществления смысловой обработки информации и распознавания новых сигналов);
- лингвистическими характеристиками аудиоматериала (фонетические, грамматические, лексические);
- социолингвистическими и социокультурными компонентами коммуникативной компетенции;
- стилистическими особенностями воспринимаемого на слух текста.

В процессе преодоления вышеперечисленных трудностей типичными являются ошибки, которые заинтересовали нас как с точки зрения когнитивной лингвистики, так и когнитивной психологии. В результате таких ошибок возникает интересное явление ослышки или так называемый мондегрин.

Понятие «мондегрин» было предложено американской писательницей Сильвией Райт в эссе «Смерть леди Мондегрин», опубликованном в «Харпер'с мэгазин» в 1954 г. В раннем возрасте она слышала строчку из старинной поэмы «And laid him on the green» («И положили его на зелёную траву») как «And Lady Mondegreen» («И леди Мондегрин»). Таким образом в воображении девочки сложился портрет загадочной леди, которой на самом деле не существовало.

Мондегрин или ослышка — это искажение слухового восприятия, ведущее к образованию нового текста. Также это неверно услышанное или неверно интерпретированное в результате неполной гомофонии слово или выражение, которое трансформируется в выражение или слово с новым значением.

Это стремление особенно ярко проявляется в детском восприятии, что иллюстрируется еще одним примером Сильвии Райт: слова молитвы «*his goodness and mercy will follow me all the days of my life*» она слышала как «*the good Mrs. Murphy will follow me all the days of my life*».

Такого рода ложные толкования, как ослышка, весьма часто проявляются в ходе естественного восприятия, они происходят практически с каждым человеком в той или иной ситуации. Принято связывать мондегрин с восприятием песен или стихотворных произведений. Мы же видим его и как результат ошибки при выполнении заданий по аудированию, с чем мы постоянно сталкиваемся на занятиях по иностранному языку.

Чем вызван феномен мондегрины? Одной из причин является двухступенчатый процесс обработки аудиоинформации, получаемой человеком. Сначала звуковые волны через ухо попадают в височную долю мозга, где находится отдел, отвечающий за восприятие звуковой информации. После этого запускается процесс осмысления воспринятого звука: мозг определяет, что именно мы слышим. Мондегрины возникают, когда между восприятием и осмыслением звуковой информации происходит «сбой»: человек слышит тот же аудиосигнал, что и остальные, но мозг трактует его в совершенно ином смысле.

Британский литературовед Стивен Коннор полагает, что мондегрины — результат неосознанных попыток осмыслить слова через заполнение пустот конкретного текста известными словами. «Хотя может показаться, что ослышки с готовностью игнорируют смысл, возможно напрочь разрушая его, они по сути поднимают склон от хаотичного шума до

избыточности голоса, двигаясь в направлении от бессмыслицы к смыслу, от отсутствия направления к направлению». То самое ощущение дискомфорта, вызванное столкновением с непонятным, заставляет человека искать хотя бы какой-то смысл. Наш мозг не смиряется с невозможностью понять, он ищет некую категорию, лежащую между бессмысленным и осмысленным, полагая, что все сказанное непременно имеет смысл, скрывающийся за звуковым образом.

Таким образом, можно заключить, что при восприятии иноязычной речи пустоты, то есть нерасшифрованные мозгом части текста, реципиент пытается заполнить известными ему словами. А смысловое наполнение принятой информации уже будет зависеть от индивидуального уровня владения языком.

По нашему мнению, причины возникновения этого феномена при обучении аудированию самым тесным образом связаны с некоторыми из вышеперечисленных.

Прежде всего, это фонетические трудности. Отсутствие четкой границы между словами в предложении, звуковое сходство между оппозициями под влиянием соседних звуков вызывают проблемы восприятия не только у изучающих английский язык, но и у носителей языка. Например, *I've seen Elly. – I've seen Nelly.* или *The race ends. – The ray sends.* или *We lend... – We'll end ...*

Расхождение между написанием и произношением слов особенно типично для английского языка. Особую трудность для русского учащегося представляет смыслоразличительное значение долготы и краткости звука, открытости и закрытости. Также в потоке речи привычное звучание знакомых слов меняется под влиянием ассимиляции. Очень важно и правильное деление потока речи на смысловые отрезки.

К лексическим трудностям можно отнести наличие в английском языке омонимов, паронимов (звучание которых отличается только одним звуком), слов, имеющих одинаковую сочетаемость. Проблематично и понимание многозначных слов. При их восприятии необходимо удерживать в памяти весь контекст. И несомненно, что устойчивые, часто сочетающиеся друг с другом слова с большей вероятностью воспримутся правильно, нежели незнакомые и непривычные словосочетания.

Еще одной причиной могут быть сложносоставные слова. При восприятии длинного набора звуков мозг пытается их как-то сгруппировать и затем логически разбить, в результате чего искажается смысл всего предложения.

Понимание устной речи может осложняться тем, что для связи слов в английском предложении используются различные служебные слова, которые необходимо улавливать на слух и правильно соотносить их с другими словами предложения. Распознать их не всегда легко, поскольку они, как правило, находятся в безударном положении, поэтому редуцируются и сливаются с другими словами.

Вот некоторые примеры мондегринов:

- "*The ants are my friends*" (for "*The answer, my friend*" in "*Blowing in the Wind*" by Bob Dylan);
- "*I'll never leave your pizza burning*" (for "*I'll never be your beast of burden*" by the Rolling Stones);
- "*The girl with colitis goes by*" (for "*the girl with kaleidoscope eyes*" in "*Lucy in the Sky with Diamonds*" by the Beatles).
- "*Don't you know you've got two chocolate monkeys?*" (for "*Don't you know you've got to shock the monkey*" in "*Shock the Monkey*" by Peter Gabriel)
- "*A year has passed since I broke my nose*" (for "*A year has passed since I wrote my note*" in "*Message in a Bottle*" by The Police)
- "*Ghost man so close to me*" (for "*Don't stand so close to me*" by The Police)
- "*Every time you go away you take a piece of meat with you*" (for "*Every time you go away you take a piece of me with you*" in "*Every Time You Go Away*" by Paul Young)

- "*Happy as a rafter in the market place.*" (for "*Happy ever after in the market place*" in Ob la di by the Beatles)

- "*Got a lot of lucky peanuts.*" (for "*Got a lot of love between us*" by Frankie Valli and the Four Seasons)

Говоря о трудностях языковой формы, следует упомянуть о длине предложения. Известно, что объем кратковременной памяти, в которой сохраняется фраза вплоть до ее окончания, невелик. Если длина предложения превосходит ее объем, слушающий забывает ее начало и не может синтезировать ее смысл.

Не меньшую роль играют и трудности, связанные с условиями предъявления сообщения. Это количество прослушиваний и темп говорящего. Быстротечность и неповторимость слуховой рецепции — характерные особенности аудирования. Правильный темп речевого сообщения определяет эффективность его понимания. Если он превышен, возникает усиление редуцирования звуков, сокращаются паузы между синтагмами, а значит и время для осознания смысла. Если же темп слишком медленный, фаза восприятия растягивается, процесс интеграции значений отдельных единиц затрудняется.

Что касается источников информации, самыми сложными для восприятия являются стихи, песни (где дополнительный осложняющий фактор — наложение текста на музыку), художественные фильмы. Так, в стихотворных формах построение фраз и предложений отличается от прозы, а логические ударения могут быть смещены.

Исходя из вышесказанного, очевидно, что понимание речи на слух должно опираться на предварительную работу как над произношением, так над лексикой и грамматикой. К тому же, наличие незнакомого языкового материала или знакомого, но сложного для восприятия, также затрудняет понимание услышанного. Следовательно, при подборе текстов для аудирования подобные слова не должны быть ключевыми, т.е. несущими основную информацию.

Несомненно, успешность выполнения аудирования зависит как от подготовленности слушателя, так и от внешних факторов. Одним из следствий допускаемых ошибок является ослышка или мондегрин. С одной стороны, это весьма забавное явление. С другой, мондегрины — это важный источник информации, помогающий изучать восприятие как родной, так и иноязычной речи.

Библиографический список

1. Гаврилова А. В. Обучение аудированию иноязычной речи в условиях неязыкового вуза (на материале английского языка): дис. канд. пед. наук. СПб., 2006.
2. Гальскова Н. Д., Гез Н. И. Теория обучения иностранным языкам. Лингводидактика и методика: учеб. пособие. 3-е изд., стер. М.: Академия, 2006.
3. Ефимова Н. Н. Туманность леди мондегрин. Вестник ИГЛУ, 2013, с. 64-70. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tumannost-ledi-mondegrin> (Дата обращения: 22.03.2021)
4. Корчажкина О. М. Как подготовить учащихся к ЕГЭ по иностранному языку (раздел «Аудирование») // Иностранные языки в школе. 2010. № 3.
5. Тункель В.Д. К вопросу об устной передаче сообщения. Дис. кан.пед. наук М. 19
6. Методика обучения иностранным языкам: традиции и современность / Под ред. А. А. Миролюбова. — Обнинск: Титул, 2010. — 464 с.
URL: <https://studfile.net/preview/5769616/page:14/> (Дата обращения: 18.03.2021)
7. The Phrase Finder: 2,000 English idioms, phrases and proverbs that we use every day. URL: <https://www.phrases.org.uk/meanings/mondegreen.html> (Дата обращения: 15.03.2021)

УДК 811.92
ГРНТИ 16.21.23

СИЛЬБО ГОМЕРО – ЯЗЫК ИЛИ НЕТ?

Колесникова К. А., Мерзлякова А. А., Сулейманова И. В.

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

senixa2001@mail.ru, merzlyakoa_a99@mail.ru, suleimanovaiv@mail.ru

Цель данной работы – выяснить, правомерно ли язык свиста Сильбо Гомеро считать языком как таковым. Для этого рассмотрено понятие «язык» через его функции, а также как система знаковых единиц. Проведён анализ языка свиста с помощью этих критериев. В результате сделан вывод о том, что Сильбо Гомеро является вспомогательным языком, выполняющим определённое количество функций и играющим важную роль в жизни островитян.

Ключевые слова: звук, знак, значение, речь, свистящий язык, Сильбо Гомеро, функция, язык.

IS SILBO GOMERO A LANGUAGE OR NOT?

Kolesnikova K. A., Merzlyakova A. A., Suleimanova I. V.

OTI NRNU MEPHI, Ozersk

The purpose of this work is to find out whether Silbo Gomero's whistle language can be considered a real language. For this purpose, the concept of "language" is considered through its functions and the sign units system. The analysis of the whistle language was carried out using these criteria. As a result, it was concluded that Silbo Gomero is an auxiliary language that performs a certain number of functions and is an important part of the islanders' life.

Keywords: sound, sign, meaning, speech, whistling language, Silbo Gomero, function, language.

20 февраля 2020 года в России вышла премьера одного из ярких румынских фильмов «Свистуны», участника Каннского кинофестиваля. Действия фильма разворачиваются на Канарском острове Гомера, жители которого разговаривают на удивительном языке свиста, малоизученном лингвистами.

О происхождении свистящего языка Сильбо Гомеро известно не так много. Около тысячи лет его использует коренное население острова Гомера – племя гуанчи, на котором проживают 22 тыс. человек и практически все из них разговаривают на свистящем языке Сильбо. Сам язык приспособился к испанскому, став диалектом с поэтическим названием «птичий язык», а его живучесть обусловлена исключительно географией. Горный рельеф острова Гомера, прекрасная акустика ущелий и разреженный воздух обеспечивают хорошую слышимость эха, поэтому жители используют язык свиста в качестве средства общения на расстоянии, так как обычная речь плохо слышна. Свист распознается на расстоянии до 8 километров, а рекордная слышимость составила 14 километров. Власти Испании всеми силами стараются сохранить местные уникальные наречия, так как с появлением различных средств связи про язык начали забывать [2].

Нас заинтересовало, действительно ли можно Сильбо Гомеро назвать языком. Стоит начать с определения понятия «язык».

Язык – естественно возникшая в человеческом обществе и развивающаяся система облечённых в звуковую форму знаковых единиц, способная выразить всю совокупность понятий и мыслей человека и предназначенная прежде всего для целей коммуникации [1].

Разные учёные выделяют разное количество функций языка (до двадцати пяти). И данный вопрос ещё не получил однозначного решения. При этом большая часть исследователей рассматривает в качестве главной и определяющей коммуникативную функцию, а все остальные считает частными случаями её проявления. На этом основании профессор Н.Б. Мечковская утверждает, что коммуникативная функция – это функция языка, а все остальные (кроме познавательной) – функции речи, так как проявляются только в ситуации общения [3].

Основная роль языка – быть средством общения. Поэтому определяющей, основной функцией языка является коммуникативная. Эта господствующая функция обеспечивает взаимопонимание, делает доступным для других свои мысли, чувства, желания. Несомненно, Сильбо Гомеро есть средство общения племени острова, следовательно, он обладает коммуникативной функцией. Например, на острове родители беседуют на языке свиста со своими детьми, и даже каждый ребенок, еще не достигший годовалого возраста, поднимает голову, отзываясь на свое имя. И любого человека можно узнать по свисту, как и по голосу, потому что каждый гомерец свистит по-своему, индивидуально. Также, поскольку на Гомере не везде есть телефон, то свист жителей острова за много лет спас немало людей, которым срочно нужно было оказать медицинскую помощь. [2]

Следующей функцией является номинативная – функция обозначения средствами языка предметов, явлений внешнего мира. Люди назвали словами все, что обнаружено ими во Вселенной и продолжают давать наименования каждому вновь созданному предмету или только что открытому объекту, явлению или процессу. Так местные жители острова Гомера могут вполне ясно высвистеть все, что говорят по-испански. А значит язык Сильбо Гомеро выполняет и эту функцию. Однако вне контекста речи некоторые отдельно взятые «слова» могут быть и не поняты. При длительном разговоре собеседники часто ошибаются и фразу приходится повторять по нескольку раз. Имеют значения ударение, ритмика, интонация свистовых фраз, «ключевые слова», с помощью которых понятно, о чем пойдет речь в сообщениях.

Для новичка, незнакомого с феноменом языка свиста, все слова в нем звучат одинаково, как одна сплошная гласная, но люди, разговаривающие на нем, легко расшифровывают самые сложные фразы. В языке свиста гомерцев есть свои особенности и условности — все же это язык свиста, а не чистый «разговор». Например, нельзя просвистеть просто «январь», «февраль», «март», но обязательно нужно добавить слово «месяц»

Существуют и другие функции языка, например: когнитивная – познавательная функция, с помощью нее человек познает мир вокруг себя; аккумулятивная – накопительная функция, позволяющая сохранять накопленную человеком информации при помощи текста, книг, аудио- и видеокассетах, которые содержат большой объем информации, передаваемой от поколения к поколению; эмотивная функция – функция ярче всего проявляется в междометиях, интонации, которая передается с помощью средств пунктуации, а в свистящем языке средства пунктуации отсутствуют; метаязыковая функция – служит для того, чтобы исследовать и описывать язык средствами самого языка.

Но отнести данные функции к языку свиста Сильбо Гомеро мы не можем, поскольку с помощью свиста человек не исследует мир, а также информации о нем на бумажных, электронных носителях не сохраняется, так как отсутствует письменность. Исследователи считают, что получение свиста в Сильбо Гомеро намного проще, нежели формирование нормальной разговорной речи. Более того сам гомерский диалект испанского языка имеет простую фонетическую систему, содержащую сравнительно немного различных гласных и согласных звуков (при этом звонкие звуки не участвуют в формировании свиста). [2]

Согласно приведенному нами определению, язык представляет собой систему знаковых единиц. Каждый знак имеет значение, в нем выделяют две стороны: внешнюю (комплекс звуков или букв) и внутреннюю- содержательную (мысленный образ предмета).

Что касается Сильбо Гомеро, то он тоже представляет собой систему знаков и звуков, обладающих такими свойствами.

Знаки могут быть восприняты органами чувств и имеют ряд свойств:

1. Материальность. Заключается в том, что знаки могут быть восприняты органами чувств, их можно увидеть, услышать, ощутить. Невозможно выразить или передать то или иное содержание в свободной от материи форме. В Сильбо разборчиво слышен каждый звук, в отличие от обычной разговорной речи, где мы различаем конструкции слов и фраз, а не отдельные звуки. А мощность свиста жителей острова составляет, как отметил счетчик звука, 110 децибел, (децибел — единица измерения мощности звука или шума), а мощность звука при обычном разговоре составляет 40 децибел.

2. Условность. Знак не связан с означаемым какой-либо естественной или причинной связью, эта связь условна. Условные связи между звуками и значениями образуются исторически при становлении языка в процессе совместной практической деятельности людей. Гомерцы не удивляются, услышав живые и привлекательные, как пение соловья, звуки свиста, которыми обменивается официантка в кафе с поваром на кухне. Так она высвистывает каждый заказ, каждое блюдо — от картофельного супа до блинчиков с соусом. Она может даже сообщить, как должны быть приготовлены яйца — всмятку или вкрутую, какое подавать вино или же кофе. Причем, когда речь идет о сладком, свист становится, по мнению одного из жителей острова Гомера, более мелодичным.

3. Системность. Любой знак имеет значение в определенной системе.

4. Исчислимость. Как бы ни был велик набор знаков в системе, их количество все же будет ограниченным и исчислимым, то есть конечным. У языка Сильбо Гомеро есть свой алфавит с пятью гласными и четырьмя согласными, в формировании которых принимают участие губы и зубы. Если соблюдать эти правила, а также четко распределять длительность звуков, то можно высвистеть более 4000 слов.

Языковые знаки отличаются от других знаков тем, что, кроме перечисленных, обладают присущими только им следующим специфическими свойствами: воспроизводимость — это свойство проявляется в том, что языковой знак не создается каждый раз заново, а воспроизводится как готовая единица; линейность — знак языка представляет собой последовательность звуков и букв.

По происхождению знаковые системы можно разделить на возникшие естественным путем и искусственным. К первым относят языки животных и естественные человеческие языки, а искусственные языки существуют только в определенных общественных группах или используются в определенных ситуациях (азбука Морзе, сообщения, передаваемые моряками посредством флажков и т.д.). Они не способны обслужить все коммуникативные потребности общества. Искусственные языки не могут самостоятельно развиваться и изменяться [3].

Таким образом, язык Сильбо Гомеро представляет собой систему знаков, обладающих набором определенных свойств, таких как материальность, условность, системность, исчислимость, воспроизводимость и линейность. А также выполняет коммуникативную и номинативную функции. Следовательно, «птичий язык» является искусственным языком, выполняющим «вспомогательные» функции.

Библиографический список

1. Арутюнова Н. Д. ЯЗЫК // Большая российская энциклопедия. Том 35. Москва, 2017, стр. 643-647 URL: <https://bigenc.ru/linguistics/text/4924604> (дата обращения: 12.03.2021)
2. Босов Г.И. Гомерический свист, 2014 URL: <https://litresp.ru/chitat/ru/%D0%91/bosov-gennadij/siljbo-gomera-i-drugie/17> (дата обращения: 05.03.2021)

3. Чарыкова О.Н., Попова З.Д., Стернин И.А. Основы теории языка и коммуникации. //Учебное пособие. М.: Флинта, 2010. URL: <http://sterninia.ru/index.php/studentam-i-aspirantam/item/445-osnovy-yazykoznanija> (дата обращения: 21.03.2021)

УДК 81

ГРНТИ 16.21.63

К ВОПРОСУ ОБ АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ В ИРЛАНДИИ И ЕГО ОСОБЕННОСТЯХ

Ползунова М. В., Сулова В. М.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,
г. Озёрск, Челябинская обл.*

MVPolzunova@mephi.ru

Данная работа посвящена ирландскому диалекту английского языка. Рассмотрены исторические периоды, связанные с появлением английского языка в Ирландии, а также особенности произношения ирландского английского. Целью работы является изучение этих отличительных черт ирландского английского, особенно явления лениции.

Ключевые слова: английский язык, ирландский английский, диалект, Ирландия, лениция, фрикатив.

THE ENGLISH LANGUAGE IN IRELAND AND ITS PRONUNCIATION FEATURES

Polzunova M. V., Suslova V. M.

OTI NRNU MEPHI, Ozersk

This work is devoted to the Irish dialect of English. The historical periods associated with the appearance of the English language in Ireland, as well as the peculiarities of the pronunciation of Irish English are considered. The aim of the work is to study these distinctive features of Irish English, especially the phenomenon of lenition.

Keywords: English language, Irish English, dialect, Ireland, lenition, fricative

Любой человек, изучающий английский язык, на определенном этапе сталкивается с разными акцентами и диалектами разговорной речи носителей языка. Одним из самых ярких диалектов английского по праву можно считать ирландский английский. Однако в понимании ирландского английского также можно столкнуться и с некоторыми трудностями, вызванными особенностями произношения современных ирландцев. В данной статье будет рассмотрена короткая историческая справка, иллюстрирующая процесс появления английского языка в Ирландии, а также будут приведены и разобраны черты ирландского диалекта английского языка.

Начать необходимо с истории английского языка в Ирландии. На данный момент на ирландском говорит лишь пятая часть населения Ирландии, несмотря на то, что он является официальным языком в стране, наряду с английским. Такая ситуация сложилась, во многом, благодаря череде исторических событий, берущих начало в XII веке, когда произошло вторжение англичан в Ирландию [1].

На протяжении нескольких веков английскому языку не удавалось «закрепиться» на острове, так как в основном на нем говорили только в Дублине. Значительный «перевес» начал

наблюдаться с конца XVI века. Политическая ситуация сложилась таким образом, что тысячи коренных ирландцев вынудили переселиться в менее благоприятные, неплодородные районы на западе страны. Благодаря политике Кромвеля несколько сотен тысяч ирландцев были высланы в Австралию. [8]

Таким образом, страна потеряла огромное количество носителей ирландского языка. Еще больше ситуация усугубилась голодом, возникшим в стране позднее, а также полным отсутствием ирландского языка в школах, государственных учреждениях, «до 1871 года ирландский язык был запрещен» [1].

Совершенно естественно, что ирландцам приходилось адаптироваться в сложившейся ситуации, а, следовательно, учить английский язык, что не могло не привести к возникновению уникальных особенностей произношения, которые будут рассмотрены далее.

Прежде чем перейти к особенностям ирландского английского, обратим внимание на две важные, на наш взгляд, черты ирландского языка, которые, возможно, и являются причинами определенного произношения некоторых звуков в современном ирландском диалекте английского языка.

В ирландском языке существует деление на узкие (i, e) и широкие (a, o, u) гласные и правило: согласная, примыкающая к узкой гласной – узкая, а согласная, примыкающая к широкой гласной – широкая. Таким образом, у каждой согласной в ирландском языке есть два произношения: узкое и широкое [2].

В таблице 1 приведены примеры с транскрипцией и примерным произношением:

Таблица 1 [2].

Согласные	Транскрипция	Произношение
широкая d	d	/d/, примерно, как в "door" (дверь)
узкая d	dʒ	/dj/, как "dg" в "edge" (край)
широкая s	s	/s/, как в "say" (сказать)
узкая s	ʃ	/sh/, как в "sheep" (овца)
широкая t	t	/t/, как в "talk" (говорить)
узкая t	tʃ	/tch/, как в "hatch" (люк)

Кроме того, отметим, что в ирландском языке сочетания букв *th* и *ch* произносятся как звук [h] (сочетание *th* произносят как слабое [h], а в позиции на конце слова он может полностью опускаться), в отличие от английского, где сочетание *th*, например, произносится как [θ] или [ð].

Таким образом, объединение исторических фактов и черт ирландского языка позволяет нам предположить наличие их связи с некоторыми особенностями современного ирландского диалекта английского языка.

Чаще всего, при обсуждении произношения ирландского диалекта, обращают внимание на замену ирландцами звуков [θ] и [ð] в сочетании *th* на звуки [t] и [d]. На самом деле, такая особенность действительно наблюдается в ирландском английском, и возможно связана с тем, что ирландскому языку не были свойственны звуки [θ] и [ð].

Особый интерес для данной статьи представляет явление лениции *t*, или фонетическое ослабление согласных. Лениция [t] является характерной чертой ирландского английского в южных районах страны [8, с. 17]. Леницию *t* можно наблюдать, например, в произношении

ирландцами таких слов как *right, but, that* и *about*. Чаще всего она проявляется на конце слова или в сочетании со звуком [u]. Рассмотрим же эту черту подробнее.

Лениция обычно состоит из нескольких стадий, вплоть до опускания звука. Одной из таких стадий является глоттализация [t] (форма артикуляции, при которой звуки образуются одновременным сужением или закрытием голосовой щели), которая является известной особенностью британской речи и проявляется в интервокальной позиции или в окончании. Однако ирландскому английскому глоттализация в такой форме не свойственна. В южных областях Ирландии в этих позициях проявляется фрикатив.

Фрикатив также относится к стадиям лениции. Фрикативная [t], свойственная всем формам ирландского английского, кроме местного дублинского диалекта, появляется в интервокальной позиции как в словах *city, water* или в окончании и перед паузой, как в словах *but, sit, about*. Важно отметить, что апикальные фрикативные согласные могут иметь несколько «уровней» ослабления, одним из которых может быть полное опускание [t]. Степени ослабления с примерами приведены в таблице 2 [5].

Таблица 2 [5].

Таблица 2 [5].							
Отсутствие лениции	Лениция						
t	t̪	>	h	~	ʔ	>	Ø
Tea (чай), lightning (молния)	But (но)		Water (вода)		water		What (что)

В таблице 2 и далее по тексту [t̪] обозначает апикальный фрикатив [9].

Наиболее просто явление фрикатива можно описать как замену [t] звуком, напоминающим русскую *ш*. Однако, это не совсем точно, так как звук [t̪] извлекается не как звуки [s] или [ʃ] и, следовательно, не является их гомофоном. Согласно Рэймонду Хики этот звук отчетливо отличается от звуков [θ], [s] и [ʃ] и формируется поднятием кончика языка к альвеолярному гребню, как для извлечения звука [t], но без касания. Также согласно Хики эта артикуляция контролируемая, в отличие от произношения [t] и [d] в интервокальной позиции, часто встречающегося в американском английском [9].

Предметом дальнейшего исследования речи современных ирландцев послужило именно явление фрикативной [t̪]. Были прослушаны записи речи и сделаны следующие наблюдения:

1. Наиболее заметны проявления фрикатива в словах *but, bit, at, it, about, bought first*, то есть в позициях на конце слова [6; 7].
2. Ярko выраженный звук [t̪] можно наблюдать у одного из говорящих перед запинкой, в слове *about* (протягивает фрикативную [t̪]) [6].
3. В речи современных ирландских актеров было замечено значительно меньшее количество проявлений фрикатива. Некоторые слова, в которых проявилась фрикативная [t̪]: *that, cat, but*. [3; 4]
4. В таких словах как *just, that* и *count* было замечено опускание звука [t̪] [6; 7].

Итак, в данной работе было проведено исследование некоторых исторических процессов закрепления английского языка в Ирландии, выделены некоторые особенности произношения. Также явление фрикатива в ирландском диалекте английского языка было проиллюстрировано некоторыми примерами.

Подводя итог следует сказать, что изучение диалектов английского языка, несомненно, является важной составляющей изучения английского языка в целом, а также может служить незаменимым инструментом в улучшении восприятия многих особенностей произношения на слух. Кроме того, изучая диалекты языка можно ближе познакомиться с культурой его носителей.

Библиографический список

1. Ахметзянова И.И. Особенности функционирования английского языка на территории Ирландии (на материале произведений XX-XXI вв.) // Балтийский гуманитарный журнал. 2016. № 1.
2. Ирландский язык [Электронный ресурс] // Википедия. URL: <https://tinyurl.com/yjrrmes3> (дата обращения: 24.03.2021).
3. Aidan Gillen doesn't have a career plan URL: <https://www.youtube.com/watch?v=l3kvb0PTOZU> (дата обращения: 24.03.2021).
4. Cillian Murphy By Order Of The Peaky Blinders URL: <https://www.youtube.com/watch?v=KEmt1NTapqY> (дата обращения: 23.02.2021).
5. Lenition in Irish English URL: https://www.uni-due.de/VCDE/VCDE_Lenition.htm#T_LenitionAcrossVarieties (дата обращения: 20.03.2021).
6. Hozier on the Tommy Tiernan Show URL: https://www.youtube.com/watch?v=Aj_vCdTnSVE (дата обращения: 20.03.2021).
7. My Dad Jumps a (Small) Tree! URL: <https://www.youtube.com/watch?v=rebKyaFLVJo> (дата обращения: 20.03.2021).
8. Hickey R. A Source Book for Irish English. John Benjamins Publishing, 2002. 541 p.
9. Hickey R. Coronal segments in Irish English. Bonn University, Journal of Linguistics (20), 1984. P. 233-250.

УДК УДК 811
ГРНТИ 16.31.61

ПЕСЕННЫЙ ТЕКСТ КАК ЛИНГВОКУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ

Трякшин А. А., Безногова Т. Г.

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

sasha.tryakshin@inbox.ru

Песенный текст представляет собой креолизированный текст, в котором вербальный и музыкальный компонент являются равновеликими величинами. На примере песни Леонарда Коэна «Hallelujah» предпринята попытка рассмотреть вербальный компонент, а именно, песенный текст как культурное и лингвистическое явление.

Ключевые слова: песенный текст, креолизированный текст, взаимоотношения, текстообразующие признаки, культурный феномен.

SONG TEXT AS A LINGUOCULTURAL PHENOMENON

Tryakshin A. A. Beznogova T. G.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk.

The song text is a creolized text in which the verbal and musical components are of equal size. Using the example of Leonard Cohen's song "Hallelujah", an attempt is made to consider the verbal component, namely, the song text as a cultural and linguistic phenomenon.

Keywords: song text, creolized text, relationships, text-forming features, communicative function, cultural phenomenon.

Песня как жанр является неотъемлемой частью культуры народа. Песня способна влиять на эмоциональную сферу человека, являясь фактически отражением чувств, которые возникли у автора песенного произведения по поводу тех или иных явлений и событий. В ней проявляется духовно-ценностный опыт как всего общества, так и отдельного человека, она удовлетворяет эстетические потребности общества. Кроме того, песня является проявлением индивидуальности, способом самовыражения. Рассмотрение песенного текста представляется интересным как с социально-культурной, так и лингвистической точки зрения. В данной работе предпринята попытка проанализировать текст песни канадского музыканта, исполнителя Леонарда Коэна «Halleluiah (Аллилуйя)».

Л. Коэн прославился как поэт и писатель в начале 60-х, позже как автор-исполнитель. История создания песни «Hallelujah» является весьма интересной. Леонард Коэн начал сочинять ее в начале 80-х гг. Он написал около восьмидесяти вариантов песни, из которых выбрал пять нужных куплетов. Однако ее исполнение началось с провала. Сейчас эта песня является культовой, а имя Леонарда Коэна прочно вошло в историю мировой музыки. «Halleluiah», пожалуй, единственная песня в истории, имеющая порядка трехсот кавер-версий, которые до сих пор исполняются с концертных сцен, транслируются с телевизионных и радио каналов по всему миру.

Песню «Halleluiah» можно назвать культурным феноменом в песенном жанре, под которым мы понимаем самодостаточное явление, обладающее уникальностью, целостностью и внутренним потенциалом. Песня стала своего рода классикой музыки, и она остается популярной до сих пор. Самого автора ставят в один ряд с такими известными личностями как: Джим Моррисон, Боб Дилан, Джон Леннон и Пол Маккартни – основоположников новой концепции песен: песен осмысленных, имеющих неоднозначную интерпретацию, побуждающих к размышлению. [3]

Текст песни содержит основные характеристики текста и сохраняет основную функцию языка – коммуникативную. Как известно, коммуникативная функция языка является его основополагающей функцией. При этом в последнее время мы наблюдаем как традиционная вербально-письменная коммуникация все больше выражается с помощью аудиовизуальных средств. Тексты становятся «знаковыми ансамблями, соединяющими изобразительные, звуковые и вербальные ряды» [6] Широкое распространение приобретают сейчас тексты креолизованного характера. Термин «креолизованные тексты» был введен Ю.А. Сорокиным и Е.Ф. Тарасовым как сочетание вербальных и невербальных, изобразительных средств передачи информации» [5] Таким образом, у текстов креолизованного характера вербальный и невербальный элементы «образуют одно визуальное, структурное смысловое и функциональное целое, направленное на комплексное воздействие на адресата» [2] Сила воздействия на адресата у креолизованных текстов (например, реклама, афиша, карикатура или песни) объясняется тем, что они учитывают не только собственно языковые факторы, но экстралингвистические факторы. В песенных текстах таким экстралингвистическим фактором является музыка или акустический/мелодический элемент. Песня по своей природе состоит из двух компонентов – вербального и музыкального, посредством которых она воздействует на аудиторию. В песне «музыка и слово являются равновеликими величинами». Певучесть слова создает глубину песни. Музыкальным словом исполнитель действует на слушателя и ретранслирует внутреннюю жизнь героя. [4] Таким образом, целостность песни обусловлена именно соединением этих двух компонентов – письменной поэзии и музыкального искусства, которому присуще особое эстетическое взаимодействие слова и музыки, а также исполнительского мастерства вокалиста. Когда мы проводим лингвистическое исследование

песенного текста, мы в некоторой степени абстрагируемся от мелодического компонента. При этом мы понимаем, что песня – это аудио-вербальное произведение, поэтому музыка несет важное значение, именно она обеспечивает реципиенту наиболее благоприятные условия для понимания и восприятия текста. В мучительных поисках идеального текста Леонард Коэн создавал новые куплеты, изменял сюжет песни, заканчивая ее то на мажорной ноте, то на минорной, но неизменными оставались мелодия и слова припева – многократное повторение слова *Аллилуйя*. [7] Можно сказать, что музыка данной песни способствует передаче чувств автора, определяет чувственно-эмоциональную выразительность произведения. А поскольку любое произведение рассматривается как сочетание плана содержания и плана выражения, именно акустический компонент формирует план выражения песни. Взаимодействуя друг с другом, вербальный и мелодический компоненты обеспечивают целостность и связность произведения, его коммуникативный эффект.

Рассматриваемый нами песенный текст воспринимается как художественное произведение, обладающее определенным сюжетом и рифмой. Драматургия произведения, в котором каждое слово продумано автором, о чем свидетельствует его многолетний поиск идеального текста, наполнена присутствием образ автора с его мыслями, чувствами, жизненной позицией. Песенный текст сам по себе является сложной знаковой системой, которая характеризуется когерентностью или его целостностью, заключающейся в логико-семантической, грамматической и стилистической соотнесённости и взаимозависимости составляющих его элементов (слов, предложений и т. д.), что дает возможность автору сделать свой текст понятным реципиенту. Это внешняя связанность. А внутреннюю лексико-грамматическую связь песенного текста обеспечивает когезия. Грамматическая когезия данного текста выражается через использование таких видовременных форм как Present Perfect (прошлое в настоящем) для передачи прошлого личного опыта героя, результат которого проявляется в настоящем – *I've heard, I've ever learned, I've walked, I've seen, I've done, I've told, I've been*; Past Simple (простое прошедшее время) для сообщения факта произошедшего действия – *was, played, pleased, needed, saw, overthrew, tied, broke, cut, drew*; Present Simple (простое настоящее время) для демонстрации действий настоящего – *goes, know, see, remember*. Последовательность глагольных времен является существенным средством для представления событий (текстовой континуум – средство когерентности).

Когезия выражается также в параллелизме с лексико-семантическим повтором – *She tied, She broke, She cut*; в соположении похожих конструкций – *the minor fall, the major lift*; в синтаксическом параллелизме – *It's not a cry, it's not somebody, it's a cold and it's a broken Hallelujah*.

Кроме того, когезия проявляется в повторения слова *Hallelujah* – Славьте Господа! «Halleluiah» – это молитвенная хвала. Весь текст в целом связан словом *Hallelujah*, это слово является окончанием каждого куплета, в конце песни оно звучит девять раз. Леонард Коэн в одном интервью сказал: «Я намеренно сказал «Аллилуйя». Бывают религиозные «Аллилуйя», но есть и много других. Когда смотришь на мир и свою личную жизнь, все, что можно сказать, это «Аллилуйя»... Буквальный перевод – «слава Господу», но это не совсем благодарность, а утверждение, что есть воля, которой мы не можем противиться. Что мы можем сделать перед ней». [1]

Личность Л. Коэна всегда привлекала внимание. Это произведение находит отклик у слушателей и на многих форумах продолжают обсуждать сюжетную линию песни, считая основной темой любовь, взаимоотношение мужчины и женщины, ушедшую любовь.

Аллюзии на библейские истории Давида и Вирсавии, Самсона и Далиды усиливают тему отношений мужчины и женщины. В этой ссылке на Библию проявляется такая категория текста, как интертекстуальность. Библия вступает как «между-текст» по отношению к данному песенному тексту. Отсылки на библейски сюжеты представлены явным образом: *That*

David played, and it pleased the Lord – царь Давид играл мелодию, и его игра нравилась Господу (the Lord), *Her beauty and the moonlight overthrew you You saw her bathing on the roof* – Давид с крыши дворца увидел Вирсавию; а также являются не столь очевидными, понятными при условии, что реципиент знаком с этими историями, т.е. является подготовленным слушателем: *she cut your hair* – ссылка на Далиду, которая, лишила силы Самсона, самого сильного человека, отрезав ему волосы.

Тема взаимоотношений практически всегда вызывает отклик аудитории. По нашему мнению, пока первые версии текста песни изобиловали отсылками к Священному писанию, это, несомненно, показывало, что автор находится под сильным влиянием своих предков, потомственных служителей церкви и осмысления себя во время своего затворничества, однако делало сюжет песни не понятным для публики. Смещая сюжетную линию в сторону светского смысла, Л. Коэну удалось резонировать с аудиторией. Таким образом, аллюзии на Библию ярче подчеркивают суть взаимоотношений женщины и мужчины – это и греховная страсть как у Давида и Вирсавии, и женское коварство, как у Далиды. Но, не смотря на все грехи и коварство, которые очерняют людей, никогда не поздно признать свои ошибки, раскаяться. Именно это автор пытается донести своим текстом Аллилуйя.

Через модальность семантическую категорию, мы видим отношение автора к содержанию его высказывания. Модальность возможности *I couldn't* (модальный глагол) *feel, so I tried to touch, maybe* (наречие) *there's a God above*, модальность мнения *As for me, all I've ever learned from love*, «*And even though It all went wrong*»

Через такие предложения, автор показывает возможность, свою неуверенность, свои чувства. Вопросительные предложения так же являются демонстрацией модальности - «*But if I did, well really, what's it to you?*»

И ещё один признак, это адресативность, который подразумевает взаимодействие адресанта с другим (другими) лицом. Текст, в том числе песенный текст всегда ориентирован на определенного получателя. В тексте песни, есть обращения к другим лицам: *Well people Your faith You say You saw*, уточняющий вопрос – например: *But now you never show it to me, do you?*

К собственно языковым средствам, несущим определённый экспрессивный характер, формирующим художественные образы, можно отнести лексико-семантические средства

– метафора: *She tied you to a kitchen chair* – это предложение показывает роль женщины в жизни мужчины. Он находится на её территории, на кухне, в её власти, *She broke your throne* (Она сломала твой трон) – она лишила его покоя;

– эпитеты – *baffled king*,

– сравнение – *love is not some kind of victory march*;

– фонетические средства (аллитерация и ассонанс) для достижения эффекта музыкального звучания;

– синтаксические средства – инверсия, анафора, использование параллелизмов, повторов, риторических вопросов.

Таким образом, рассмотрев текстообразующие признаки, мы можем сказать, что данный песенный текст – это автономное образование, имеющее специфическую структуру, в которой слово играет важную роль, функционирующее при этом в рамках культуры, в частности музыкальной культуры. Мелодический рисунок песни «Hallelujah» помогает восприятию песенного текста. В основе данного песенного текста – коммуникативное действие, которое совершается как автором, реализующим свою коммуникативно-прагматическую стратегию, так и реципиентом, который стремится «разгадать» эту стратегию. Песенный текст является креолизированным текстом, т.е. соединяет в себе вербальный и мелодический компоненты. Только взаимодействием этих компонентов обеспечивается целостность песенного текста и его коммуникативный эффект. Через песню автор и слушатель вступают в процесс опосредованной коммуникации, при этом автор

воздействует на мыслительные и эмоциональные уровни сознания реципиента. Большой интерес, который вызывает песня «Hallelujah» как среди музыкантов-исполнителей, так и среди слушателей, показывает, что это произведение прочно вошло в культурную жизнь общества, отражает эмоциональный мир, индивидуальный и социальный культурный опыт.

Библиографический список

1. Анипченко Денис Hallelujah – Леонард Коэн // Song Story – истории песен. Режим доступа: <https://song-story.ru/hallelujah-cohen-song-history/#more-3773> (дата обращения 27.03.21)
2. Анисимова Е.Е. Лингвистика текста и межкультурная коммуникация (на материале креолизованных текстов): Учеб. пособие для студ. фак. иностр. яз. вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2003 С.8-15 с. 17 (дата обращения 19.03.21)
3. Быков Дмитрий - Боб Дилан — первоклассный лирический поэт. Режим доступа: <https://philologist.livejournal.com/8780603.html> (дата обращения 27.03.21)
4. Мокрова Н.И. Песня как явление комплексного характера. / Н.И. Мокрова // ВЕСТНИК ИрГТУ. – 2015. – №6 (101) – С. 389-393. С. 393 (дата обращения 25.03.21)
5. Сорокин Ю.А., Тарасов Е.Ф. Креолизованные тексты и их коммуникативная функция / Ю.А. Сорокин, Е.Ф. Тарасов // Оптимизация речевого воздействия. М.: Высшая школа, 1990. С. 180-186
6. Чернявская В.Е. Лингвистика текста: Поликодовость, интертекстуальность, интердискурсивность. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009, 248 с.
7. Абсолютный слух передача // телеканал Культура, эфир 10.03.2021 URL: <https://www.youtube.com/watch?v=yHTVV72RICK> (дата обращения 13.03.21)

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Абросимова П. И., 147, 151
 Азизова Т. В., 57, 70, 83, 90, 93
 Акинцева А. В., 114
 Акопян О. В., 177
 Алехина Л. Э., 230
 Ананьина Е. В., 177
 Баляс В. Н., 155, 157
 Банникова М. В., 60, 70, 83, 93
 Безногова Т. Г., 299
 Белов А. А., 12
 Борисова В. С., 198, 206
 Борчиков С. А., 227
 Бояринцев А. В., 28, 52
 Брагин Е. В., 57
 Брикс К. В., 70
 Буравлев И. Ю., 64
 Быков А. А., 15
 Васильев М. Ю., 230
 Васина М. А., 67
 Вершинин И. В., 118
 Войцехович В. Э., 233
 Войшев П. Р., 160
 Волков Д. А., 64
 Габбасова Н. Р., 18
 Гаман Л. А., 223
 Ганцева А. С., 235
 Гибатова А. А., 179
 Глазкова С. С., 202
 Гнездилов М. И., 289
 Горшунов Д. О., 151
 Григорьева Е. С., 57
 Гришин Д. Е., 289
 Гулиев Р. Э., 15
 Гурин М. С., 21
 Давиденко Е. С., 278
 Дегтева М. О., 101
 Деденев Е. А., 274
 Джевелло К. А., 44
 Дмитриева А. В., 76
 Дыдыкина О. А., 121
 Ермолаев Р. И., 41
 Жиганов А. Н., 44
 Злобина В. С., 25
 Золотарева В. К., 18
 Зубаиров А. Ф., 157, 160
 Зубаирова К. Ф., 240, 282
 Зубова Н. В., 142
 Иксанова А. Р., 183

Ишунина М. В., 76
 Калмыков Д. К., 244
 Карамнов А. С., 286
 Кардашин А. В., 157, 162
 Карпеев Д. Л., 217
 Кащей В. М., 147
 Кисленков А. В., 32
 Козедуб А. С., 90
 Козлов А. В., 126
 Козлов П. В., 44
 Колесникова К. А., 293
 Кольжецов Д. А., 79, 130
 Комаров А. А., 38, 253
 Коробейников К. А., 135
 Кочкина Г. В., 15
 Красицкая С. Г., 21
 Крючкова К. А., 32
 Лазарева Ю. Б., 73
 Левичев Д. Г., 186
 Легких И. В., 76
 Ледовских М. Д., 165
 Леонтьев Н. А., 191
 Лобкова Л. Ю., 35
 Лобковская П. А., 258
 Макеева В. С., 97
 Маклаков А. И., 38
 Машкина В. А., 21
 Мерзлякова А. А., 293
 Миронова Е. Е., 142
 Мойсеев В. И., 248
 Морозова А. В., 79, 130
 Мосеева М. Б., 83
 Мутохляев Г. А., 142
 Насыров Д. А., 286
 Норкина А. В., 121
 Обеснюк В. Ф., 109, 173
 Огнистая А. В., 87
 Ослина Д. С., 97
 Осовец С. В., 90
 Папынов Е. К., 12
 Печенкина М. В., 25
 Пичугова О. Д., 48
 Поволоцкая С. В., 67, 101
 Подзолков П. Н., 169
 Подзолкова Н. А., 260
 Показаньева Д. Е., 265
 Ползунова М. В., 282, 296
 Полковникова О. О., 121, 126

-
- | | |
|--|----------------------------|
| Попова К. В., 202 | Тараканов А. А., 165 |
| Посохина С. А., 198, 206 | Тельнов В. И., 105 |
| Пургина Т. А., 269 | Теплов И. А., 52 |
| Рабинович Е. И., 67, 101 | Токарев А. С., 121 |
| Ральченко И. В., 73 | Томозов Н. В., 193 |
| Ремизов М. Б., 44 | Трякшин А. А., 299 |
| Рокутов С. А., 278 | Тряпицин В. О., 48 |
| Румянцева А. В., 93 | Тутунина А. А., 118 |
| Рыбкина В. Л., 97 | Усенкова А. А., 183 |
| Сазонова Н. С., 138 | Фадеев Л. В., 157 |
| Самойлова С. И., 121, 126 | Фаткуллина М. Б., 219 |
| Серегина И. Т., 209 | Федорова О. В., 15, 25, 38 |
| Сизов П. В., 25 | Филонова А. А., 223 |
| Сизова С. А., 25 | Франкив С. О., 52 |
| Синельщикова О. А., 97 | Худотеплова К. И., 258 |
| Смирнов И. В., 28 | Цимбалюк Б. Р., 157, 167 |
| Смоленцева А. Д., 289 | Цой О. Р., 21 |
| Сокольникова С. С., 101 | Червяков Н. М., 52 |
| Сотник Н. В., 90 | Шайдуллин С. М., 21, 44 |
| Софронов В. Н., 213 | Шаймурзина Л. Р., 186 |
| Степанов С. И., 28, 52 | Шитов М. А., 41 |
| Стрелюк В. В., 21 | Шичалин О. О., 12 |
| Сулейманова И. В., 278, 289, 293 | Шичалина В. А., 21 |
| Султанова А. Р., 21 | Шлебин А. Д., 278 |
| Суслова В. М., 296 | Шмакова А. В., 35 |
| Тананаев И. Г., 12, 21, 28, 41, 64, 87 | Юдаков А. А., 64 |

**XXI ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ДНИ НАУКИ ОТИ НИЯУ МИФИ — 2021**

Материалы конференции

Издательство: Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ
456783, Челябинская обл., г. Озёрск, пр-т Победы, 48

