Межвузовский
международный конгресс

ВЫСШАЯ ШКОЛА:
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



Коллектив авторов

Сборник научных статей по итогам работы

Межвузовский международный конгресс

ВЫСШАЯ ШКОЛА: НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Том 2

Москва, 2025

ББК 65
В42



Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовского международного конгресса (г. Москва, 29 мая 2025 г.). Том 2. – Москва: Издательство Инфинити, 2025. – 135 с.

В42

DOI 10.34660/conf.2025.90.99.059

Сборник составлен по итогам работы Межвузовского научного конгресса. Включает в себя доклады российских и зарубежных представителей высшей научной школы, в которых рассматриваются современные научные тенденции, новые научные и прикладные решения в различных областях науки, практика применения результатов научных разработок. Служит инструментом обмена опыта научных работников, апробации исследований путем их публичного обсуждения.

Предназначено для научных работников, профессорско-преподавательского состава, соискателей ученой степени и студентов вузов.

ББК 65

© Издательство Инфинити, 2025
© Коллектив авторов, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Яременко Н. Н.
Семиотика закадровых активностей в спорте: раздевалка, автобус, пресс-конференция 7

У Цзежэнь, Чжэн Хуа, Ли Хаоцзе
Взаимосвязь между виртуальной реальностью и социальной модернизацией 14

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Гребенникова О. В.
Толерантность к неопределенности в контексте социализации подростков 20

Alexios Kouzalis, Priyanka Yadav, Alexis Karkotis
Meditative practices and techno-animism in religion and spirituality: building the East-West bridge 27

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Мухитдинова Х. Н., Дадабаева Е. И.
Циркадный ритм частоты дыхания при острой церебральной недостаточности у детей в возрасте 3,1-7 лет 40

Ма-Ван-дэ А. Ю., Фефелова Е. В., Ширшов Ю. А., Ма-Ван-дэ В. Д.
Динамические показатели некоторых молекул нейровоспаления у пациентов с ишемическим инсультом 50

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Зорин М. А., Немыкин А. А.
Разработка эмулятора виртуальных сетей для обучения сетевым технологиям 56

Колыванов С. П.
Методология оценки технологичности крупногабаритных изделий самолета на этапе общей сборки 62

Иванов А. О., Су Цзин, Добряков Е. А., Тимофеев И. С., Иващенко В. О.
Исследование дистанционной защиты линий электропередач 71

Лю Шиюй, Цуй Дунюань
Система тягового электроснабжения высокоскоростных железных дорог КНР.....82

Цуй Дунюань, Лю Шиюй
Характеристики и принцип работы маглев-железной дороги.....88

Авдеева М. А., Семенов В. Г.
Развитие энергосистемы остова Сахалин. Постройка ПЭС на Татарском заливе.....95

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Комиссаров Н. Ю., Вараксин Г. С., Незамов . И.
Проблемы аэрокосмического мониторинга гидротехнических сооружений в России 99

Цгоев Т. Ф., Теблоев Р. А., Агузаров Г. М.
Система экономического регулирования обращения с отходами производства и потребления.....104

Tran Thi Hong Minh, Nguyen Ba Dong
TZP program for predicting land subsidence in Hanoi, Vietnam 110

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Буея Промес Дивин, Барренечеа Моисес Эсау, Сиссоко Билли Нанкуман
Геологическая изучения месторождений золоторудного района Сембе Суанке (Конго) 120

DOI 10.34660/INF.2025.60.68.038

СЕМИОТИКА ЗАКАДРОВЫХ АКТИВНОСТЕЙ В СПОРТЕ: РАЗДЕВАЛКА, АВТОБУС, ПРЕСС-КОНФЕРЕНЦИЯ

Яременко Николай Николаевич
доцент
Финансовый университет при правительстве РФ

Спорт – это не просто физическая активность, соревнование или зрелище. Это ещё и сложная, многоуровневая система знаков, язык, на котором общество говорит о себе, своих ценностях, конфликтах и мечтах. Именно здесь на сцену выходит семиотика – наука о знаках и знаковых системах, об их функционировании в культуре. Применить семиотическую оптику к спорту означает совершить увлекательное интеллектуальное путешествие: от очевидного к скрытому, от буквального к символическому, от простого наблюдения за игрой к ее глубокому «прочтению». Это попытка расшифровать сложный код, которым пронизано все спортивное действо – от цвета формы и эмблемы клуба до жеста судьи, ритуалов болельщиков и архитектуры стадиона.

На первый взгляд, спорт кажется предельно конкретным и материальным: мяч в воротах, секунды на таймере, сантиметры в прыжке. Но семиотика учит нас видеть за этими физическими фактами знаки. Гол – это не просто пересечение линии ворот мячом (денотативное значение), но и знак победы, мастерства, командной работы, национальной гордости или, наоборот, трагедии для проигравшей стороны (коннотативные значения). Свисток арбитра – не просто звук, а знак власти, остановки игры, фиксации нарушения правил, которые сами по себе являются сложной знаковой системой, кодифицирующей допустимое и недопустимое поведение в рамках спортивного микрокосма.

Семиотика спорта исследует, как создается и передается значение в этой динамичной сфере. Она обращает внимание на визуальные знаки: цвета команд, формирующие идентичность и оппозицию «свой-чужой»; логотипы, несущие историю и коммерческую ценность; дизайн формы, отражающий модные тенденции и технологические достижения; трофеи, символизирующие высшее достижение. Она анализирует кинетические знаки – жесты спортсменов: победный взмах руки, ритуальные объятия, поклоны, выраже-

ние отчаяния или триумфа на лице. Эти жесты часто универсальны, но могут иметь и культурно специфические коннотации.

Не менее важны и аудиальные знаки: гимны перед матчем, заряжающие пространство национальной или клубной идентичностью; кричалки и песни болельщиков, создающие атмосферу единства и поддержки (или агрессии по отношению к сопернику); комментарии спортивных журналистов, которые не просто описывают происходящее, но и конструируют нарратив, создают героев и антигероев, интерпретируют события, вписывая их в определенный культурный контекст.

Спорт как знаковая система не существует в вакууме. Он тесно переплетен с другими культурными кодами и социальными институтами. Семиотический анализ позволяет увидеть, как в спорте отражаются и преломляются идеологии, социальные иерархии, гендерные стереотипы, расовые предрассудки, национализм и глобализация. Олимпийские игры, чемпионаты мира – это не только спортивные состязания, но и мощнейшие семиотические события, где нации демонстрируют свою силу, единство и культурные особенности через флаги, гимны, церемонии открытия и закрытия, через успехи и неудачи своих атлетов. Победа в престижном турнире может быть интерпретирована как знак превосходства нации, политической системы или определенного образа жизни.

Коммерциализация современного спорта добавила еще один важный слой в его семиотическую структуру. Логотипы спонсоров на форме, рекламные щиты на стадионах, названия турниров – все это знаки, вплетающие спорт в глобальную экономику потребления. Спортсмены становятся брендами, их имидж тщательно конструируется и используется для продвижения товаров. Семиотика помогает деконструировать эти процессы, понять, как спортивное зрелище превращается в рекламную площадку, а атлетическое достижение – в товар.

Более того, семиотика спорта обращает внимание на роль мифа. Подобно древним мифам, спорт создает свои пантеоны героев, свои легенды о преодолении, самопожертвовании, предательстве и искуплении. Истории великих спортсменов, «матчей века», неожиданных побед аутсайдеров – все это современные мифы, которые транслируют определенные ценности и помогают людям осмыслять мир. Семиотический анализ позволяет понять механизмы создания этих мифов, их структуру и функции в обществе. Как используется образ «золушки» или «вечного соперничества»? Как конструируется миф о «честной игре» или, наоборот, о «гениальном нарушителе»?

Изучение семиотики спорта – это не просто академическое упражнение. Это ключ к более глубокому пониманию одного из самых влиятельных культурных феноменов современности. Это приглашение взглянуть на привычное под новым углом, научиться «читать» игру во всей ее многознач-

ности. Понять, как простой жест или цвет формы может нести огромный символический заряд. Осознать, как через спортивные ритуалы и нарративы мы конструируем и подтверждаем свою идентичность – личную, групповую, национальную.

В конечном счете, семиотика спорта показывает, что игра на поле – это всегда больше, чем просто игра. Это текст, написанный языком тела, правил, символов и ритуалов. Текст, который отражает нас самих, наши общества, наши страхи и надежды. Расшифровка этого текста открывает перед нами не только скрытые механизмы функционирования спорта, но и глубинные пласты самой культуры, в которой мы живем. Это приглашение стать не просто зрителем, но и вдумчивым читателем великой игры под названием Спорт.

Когда прожекторы гаснут, а камеры отворачиваются от центральной арены, мир спорта не замирает. Он просто перетекает в другие, менее видимые публике, но не менее семиотически насыщенные пространства. Раздевалка, командный автобус, пресс-конференц-зал – это не просто служебные помещения или транспорт. Это места, где разворачивается своя, параллельная семиотика, добавляющая глубины, человечности и порой неожиданных смыслов к тому, что мы видим на поле или корте. Эти пространства говорят с нами на языке ритуалов, эмоций без цензуры, власти и контроля нарратива.

Начнем с раздевалки. Это сакральное, почти интимное пространство команды или спортсмена. Здесь нет чужих, здесь царит своя иерархия и свои законы. Раздевалка до игры – это место концентрации, последних приготовлений, слов тренера, которые должны зажечь искру. Разбросанные вещи, специальные места для каждого игрока, личные талисманы – всё это знаки принадлежности, ритуала, индивидуальной подготовки к коллективному действию. Запах мазей, атмосфера нервного напряжения или спокойной уверенности – это невидимые, но ощутимые знаки, формирующие настрой.

Но наибольшей семиотической силой раздевалка обладает после игры. Это место, где эмоции выплескиваются наружу без оглядки на камеры (если только они не допущены для специальных репортажей). Радостный хаос победы – крики, объятия, фонтаны шампанского – это мощный визуальный и акустический знак триумфа, единства, сброшенного напряжения. Каждая бутылка воды, вылитая на тренера, каждое коллективное скандирование – это часть ритуала празднования, закрепляющего общий успех. И наоборот, тишина и угрюмость после поражения, поникшие плечи, брошенные на пол сумки, опустошенные взгляды – это красноречивые знаки разочарования, усталости, упущенных возможностей. В раздевалке семиотика тела наиболее чиста от необходимости «держать лицо», показывая истинные, необработанные эмоции. Это пространство, где снимаются маски публичного образа, и остаются только спортсмены, переживающие результат своего труда.

Мы уже начали говорить о раздевалке как о пространстве, вынесенном за скобки основного действа на поле или арене, но при этом насыщенном собственными смыслами. Однако ее семиотическая значимость простирается гораздо дальше простого «закулисья». Раздевалка – это не просто комната, это сакральное пространство, место посвящения, трансформации и братства, чьи секреты оберегаются и чье влияние на игру неоспоримо. И именно эта сакральность придает особую силу любому «инсайду» из ее стен, делая его объектом пристального внимания и спекуляций.

Почему же раздевалка обладает таким весом в спортивном нарративе?

Во-первых, это зона перехода и трансформации. Именно здесь гражданский человек (или просто спортсмен вне игры) переодевается в форму, надевает амуницию, превращаясь в бойца, представителя команды, участника ритуального сражения. Этот процесс переодевания – это символический акт отделения от обыденной жизни и погружения в особый мир состязания. Раздевалка – это порог между «тем, кто я есть вне спорта» и «тем, кто я на поле». Семиотика формы (ее цвет, логотипы, номера), надеваемой именно здесь, усиливает это ощущение трансформации и принадлежности.

Во-вторых, раздевалка – это пространство предельной откровенности (внутренней). Именно здесь, в отсутствие посторонних глаз, снимаются маски публичного образа. Тренер может говорить резко и эмоционально, игроки могут выражать свое недовольство, страх или уверенность без необходимости цензурировать себя. Это место, где проявляются истинные характеры, где налаживаются (или рушатся) межличностные связи внутри команды. Запах пота и мазей смешивается с атмосферой напряжения, усталости или эйфории – это семиотика неподдельных, первичных эмоций, которые затем, выйдя на публику, будут контролироваться и маскироваться.

В-третьих, это пространство коллективной идентичности и братства. Здесь формируется командный дух, произносятся мотивирующие речи, устанавливаются неформальные связи. Раздевалка – это микросоциум, где каждый игрок имеет свое место, свою роль не только в игре, но и в коллективе. Ритуалы (командный круг, хлопки по плечам, совместные кричалки) усиливают эту семиотику единства и принадлежности. Это место, где индивидуальности сплавляются в единый организм команды.

Именно благодаря этим качествам – закрытости, откровенности, сакральности и коллективности – любой «инсайд», что называется, «из раздевалки» приобретает совершенно особую значимость. Он воспринимается как крупица подлинной, нефильтрованной правды о том, что происходит внутри команды – какие там отношения, какое настроение, какие реальные установки даются, кто является лидером на самом деле. Журналисты, болельщики, соперники – все жаждут этой информации. Слив разговора из раздевалки, фотография ссоры или наоборот, трогательного момента единения – всё это

мгновенно раздувается до гигантских масштабов, потому что это воспринимается как доступ к скрытому смыслу, к истинным причинам побед или поражений, к реальным личностям, а не к их публичным образам. Семиотически, «инсайд» из раздевалки – это нарушение сакральности, открытие сокровенного, и потому он обладает такой взрывной силой.

Но раздевалка интересна еще и тем, что это место, где сходятся самые разные спортсмены. Представители разных культур, национальностей, языков, социальных слоев. Люди с разным воспитанием, разными взглядами на жизнь. И все они вынуждены сосуществовать в этом тесном, закрытом пространстве, объединенные лишь одной общей целью – спортивным результатом. Что они предлагают друг другу в этом котле?

Здесь происходит постоянный семиотический и культурный обмен.

Обмен языками и сленгом.

Возникает уникальный командный жаргон, смесь разных языков, понятная только своим.

Обмен ритуалами и суевериями.

Игроки перенимают друг у друга предматчевые привычки, жесты на удачу, создавая коллективные «заклинания».

Обмен культурными нормами и ценностями.

Неизбежно происходит притирка, взаимное влияние, обучение терпимости (или, наоборот, возникновение конфликтов на почве культурных различий).

Обмен опытом и знаниями.

Спортсмены делятся секретами мастерства, историями из жизни, взглядами на спорт и мир.

Этот постоянный обмен накладывается на спортивную тематику, обогащая ее. Успех команды часто зависит не только от индивидуального мастерства, но и от семиотики этого коллективного пространства – насколько хорошо «читают» друг друга игроки, насколько сплоченным является их «язык» вне поля.

Можно ли говорить, что семиотика раздевалки дополняет, а иногда и противоречит семиотике самой игры? Безусловно. На поле спортсмен может быть жестким и неуступчивым, его жесты – агрессивными. Но в раздевалке этот же человек может проявить себя как заботливый старший товарищ, шутник или даже очень ранимый человек. Семиотика игры – это семиотика роли и функции. Семиотика раздевалки – это семиотика человека за этой ролью.

Противоречие может возникать, когда семиотика раздевалки (конфликты, отсутствие взаимопонимания, плохая атмосфера) вступает в диссонанс с семиотикой игры (требование единства, подчинения общей тактике). Тренерская установка, данная в раздевалке, может быть полностью проигнори-

рована на поле, что создает семиотический конфликт между сказанным и сделанным.

Таким образом, раздевалка – это не просто периферия спорта. Это его сердце, его святилище, где рождаются смыслы, формируются связи и проявляются истинные лица. Ее семиотика – это семиотика сокровенного, коллективного, эмоционального и человеческого. И именно поэтому любые сигналы, исходящие из этого закрытого пространства, воспринимаются с таким интересом и имеют такую огромную силу в общем спортивном нарративе, дополняя, а порой и переворачивая наше представление о том, что происходит на самом деле.

И наконец, пресс-конференция. Это, в отличие от раздевалки, пространство максимально публичное и семиотически контролируемое. Это театр пост-игры, где спортсмены и тренеры должны представить свою версию произошедшего, проанализировать результат, ответить на острые вопросы. Здесь каждое слово, каждый жест, каждая интонация – это знак, который будет интерпретирован СМИ и публикой. Усталый взгляд после тяжелого матча, напряженная улыбка при неудобном вопросе, уверенная поза победителя, нервное перебирание бумаг проигравшим тренером – всё это часть семиотики пресс-конференции. Здесь семиотика тела и речи подчинена задаче формирования или поддержания публичного образа, контроля над нарративом поражения или триумфа. Это пространство, где спорт встречается с медиа, и где смыслы игры начинают трансформироваться под воздействием публичной интерпретации.

Далее – командный автобус. Это пространство перехода, капсула, в которой команда движется как единое целое. Поездка на матч – это время для последних тактических обсуждений, прослушивания музыки, психологической настройки, или просто сосредоточенного молчания. Автобус становится символом общего пути, коллективной судьбы. После матча атмосфера в автобусе меняется кардинально: если победили – это продолжение праздника, песни, смех. Если проиграли – тягостная тишина, каждый погружен в свои мысли, редкие разговоры ведутся вполголоса. Окна автобуса, за которыми проносятся пейзажи, отделяют команду от внешнего мира, создавая временное убежище или место для переваривания произошедшего. Сам факт совместного передвижения – это знак единства, даже когда внутри команды могут быть разногласия.

Кроме того, есть и другие пространства-переходы: тоннель, ведущий на поле (символ выхода из закрытого в открытое, момент наибольшего сосредоточения перед выходом под свет софитов), зона разминки (ритуальное место подготовки, где демонстрируется готовность и сила), скамейка запасных (уже упомянутое пространство ожидания и потенциала).

Все эти пространства за кадром, эти моменты *не-игры*, насыщены своими знаками и ритуалами. Они показывают нам другую сторону спорта – не только борьбу на арене, но и человеческие эмоции, командное взаимодействие, психологическую подготовку и публичное позиционирование. Изучая семиотику этих «периферийных» зон, мы получаем более полную и глубокую картину спортивного явления, понимая, что его смыслы выходят далеко за рамки простого счета на табло.

DOI 10.34660/INF.2025.55.88.039

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ И СОЦИАЛЬНОЙ МОДЕРНИЗАЦИЕЙ

У Цзежэнь
аспирант
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Чжэн Хуа
аспирант
Московский государственный университет спорта и туризма
Ли Хаоцзе
аспирант
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Москва, Россия

Резюме

В процессе цифровой трансформации человеческого общества виртуальная реальность (Virtual Reality, VR), как многодисциплинарная комплексная технологическая система, объединяющая компьютерную графику, сенсорные технологии и искусственный интеллект, становится основной движущей силой социальной модернизации. В этой статье с двойной точки зрения технологической философии и социального развития систематически анализируется техническая коннотация и логика развития виртуальной реальности, углубленно обсуждается ее разрушительное влияние на способ производства, образ жизни и модель социальной организации, раскрывается ее ключевая роль в качестве вычислительной платформы нового поколения в модернизации промышленности, инновациях в сфере общественных услуг и реформе системы управления. Исследования показывают, что виртуальная реальность стала типичной парадигмой совместной эволюции технологий и общества, создавая цифровую среду, которая объединяет реальность, преодолевая ограничения физического пространства и реконструируя человеческий познавательный мир. В статье далее анализируются технологические узкие места и социальные проблемы, стоящие перед его развитием, а также перспективы будущей интеграции с искусственным интеллектом, цифровыми двойниками, 6G и другими технологиями, что дает теоретическую ссылку на содействие глубокой интеграции технологий виртуальной реальности и социальной модернизации.

Ключевые слова: Виртуальная реальность, искусственный интеллект, современное общество, человеческие группы, информационное общество

1. Техническое содержание и логика развития виртуальной реальности

Виртуальная реальность - это цифровая среда с множественным восприятием взаимодействия, построенная с помощью компьютерных технологий, и ее основная особенность заключается в том, что захватывающий опыт взаимодействует с природой. Техническая архитектура объединяет четыре модуля сбора и моделирования данных, технологии рендеринга, системы естественного взаимодействия и сетевой передачи и поддержки вычислительной силы: получение геометрических, текстурных и других данных физического мира с помощью лазерных радаров, визуальных датчиков и других устройств, а также создание высокоточных виртуальных моделей в сочетании с цифровыми двойниками (например, цифровые двойники устройств с миллиметровой погрешностью в промышленности); Опираясь на движок рендеринга в реальном времени для достижения стереовизуального представления с высоким разрешением (одноглазый ≥2K) и низкой задержкой (< 20 мс), с технологией отслеживания головы для создания захватывающего визуального опыта; С помощью распознавания жестов, перчаток обратной связи с силой и других устройств для достижения гармоничного режима естественного взаимодействия « рука - глаз - тело», двумерный ввод клавиатуры в трехмерное пространственное отображение движения (например, технология тактильной обратной связи для моделирования текстуры объекта); Опираясь на характеристики низкой задержки и высокой полосы пропускания сети 5G / 6G и граничные вычисления, можно обеспечить передачу данных облачного рендеринга в режиме реального времени и легкую загрузку терминала. Его история развития следует эволюционному пути « Имитационная технология → цифровое моделирование → виртуальная интеграция», которая в значительной степени соответствует итерации технологий человеческой цивилизации: от древнего физического моделирования, электромеханического моделирования в индустриальную эпоху, компьютерного цифрового моделирования в информационную эпоху (например, полностью цифровой дизайн Boeing 777 исключает физические прототипы и сокращает цикл исследований и разработок на 40%) до погружения в интеллектуальную эпоху, чтобы преодолеть ограничения двумерного экрана. В настоящее время технологии дополненной реальности (AR) и смешанной реальности (MR) еще больше размывают границы виртуальной реальности - AR накладывает виртуальную информацию на реальные сценарии (например, Hololens показывает параметры устройства), а MR реализует динамическое взаимодействие виртуальных объектов с реальными объектами (например, виртуальные детали собираются вместе с реальными инструментами). Революционная ценность виртуальной реальности проявляется в тройном

прорыве: пространственное измерение с трехмерной средой 360°, чтобы прорваться через угол зрения фиксированного экрана, временное измерение, поддерживающее восстановление исторических сцен и репетицию будущих сцен, сенсорное измерение с помощью технологии мультимодального восприятия, чтобы построить захватывающий опыт, включающий осязание, чувство силы и даже обоняние (например, перчатки обратной связи силы в медицинской подготовке, имитирующие хирургическое сопротивление).

2. Многомерное влияние виртуальной реальности на модернизацию общества

На уровне способа производства, виртуальная реальность подталкивает обрабатывающую промышленность от « физических проб и ошибок » к « цифровому двойниковому приводу»: звенья проектирования продукта, инженеры через виртуальную среду для трехмерного моделирования и проверки сборки, сокращая цикл итерации дизайна более чем на 50%; Производственное звено, очки AR направляют рабочих на сборку, чтобы снизить частоту ошибок на 30%; Транспортно - техническое звено, цифровой двойник в режиме реального времени отображает состояние оборудования, уменьшает время простоя более чем на 20% (цикл разработки нового автомобиля производителя автомобилей сокращается с 48 месяцев до 24 месяцев, стоимость снижается на 30%). В военной области распределенная система виртуального моделирования поддерживает многопользовательские совместные боевые учения и повышает эффективность боевой подготовки (например, « Совместная система моделирования конфликтов и тактики » США имитирует тысячи физических полей битвы); В сельском хозяйстве и сфере услуг VR имитирует среду посадки, AR помогает распознавать вредителей и вредителей, электронная коммерция виртуальных примерок сокращает время принятия решений о покупке на 25%, виртуальные посещения музеев во время вспышки увеличились на 500%. Образ жизни из - за виртуальной реальности происходит иммерсивная реконструкция: область образования, VR - хирургический симулятор позволяет студентам - медикам овладеть навыками на 30% быстрее, виртуальная воспроизведение исторических сцен позволяет увеличить коэффициент удержания знаний на 40%, способствует переходу от « типа памяти» к « типу понимания» обучения; В области здравоохранения VR - вспомогательная психотерапия против гиперфобии, эффективность PTSD до 85%, AR - дистанционное руководство для достижения высокого качества медицинских ресурсов тонет, VR фитнес - платформа для пользователей времени упражнений увеличивается на 20%; Что касается социальных развлечений, то виртуальная конференц - система поддерживает взаимодействие инопланетных аватаров (точность распознавания языка тела 90%), VR - игры (например, Beat Saber) используются более 1,5 часов в день, виртуальные концерты привлекают 5 миллионов зрителей по всему миру одновре-

менно в режиме онлайн, создавая новые культурные потребительские сцены. Модель социальной организации глубоко реконструирована в процессе оцифровки: умный город через городскую цифровую двойную платформу в режиме реального времени отображает транспорт, энергию и другие системы, моделирование ливневых дождей и заболачивания оптимизирует дренажную планировку, чтобы уменьшить ущерб от стихийных бедствий на 30%, инспекция AR повышает скорость реагирования на неисправности на 50%; В сфере общественных услуг VR - музеи, виртуальные офисные залы нарушают физические ограничения, неисчерпывающие программы VR охватывают 2000 школ, эффективность государственных услуг повышается на 40% и приносит пользу пожилым людям; Виртуальная реальность уравновешивает потребности глобализации и индивидуализации, виртуальные аватары участвуют в транснациональных мероприятиях, чтобы преодолеть географические границы, а технологии персонализированного взаимодействия динамически приспосабливаются к услугам в соответствии с физиологическими данными пользователей (например, сложность настройки контента в системе образования VR).

3. Совместная эволюция виртуальной реальности и промышленных изменений

Будучи « вычислительной платформой третьего поколения» после персональных компьютеров и смартфонов, виртуальная реальность построила полную индустриальную экологию, охватывающую аппаратное обеспечение, программное обеспечение и приложения: аппаратный уровень в основном состоит из легких VR - устройств (таких как PICO 4), в 2023 году глобальные поставки достигли 24 миллионов единиц, разрешение внезапно сломалось 2160 × 2160 / глаз; Двигатель Unity на программном уровне поддерживает 90% создания контента и обеспечивает точное физическое моделирование; Уровень приложений формирует промышленный кластер « VR + », объем китайского рынка в 2026 году, как ожидается, превысит 350 млрд юаней (ежегодный комбинированный темп роста 30%). Традиционные отрасли через реинжиниринг процессов, инновации продуктов, трансформацию моделей для достижения цифровых возможностей: строительная промышленность VR - репетиция уменьшает скорость переработки на 20%, производители оборудования от продажи оборудования до VR - услуг дистанционного обслуживания; Развивающиеся отрасли процветают под влиянием виртуальной реальности, быстро расширяются в таких областях, как цифровой контент, метакосмическая экономика, интеллектуальное оборудование и т. Д. - В 2023 году глобальная метакосмическая индустрия достигнет 500 миллиардов долларов США (ежегодный рост 40%), а внешние устройства, такие как очки AR, как ожидается, будут поставлены более 120 миллионов единиц в 2027 году. Синергия между технологиями и промышленностью не только повышает эффективность производства, но и

порождает новую форму экономики, которая интегрируется в реальность, и способствует преобразованию промышленной структуры в интеллектуальную и сервисную. # # 4. Проблемы развития виртуальной реальности и перспективы на будущее Нынешнее развитие виртуальной реальности сталкивается с техническими узкими местами и социальными проблемами: основные технологии, такие как высококачественные дисплеи, оптические линзы полагаются на зарубежные монополии, пользователи используют головокружение в течение длительного времени (только 60% пользователей принимают более 1 часа использования), не решены, межплатформенная совместимая стандартизированная система отсутствует; На социальном уровне чрезмерное погружение может привести к ложной когнитивной путанице (на 15% снижается пространственная ориентация долгосрочных пользователей), существует риск утечки при сборе биологических данных, а стоимость оборудования может усугубить цифровой разрыв. В будущем технологическое слияние и расширение сцены станут ключевыми направлениями: виртуальные люди, управляемые ИИ, обладают способностью распознавать эмоции и самостоятельно принимать решения, 6G и граничные вычисления для достижения взаимодействия с « нулевой задержкой» (поддержка очков AR вместо смартфонов), цифровые двойники и глубокое слияние VR для создания симбиотических систем виртуальной реальности (например, стратегии автономной оптимизации управления виртуальными двойниками на заводских устройствах). Сценарии применения будут распространяться на такие области, как исследование космоса (обучение астронавтов на моделируемой космической станции VR), биомедицина (вспомогательное лечение неврологических заболеваний), экологическое управление (оценка воздействия изменения климата) и другие. На политическом уровне план Китая « 14 - я пятилетка» явно поддерживает применение VR, провинция Чжэцзян и другие провинции выдвинули промышленные цели на уровне 100 миллиардов, Международная организация по стандартизации продвигает разработку стандартов, таких как безопасность оборудования и взаимодействие данных, чтобы помочь стандартизации промышленности.

Выводы

Виртуальная реальность - это не только технологические инновации, но и основной двигатель социальной модернизации, который способствует всесторонней цифровой трансформации производства, жизни и управления путем реконструкции человеческого восприятия и взаимодействия. От цифрового двойника промышленного производства до захватывающего опыта государственных услуг, демонстрируемая им синергическая эволюционная динамика технологий и общества оказывает глубокое влияние на индустриальную экологию и социальную структуру. Несмотря на технологические и этические проблемы, с глубокой интеграцией с такими технологиями, как ИИ, 6G и цифровые двойники, виртуальная реальность создаст интеллекту-

альное общество, в котором все взаимосвязано и симбиотично, и приведет человеческую цивилизацию к более высоким формам модернизации.

Справочная литература

1. WANG Bin. On the Three Dimensions of Digital Technology in Shaping the Space of Ideological and Political Education[J]. Journal of Xihua University (Philosophy & Social Sciences) , 2023, 42(5): 20-29. DOI: 10.12189/j.issn.1672-8505.2023.05.003

2. WANG Jian-hong, ZOU Jin-lian, ZHANG Sha. Reflections on Immersive Learning from the Perspective of Metaverse: Classification, Opportunities, Challenges and Future Development[J]. JOURNAL OF NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY(SOCIAL SCIENCES), 2024, 5(4): 113-120. DOI: 10.14092/j.cnki.cn11-3956/c.2024.04.013

3. Романова М. Д. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ И ГЛОБАЛЬНОЕ «КИБЕРПРОСТРАНСТВО» // СГН. 2019. №1 (3). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/informatizatsiya-i-globalnoe-kiberprostranstvo (дата обращения: 01.04.2025).

4.Барыгин И. Н. Теория международных отношений и регионоведение в контексте основных научных парадигм // ПОЛИТЭКС. 2005. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-mezhdunarodnyh-otnosheniy-i-regionovedenie-v-kontekste-osnovnyh-nauchnyh-paradigm (дата обращения: 01.04.2025).

5. Владислав Витальевич Карагачев Экологическое образование и культура в контексте цифровой модернизации // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки . 2024. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskoe-obrazovanie-i-kultura-v-kontekste-tsifrovoy-modernizatsii (дата обращения: 01.04.2025).

6. Тюнников Ю., Мазниченко М. «Педагогика»: диалектический курс // Высшее образование в России. 2004. №9. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/pedagogika-dialekticheskiy-kurs (дата обращения: 01.04.2025).

7. Заболотнов А. Ю. МОДЕРНИЗИРУЕМОЕ ОБЩЕСТВО КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ // Экономика и социум. 2014. №3-2 (12). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/moderniziruemoe-obschestvo-kak-obekt-upravleniya (дата обращения: 01.04.2025).

8. Бельский Виталий Юрьевич, Майкова Валентина Петровна, Молчан Эдуард Михайлович Традиции и новации в формировании духовно-нравственных ценностей личности в образовании // Социально-гуманитарные знания. 2019. №5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/traditsii-i-novatsii-v-formirovanii-duhovno-nravstvennyh-tsennostey-lichnosti-v-obrazovanii (дата обращения: 01.04.2025).

DOI 10.34660/INF.2025.20.35.040

ТОЛЕРАНТНОСТЬ К НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В КОНТЕКСТЕ СОЦИАЛИЗАЦИИ ПОДРОСТКОВ

Гребенникова Ольга Владимировна
кандидат психологических наук, доцент, старший научный сотрудник
Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований,
г. Москва, Россия

Аннотация. *Цифровая трансформация общества и образования создает для подростков ситуацию неопределенности, в которой происходит их социализация. Взаимодействие в реальном и виртуальном мирах становится неразделимым, а разнообразие образовательных форматов, включая смешанное обучение, ставит вопрос о развитии толерантности к неопределенности на первый план. Наше пилотажное эмпирическое исследование показало, что у большинства подростков наблюдается недостаточная толерантность к неопределенности, проявляющаяся в низкой адаптивности, неуверенности и склонности к потере самообладания в непредвиденных ситуациях. Несмотря на высокий уровень энергичности и жизнестойкости, характерный для большинства подростков, предприимчивость в условиях неопределенности имеет средние показатели. Таким образом, практическим психологам, педагогам в современной образовательной среде следует обратить внимание на проблему толерантности к неопределенности у подростков и создавать условия для ее развития.*

Ключевые слова: *подростки, социализация, толерантность, неопределенность, транзитивное общество.*

Социализация современных подростков - сложный процесс адаптации молодого поколения к обществу, усвоение социальных норм, ценностей и ролей, необходимых для успешной жизни в социуме. Семья остается важнейшим институтом социализации подростка. Родители передают ребенку культурные ценности, моральные нормы и модели поведения. Однако современные семьи часто сталкиваются с проблемами дефицита общения, эмоциональной поддержки и авторитета родителей среди детей. Однако, на

первый план в подростковом возрасте выходят отношения со сверстниками, которые реализуются как в реальном, так и в виртуальном мире.

Школа играет ключевую роль в формировании личности подростка. Учебная деятельность способствует развитию интеллектуальных способностей, коммуникативных навыков и социальной компетентности. Однако недостаточная мотивация учеников, устаревшие методы обучения и проблемы дисциплины снижают эффективность школы как института социализации. Современная образовательная среда для подростков – это сложный, динамичный мир, где традиционные методы обучения переплетаются с новыми технологиями, а социальные сети и онлайн-платформы становятся неотъемлемой частью учебного процесса. Подростки, находящиеся в самом разгаре своего личностного становления, сталкиваются с уникальными вызовами и возможностями в этой среде.

Вызовы, с которыми сталкиваются подростки:

- **Информационная перегрузка:** огромный поток информации, доступный в интернете, может быть как благом, так и проклятием. Подросткам сложно фильтровать информацию, отличать правду от фейков и концентрироваться на действительно важных вещах.
- **Цифровое отвлечение:** социальные сети, игры и другие онлайн-развлечения постоянно конкурируют за внимание подростков, отвлекая их от учебы и снижая концентрацию.
- **Давление социальных сетей:** постоянное сравнение себя с другими в социальных сетях может привести к низкой самооценке, тревожности и депрессии. Кроме того, кибербуллинг и онлайн-травля становятся серьезной проблемой.
- **Устаревшие методы обучения:** не все школы и учителя успевают адаптироваться к потребностям современных подростков. Традиционные лекции и зубрежка могут казаться скучными и неактуальными, особенно когда вокруг столько интерактивных и увлекательных способов обучения.
- **Недостаток мотивации:** подростки часто не видят связи между учебой и своей будущей жизнью, что приводит к потере интереса к образованию. Недостаток индивидуального подхода и поддержки со стороны учителей также может усугубить эту проблему.

Возможности, которые открываются перед подростками:

- **Доступ к огромному объему знаний:** интернет предоставляет неограниченный доступ к информации, позволяя подросткам изучать интересующие их темы самостоятельно и углубленно.
- **Интерактивное обучение:** онлайн-курсы, образовательные игры и другие интерактивные инструменты делают обучение более увлекательным и эффективным.

- **Развитие критического мышления:** современная образовательная среда требует от подростков умения анализировать информацию, делать выводы и принимать решения.
- **Развитие навыков сотрудничества:** работа в онлайн-проектах и группах позволяет подросткам развивать навыки коммуникации, командной работы и лидерства.
- **Подготовка к будущей карьере:** современное образование должно готовить подростков к быстро меняющемуся рынку труда, развивая у них навыки, необходимые для успешной карьеры в будущем.

Интернет стал неотъемлемой частью жизни современного подростка, а социальные сети позволяют поддерживать связь с друзьями, обмениваться информацией и формировать собственное мнение. Вместе с тем, чрезмерное использование интернета может привести к зависимости, снижению успеваемости и ухудшению здоровья.

Подростковый возраст характеризуется высокой чувствительностью к мнению окружающих. Желание соответствовать ожиданиям группы может приводить к конформизму, нарушению личных границ и принятию рискованных решений. Важно развивать критическое мышление и способность отстаивать свою позицию.

Средства массовой информации оказывают значительное влияние на формирование мировоззрения подростка. Телевизионные передачи, фильмы, музыка формируют представления о нормах поведения, моде и образе жизни. Необходимо научить ребенка анализировать поступающую информацию и отличать достоверные сведения от ложных.

Наряду с цифровизацией, одной из определяющих черт современного общества является социальная транзитивность. Она выражается в одновременном существовании множественных социальных сценариев, подверженных постоянным и непредсказуемым трансформациям. Транзитивность, таким образом, представляет собой комбинацию множественности, изменчивости и неопределенности, проявляющуюся как в макро-, так и в микросоциальных контекстах. Расширение мультикультурного пространства социализации, обусловленное глобализацией и миграционными процессами, усиливает эту множественность, что, в свою очередь, способствует ускорению темпов социальных изменений.

Можно констатировать, что разные аспекты транзитивности связаны с разными трудностями для человека. Так, изменчивость и неопределенность связаны с нарушением целостности идентичности - как ее отдельных составляющих, так и временной перспективы. Множественность затрудняет выбор группы идентификации и направления, пространства социализации [3].

Неопределенность современной социальной ситуации связана с трудностями социально-психологической адаптации к постоянно меняющимся

условиям, а сама непредсказуемость социальных условий может приводить к усилению эмоциональной напряженности, невротизации детей и подростков, особенно в условиях жестко заданных и контролируемых взрослыми ситуациях. Изменчивость и текучесть современной социальной ситуации развития, которая увеличивает вариативность в выборе групп социализации и дает дополнительные возможности для проявления активности и самостоятельности, одновременно приводит к усилению ответственности за сделанный выбор [4].

В условиях транзитивного общества процесс социализации приобретает принципиальную противоречивость. С одной стороны, социализация - трансляция устоявшегося, закрепившегося социального опыта, с другой - в современной ситуации опыт поколений фиксируется совершенно по-новому [1]. Новая ситуация транзитивности характерна для всех поколений, хотя, конечно, наиболее значимой становится для молодежи и подростков. При этом молодыми людьми, детьми транзитивность осознается как естественная ситуация, в которой происходит процесс их взросления и вхождения в окружающий мир [2].

Цель пилотажного эмпирического исследования: определение толерантности к неопределенности у подростков. Диагностический инструментарий: методика определения толерантности к неопределенности (адаптация Н.А. Бажановой и Г.Л. Бардиер). Выборка: подростки 14-16 лет, обучающиеся в образовательных учреждениях СЗАО г. Москвы в количестве 100 человек.

Результаты исследования толерантности к неопределенности по семи шкалам показали: страстность (энергичность, неутомимость, повышенный жизненный тонус) – высокий уровень – 52 %, средний уровень – 48 % старших подростков; находчивость (умение находить выходы из сложных ситуаций, обращаться к новым источникам для решения новых проблем) – высокий уровень – 50 %, средний уровень – 34 %, низкий уровень – 16 %; оптимизм (большие надежды, вера в успех, нежелание ориентироваться на худшее развитие событий, стремление фиксироваться не на проблемах, а на возможностях их решения) – высокий уровень – 68 % респондентов, средний уровень – 32 %.

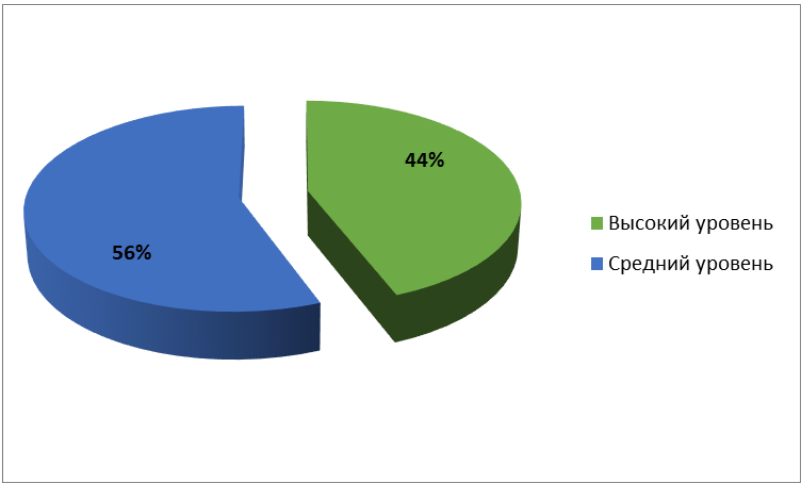


Рисунок 1. *Смелость, предприимчивость у подростков*

Смелость, предприимчивость (тяга к новому, неизвестному, отказ от испытанного и надежного) – высокий уровень – 44 %, средний уровень – 56 %.

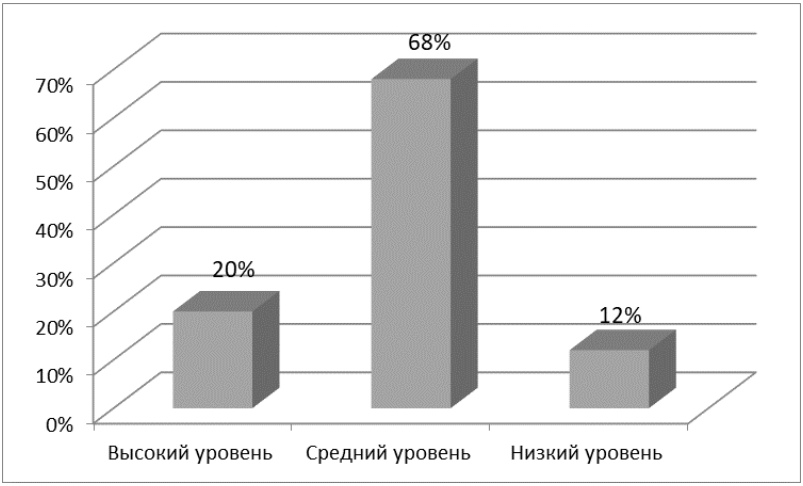


Рисунок 2. *Адаптивность у подростков*

Адаптивность (умение менять свои планы и решения, перестраиваться в новых ситуациях, не настаивать на своем, если этого требует ситуация) – высокий уровень – 20 %, средний уровень – 68 %, низкий уровень – 12 %.

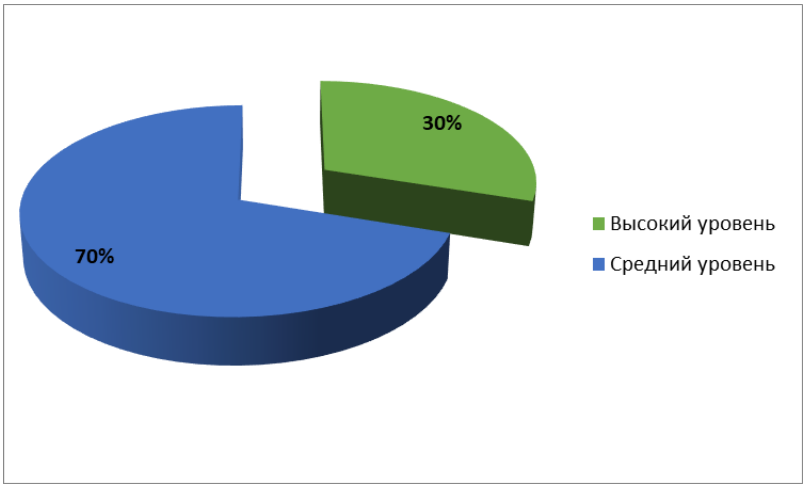


Рисунок 3. *Уверенность у подростков*

Уверенность (вера в себя, в свои достоинства и в свои силы, в то, что все возможно, стоит только захотеть) – высокий уровень – 30 %, средний уровень – 70 %.

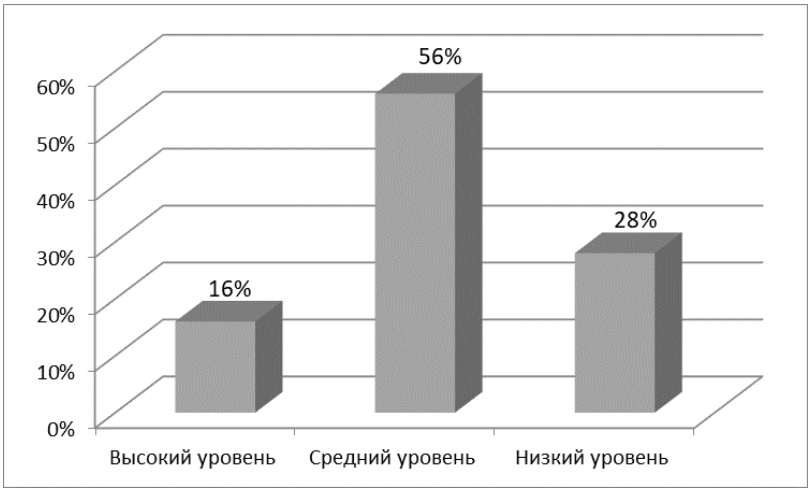


Рисунок 4. *Толерантность двусмысленности у подростков*

Толерантность двусмысленности (спокойное отношение к отсутствию ответов, самообладание в ситуациях, когда не ясна суть происходящего или

не ясен исход дела, когда не определены цели и ожидания, когда начатое дело остается незавершенным) – высокий уровень – 16 %, средний уровень – 56 %, низкий уровень – 28 %.

Выводы:

1. Большинство подростков чувствуют себя энергичными и полными сил. Они способны находить решения в трудных ситуациях, используя новые ресурсы и подходы. Они верят в успех и ориентируются на поиск возможностей.
2. Предприимчивость у большинства подростков развита на среднем уровне.
3. В условиях современной нестабильности у подростков проявляется недостаточная адаптивность и уверенность в себе. Они могут испытывать трудности и терять контроль в ситуациях неясности, когда цели и ожидания не определены.
4. Подросткам, испытывающим трудности в ситуациях неопределенности требуется психологическая помощь и поддержка со стороны психологов и педагогов образовательной среды.

Благодарность

Исследование выполнено в рамках госзадания FIRE-2024-0016 «Психологические эффекты цифровизации образовательной среды: возможности когнитивного и личностного развития и риски социализации».

Список литературы

1. Дубовская Е.М. Транзитивность общества как фактор социализации личности / Е.М. Дубовская // Психологические исследования. - 2014. -Т. 7, № 36. -С.7.

2. Марцинковская Т.Д. Современная психология - вызовы транзитивности / Т.Д. Марцинковская // Психологические исследования. - 2015. - Т. 8, № 42. - С.1

3. Марцинковская Т.Д. Культура и субкультура в пространстве психологического хронотопа / Т.Д. Марцинковская. - М.: Смысл, 2017. - 271 с.

4. Социализация в мультикультурном пространстве: Методическое пособие / Т.Д. Марцинковская, Е.М. Дубовская [и др.] - М.: МПГУ, 2016. - 108 с.

DOI 10.34660/INF.2025.59.87.041

MEDITATIVE PRACTICES AND TECHNO-ANIMISM IN RELIGION AND SPIRITUALITY: BUILDING THE EAST-WEST BRIDGE

Alexios Kouzalis
PhD student
HSE University, Moscow, Russian Federation
Priyanka Yadav
PhD student
HSE University, Moscow, Russian Federation
Alexis Karkotis
Independent Researcher

Abstract. *Living in the digital age has brought numerous benefits, but it has also posed significant challenges to mental wellness. The demands of constant connectivity, excessive information, and the necessity to remain digitally engaged have negatively affected individuals' mental health. This heightened awareness of mental fitness has led us to seek out effective solutions to manage our mental health concerns and practicing mindfulness can prove to be significantly beneficial in improving mental well-being. On the other hand, the realized benefits of collaborative intelligence applications encompass heightened efficiency and enhanced creativity. For collaborative intelligence applications to actualize their intended performance benefits, effective collaboration between humans and artificial intelligence is imperative. The potential of Artificial Intelligence to revolutionize spirituality is significant. Artificial Intelligence has rapidly emerged as a transformative force in the field of spirituality (in the form of techno-animism), revolutionizing how tasks are performed. In this study contemplative practices such as mindfulness and technological practices such as techno animism will be explored giving emphasis on the contribution that such practices may have on mental health and spirituality. This study is one stone in the construction of the East-West bridge, which recognizes Eastern psychology as a rigorous, sophisticated, and socially relevant psychological framework that is yet subject to change. By exploring the concepts of mindfulness and techno-animism we attempt to connect the Eastern and Western civilization in an effort to enrich the public's spiritual experience and general well-being.*

Keywords: *meditation; mindfulness; techno-animism; religion; spirituality.*

Introduction

Metacognition has been an integral part of many religions across the span of time. Icons adorn the interior of Orthodox Christian churches. The image in art enhances learning because it fosters imagination and critical thinking (i.e. metacognition) through the visual experience and the latter is especially significant in the educational process (Mitropoulou, 2023). Christians in the modern era pray about their issues, and prayer itself frequently involves significant metacognitive monitoring and regulatory processes, such as the duty of coming up with original ideas and upholding a positive, solution-focused mindset (Schille-Hudson et al., n.d.). Christian prayer practices can benefit from the goals of mindfulness meditation, a Buddhist religious metacognitive practice which includes being fully aware of one's experience, being rooted in the present moment, and being enveloped in a space of nonjudgmental acceptance (Johnson, 2018). According to the Qur'an, metacognition marks the beginning of the self-development emphasized in the text and the Qur'an encourages both actively confronting negative thoughts and intentionally nurturing positive ones (Iqbal & Hossain, 2021). While studies in cognitive psychology have clarified a number of metacognitive techniques, the Bhagavad Gita (a holy text in Hindu philosophy) has also done so because it provides deep philosophical understandings of the workings of the mind, awareness of oneself, and cognitive control (Dixit & Dammani, n.d.).

In a recent study the term mindfulness was equated with the term metacognitive practice (Kudesia, 2019). Despite having common attributes mindfulness differs from metacognition since it extends into deeper layers of attention (Antoniou et al., 2024). It's been hypothesized that mindfulness is directly associated with metacognitive skills, metacognitive knowledge and metacognitive experiences (Jankowski & Holas, 2014). Neuropsychological studies demonstrating increased activity of the anterior cingulate cortex during mindfulness meditation practices indicate a meta-cognitive aspect of mindfulness (Hölzel et al., 2007; Tang et al., 2009). Furthermore, the prefrontal cortex was found to be involved with metacognition in neuroimaging studies investigating brain activity during self-evaluation of cognitive effort (Kouzalis A., 2023; Kouzalis et al., 2021). Fringe consciousness is a set of thoughts and emotions of a meta-cognitive nature that result in a conscious expression of an individual's subconscious mind (Norman, 2017). It has been speculated that fringe consciousness is involved in mindfulness (Norman, 2017).

Contemplative science investigates the self-regulatory capacity of the mind and existential awareness through interdisciplinary study of the metacognitive aspects of contemplative practices (Dorjee, 2016). Scholars from neuroscience, cognitive psychology, clinical psychology, theology, management, history, and other disciplines converge in their exploration of mindfulness (Kudesia & Nyima, 2015). A truly interdisciplinary field, mindfulness research and applications

draw from the social sciences, cognitive and psychological sciences, education, medicine, and religious studies and it is currently used in a variety of professional and vocational settings, including business, healthcare, education, law enforcement, and the military, in addition to religious and contemplative situations (Compson, 2017). Over the past twenty years, mindfulness has had a major influence on Western secular psychology, as demonstrated by a number of novel treatment modalities that employ mindfulness techniques to reduce mental illness (Knabb, 2012). Improvements in trait and state mindfulness, psychological distress, and physical symptoms have all been linked to participation in mindfulness-based stress reduction programs (Carmody et al., 2008).

Let's picture technology developed with mindfulness in mind. To explore this idea further, we look at two 'found designs', the torii gate and the cigarette, which are profoundly ingrained in daily life and have cultural importance. Yoko Akama and Ann Light view these items as a halfway point between a diversion and a gateway to mindfulness practice and they explore, via these instances, the grey area that exists between designing for awareness, which they think is impossible, and being conscious as designers of the additional potential uses for the tools we create (Akama & Light, 2015).

The notion that everything, even objects, have a unique spiritual nature is known as animism, and it is considered the original religion of humanity as well as a unique type of cognition that aids in humans developing strong relationships with items (Gao, 2021). Animacy is a malleable and accessible ability that adapts to technological and scientific advancements and it also provides theoretical frameworks for how anthropologists might use affect as a particularly fruitful approach to conducting fieldwork in machine-inclusive multispecies civilizations (WHITE & KATSUNO, 2021). A study attempted to bring new, non-Western analytical vigor to Latourian "multinaturalism" by utilizing the field of the "new" animism debate in anthropology, which is reflected in the writings of Eduardo Viveiros de Castro and Philippe Descola (Jensen & Blok, 2013).

People may find it easier to embrace the reality that artificial intelligence is now a part of human society through animism and people who practice animism may be able to break free from a world that is focused on humans and learn to interact politely with commonplace objects, something which is made possible via artificial intelligence (Gao, 2021). The public's perception of AI is divided between technophobia and technophilia, represented by algorithmic aversion and preference, respectively (Jensen & Blok, 2013). A survey conducted in 2021 found that 74.91% of correspondents believed that sentient machines should be treated with respect and 48.25% of correspondents believed that sentient machines should be included in the moral circle (Pauketat et al., 2023). The ethical implications of creating, adopting, and implementing AI can be explored using social cognition principles to understand their impact as sociotechnical systems involving human and intelligent agents (Schoenherr, 2022).

Many people only perceive the negative aspects of artificial intelligence, neglecting the fact that profound symbiosis and cooperation are essential in the natural world, even as AI grows more sophisticated and permeates human daily life, therefore evaluating the connection with artificial intelligence is important (Gao, 2021). Shinto techno-animism provides a broader perspective on the current entanglements of politics, science, ecology, and the cosmos and this reflection opens up a new intellectual space beyond the boundaries of the scientific naturalism inherent in European thought, enabling us to trace both "East" and "West" techno-animist streams of thought (Jensen & Blok, 2013). Also, mindfulness meditation is becoming more and more common in modern culture and psychotherapy, and it is beneficial in reducing mental distress, however little is understood about contemplative psychology as a whole, of which mindfulness is but a fundamental ability (Churchill & Murray, 2020). As a result, there is a growing need to comprehend the theoretical underpinnings of this kind of psychology in a language that both psychologists and knowledgeable laypeople can use (Churchill & Murray, 2020).

This study is one stone in the construction of the East-West bridge, which recognizes Eastern psychology as a rigorous, sophisticated, and socially relevant psychological framework that is yet subject to change. By exploring the concepts of mindfulness and techno-animism we attempt to connect the Eastern and Western civilization in an effort to enrich the public's spiritual experience and general well-being.

Mindfulness

A religious and spiritual perspective

Mindfulness, which is based on Buddhist teachings, enables people to live in the present moment and decenter from their thoughts, among other things (Knabb, 2012). However, by no means is mindfulness only associated with Buddhism; it may also be found in the heart of the Christian tradition, however this meditative and experiential aspect of Christianity has been pushed to the side by theological formulations that form the cornerstone of the Christian faith and scholasticism in the Middle Ages (Ih-Ren Mong, 2015). Interestingly, it is currently waiting to be revitalized and rebuilt by being exposed to Buddhism and it is now a legitimate spiritual practice that should be acknowledged as a significant aspect of Christian life and a useful tool for fostering ecumenical communication between Christians and Buddhists (Ih-Ren Mong, 2015). In both religions, practicing mindfulness leads to a transcendent experience that helps adherents understand that they are part of a divine oneness that is thought to be inherent to all sentient beings (in Buddhism) or a divine God that manifests as Jesus Christ (in Christianity), wherein they are able to retain their sense of self (Trammel, 2017). In the secular West, Buddhist mindfulness teachings are being studied closely as behavior therapy, and in Christian spirituality, they are being studied closely as a type of spiritual practice (Ih-Ren Mong, 2015).

Mindfulness practice in Hinduism

Rene Descartes, a renowned philosopher from 17th century France, used the technique of self-doubt and self-enquiry to understand the claim of self-existence and he derived to the conclusion that the thought of existence and the belief of "I exist" are inevitable and undoubtedly true (Newman, 1997). Apart from Western historical contribution to the topic, Hindu seers living during the Vedic period have provided us with a wide literature on the concept of mindful existence (Singh, 2022). In Hindu philosophy the concept of mindfulness is dating back centuries however, due to the difficulty in interpreting Vedic and the ancient Hindu language "Sanskrit" it is challenging for Scholars to find English translations of these languages, therefore the exact implication of mindfulness in Hindu philosophy remains unknown.

According to Indian philosophers, "Vidya" or "knowledge of truth", brings one in touch with reality. On the other hand, "Avidya" or "ignorance" is responsible for losing touch with reality and the truth. The truth itself is dependent on "Pramana" or "proof". True knowledge is based on truth and is essential for one's liberation from the limited world cycle of existence known as "Samsara" since existence co-exists with "Dukha" or "suffering". Principally, there are six types of "Pramana." (Datta, 1997). The knowledge that is related to sensory perception, is obtained through our sense organs and servers as crucial loop to other types of knowledge is called "Pratyaksha Pramana". The knowledge that is based on a pre-existing knowledge but underwent a thorough process of reasoning and logical inferences is called as "Anuman Pramana". The knowledge that tends to derive through comparisons between facts and is based on the principles of similarity and relativity is called "Upamana Pramana". The knowledge that relies on an anticipatory hypothesis proved on the basis of contradiction between two facts, or believing in existence of one fact because of the absence of contradictory fact is called "Arthapatti Pramana". The knowledge that is based on non-realization of a fact and on negative proofs or cognitive ignorance is called "Anupalabdhi Pramana. The knowledge that is considering the statements, writings or wors of experts, philosophers or pioneers in the topic as a valid proof is called "Sabda Pramana". All the above "Pramana" are either negatively or positively related to each other. The presence of one is required in some cases while in other cases the absence of one is required for the presence of one.

In Indian philosophy, the "Atman" or "soul" has two primary states to attain. One is the state of "Neti Neti", whereby separating the self from all the emotions, thoughts and behaviors the "Atman" is left with soul existence (Dura, 2018). The other is the state of "Shakshi", where "Atman" observes the existence of all the emotions, thoughts and behaviors to reach soul existence (Singh, 2023). Brahman and Atman are similar in nature. They can both generate their own light and energy and can transfer or emit this energy to other sources (Dura, 2018). This

inner self has nothing to do with adaptability as it doesn't require to adapt, it doesn't require to be dynamic, it has no divisions or categories, and it transcends in one single existence with no multiple forms (Dura, 2018). In other words, we cannot describe or define Atman/Brahman as there is no objective method to study it. Atman/Brahman can think about individual, group or universal psychic and no psychic realities but at the same time it is beyond the scope of thinking (Dura, 2018). It has the capacity to generate and store information and knowledge about endless existences and events but at the same time it is beyond to be known (Dura, 2018). Atman/Brahman is the only knowledge that exists without proof, but it has the capacity to construct the proofs (Dura, 2018). Any attempt to bring discourse over it would be mere a benighted effort. Atman/Brahman has no characteristics. Its basic or higher characters, nature or strength cannot be described. It is neither positive, nor negative. It can be experienced only in the experiential state of elevated thoughts (Dura, 2018).

In order to understand how to reach this mindful state as per Hinduism, we need to overview Patanjali's yoga sutra, where it is explained that there are eight unavoidable and sequential steps to achieve the state of "Dhyana" (the final resultant step of this chain) (Srinivasan, 2013). "Yama" and "Niyama" is the first step and it includes giving up on brutal conduct, dishonesty, deceit, burglary, excessive overload on senses and greed. It also includes practicing virtue, gratification, and soberness, by reading holy texts in the latter. The next two steps "Asana" (body postures) and "Pranayama" (breathing practices) are beyond attributional conduct as they are essential to physical and psychological well-being. After paying substantial efforts to attributes, fitness and well-being the next two steps are dedicated to working on higher order functioning, focus and attention. Firstly, by blocking the entry of any outer world influences and information into the mental world ("Pratyahara") and secondly by coming to a state of inwardly focused attention ("Dharana"). These two steps along with concentrated attention is what is called meditation. "Dhyana", the seventh step, is a more advanced level of meditation. The goal is to reach the state of "Dhyana" and attain "Samadhi" which is the last and resultant stage. "Dhyana" is a stage of maintenance of uninterrupted focus in a way that higher order functioning turns from duality to singularity. It is a stage of calmness and entirety, which requires two important practices. "Japa" (chanting of holy "mantra") and "Prarthana" (devotion). These practices facilitate to maintain the transcendental realism with lightness and easiness. Although "Samadhi" is stated as the last step of Patanjali's yoga sutra, it is actually not a step in itself but rather a result of all the above efforts and achievements. When "Samadhi" is attained the loop of attachment- detachment no longer persists, there is no more bounce of anxiety and dread and there is no more lack of knowledge. One becomes free of any kind of dependence on this world. The self stays ever blissful, happy and content just by being in being.

Mindfulness: A religious and spiritual practice for improving mental health

Numerous studies conducted over the past few decades have revealed a connection between religious beliefs and mental health (in particular, a variety of religious practices have been found to be beneficial in promoting mental health (Ijaz et al., 2017). When it comes to their mental health people who give prayer on a regular basis and with mindfulness are in better shape than those who do not (Ijaz et al., 2017). Psychological and physical symptom improvements were linked to increases in trait mindfulness and spirituality (Carmody et al., 2008). To lessen the chance of a relapse into depression, people undergoing mindfulness-based cognitive therapy (MBCT) are taught decentering and mindfulness practices over the course of eight group therapy sessions however, in order to prevent a return into sadness, some Christian adults might find it more helpful to consult their own religious background rather than the Buddhist tradition (Knabb, 2012). Centering prayer is an alternative treatment for adult depression relapse that is based on Catholic mysticism and Christian meditation (Knabb, 2012). Centering prayer and Mindfulness-Based Cognitive Therapy (MBCT) have a lot in common and it can be a good alternative for many Christians who are experiencing remission from depression (Knabb, 2012).

Many ethical conclusions regarding the proper use of mindfulness are predicated on different presumptions and moral judgments regarding what constitutes "religious" or "secular" behavior and the way that terms like religious and secular have been framed has changed from the modern to the postmodern eras, and this has an impact on the discussions surrounding mindfulness today (Compson, 2017). Postmodern and post secular perspectives are the most productive for understanding contemporary mindfulness controversies, and this facilitates constructive communication between disciplines and narratives (Compson, 2017).

Techno animism

Utilizing robotics to transcend spiritual experience

It has been suggested that animistic overtones are progressively influencing how we perceive the universe since everyday items are evolving in nature, purpose, and agency, and this is affecting our experience of them (Marenko, 2014). The way we converse with our computers, cars, and smartphones and the expectation that they will respond almost immediately are examples of traces of animism, the belief that objects and other nonhuman beings have a soul, life force, and personhood (Marenko, 2014).

Caregiving practices have become useful tools for comprehending how advancements in AI have changed lives (WHITE & KATSUNO, 2021). Robotics developers create with an evocative "sense of life" in mind, and robot users who interact with and take care of their companion robots do the same (WHITE & KATSUNO, 2021). Users develop a kind of humor about robots that, rather than

ignoring or downplaying the analytical differences between the artificial and the living, joyfully unites them in the form of a living robot (WHITE & KATSUNO, 2021).

Technologists both inside and outside of Buddhist communities are increasingly pursuing high-tech designs that make use of robotics, artificial intelligence, algorithmic agency, and other breakthroughs as solutions in their pursuit for improved spiritual experiences (Gould & Walters, 2020). The time is perfect to identify ideal situations and design elements suitable for the deployment of technology in these contexts, since robots are continuing to infiltrate social spaces like religion and spirituality (Löffler et al., 2021). Four ideal use cases for religious robots were identified through a questionnaire-based study: showcasing human ingenuity, expanding the reach of religious organizations and staff, aiding when there is no other option, and improving service through special robot skills (Löffler et al., 2021).

According to some, Japan is a country of "techno-animism" with a strong Shinto influence since it is known for its "polymorphous perversity," which steadfastly rejects the distinctions between human, animal, spiritual, and mechanical entities (Jensen & Blok, 2013). Japanese roboticists concentrate on creating humanoids that, in interactions with people, express mindful heart and emotion and alongside the introduction of artificial mindful heart and emotion, the media and academia have heralded the arrival in Japan of "robot priests (Robertson, 2022). One example of this is Pepper, a semi-humanoid robot who performs funeral sutras for Japan's aging and secularizing parishioner population (Gould & Walters, 2020).

The future orientation

The computational power of AI surpasses that of humans, allowing for more efficient processing of extensive data, pattern recognition, and outcome prediction. Nevertheless, AI encounters challenges in comprehending common-sense scenarios, making intuitive decisions, and reacting to unprecedented situations—areas in which human capabilities shine. These complementary strengths, coupled with enhancements in AI's conversational ability and situational awareness, suggest that collaborative intelligence holds the potential to enhance performance across a spectrum of domains. A comprehensive analysis of artificial intelligence applications (Schleiger et al., 2024) has identified instances of collaborative intelligence being deployed across diverse sectors including creative, industrial, healthcare, emergency response, and knowledge work.

Utilizing 'tools' to achieve well-being is as old as the evolution of culture as musical instruments, such as drums can be considered proto-religious tools to be employed for that effect. Counting beads and turning praying wheels, though embedded in formal religious practices are also quite ancient and they can serve as inspiration on how to design modern gadgets.

For starters beads can be passed down generationally from one practitioner to the other. In particular, praying beads which were turned by honored practitioners are considered embedded with symbolic and sacred value, much like amulets in the famous Kula Ring in the Trombriand Islands. Praying beads in turn are of two kinds, handheld which are turned by one individual and large ones which are collectively. The handheld ones, much like the praying beads are passed down generationally, while the large praying wheels are considered sacred by virtue of the amount of people which have turned them down the ages. As if each person who turned the wheel, left an energy note, on the wheel.

In effect what modern tools can be inspired by is the generational aspect of sacred tools such beads, malas, praying wheels and so forth. In an article (Polydorou et al., 2017) conceived of techno jewelry, embedded with the biodata of the person who wore it, to be passed down generationally. So that, for example, a mother can give her daughter a necklace, which she inherited from her mother, which she in turn inherited from her mother and so forth; each recipient storing her biodata on the necklace; as if adding a bead each time. These biodata in turn can be 'experienced' or 'perceived' by the wearer. So, a young girl can feel what her grand-grand daughter felt when she got married and wore that necklace.

This idea of course draws inspiration both from animism - which is observed worldwide - and which is the cosmological worldview whereby all objects - animate and inanimate are embedded with a spirit - which can potentially assume personhood (Cavalcanti, 2003). Regarding the relationship between humans in/ within nature (Overing, 1996) writes: In Native Amazonian ontology for example there is no "nature", no inanimate or value free universe over which humans can dominate. The notion of "nature" belongs to the Western paradigm of power, and not to the Amazonian one, where other worlds are always filled with agency with whom it is necessary for humans to deal. In contrast, there developed in Western understanding the idea that there exists a "natural" order of submission between humans and other beings or elements of the universe [and thus as] disengaged humans, they then had the right to conquer the world of "nature" toward the end of producing wealth for themselves (see also Descola & Pálsson, 1996). Therefore, if in the animist universe every 'surface' is inspirited, in the IoT, and techno- animism, every surface is an interface, then one aspect we can consider for gadgets - wearables - or apps, designed for well-being, is for them to be both transgenerational and connected with the environment- organic, inorganic, technological and mental. Another aspect for envisioning techno tools for well being, draws inspiration again animism, and particular indigenous people and which sees a modern lifestyle trend in the west by the name of slow culture. Slow movement, Slow art.

What is observed in indigenous societies - who are most often stateless - is for its members to place great emphasis on individual autonomy while underlying

the mutual bonds that tie them together and how these ties maintain the peace and tranquility of their communities (Kaplan, 1981; Londoño Sulkin, 2006; Overing, 1985). In effect producing a "communities of similars" (Overing & Passes, 2000). Furthermore, like many Amerindian people, the Ngöbe place emphasis on ethical and moral living, promoting a society or 'a way of social life' that respects individual autonomy, and which admonishes stealing, lying, violence, bigotry, giving away family or ritualistic secrets and not reciprocating what is culturally due. The way they enact this emphasis on egalitarianism and conviviality (the affective and caring side of sociality) is through the caring attention they place upon matters of everyday concerns (such as gathering food and washing clothes) and artful skills, such as weaving chakara (krä) bags, making canoes, gathering herbs (de-Certeau & Rendall, 1984). In effect is what is observed in indigenous people is for its members to place artful and caring attention to "aspects of the everyday" (Overing, 1996). Matters like washing dishes, weaving a bag, making a canoe are for indigenous people - who are deeply animist- matters of great concern. If performed with anxiety they run the risk of being embedded with 'negativity' which in a feedback loop, runs the risk of returning back to the craftsperson.

Thus, another consideration for the gadgets to be designed for well-being is to have multiple aspects. First a communal one by promoting a "community of similars" (Overing, 1996) and fecundity and generative cultures. Sharing generative and love creates a positive feedback loop which grows exponentially. Another aspect is personal application; to consider the use of the gadgets and the process of production of the gadget (or app) as one and the same. The wearable, or app, or gadget to always be a work in process, aligned with the slow art movement and inspired by indigenous people who make the arts and crafts with love. Only then can we consider the process of production.

References

1. Akama, Y., & Light, A. (2015). Towards mindfulness: Between a detour and a portal. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, 18. https://doi.org/10.1145/2702613.2732498

2. Antoniou, R., Cryns, N., Young, J. C., Diaz, V., Kramer, J., & Chiong, W. (2024). The Association between Trait Mindfulness and Metacognitive Efficiency in Healthy Older Adults.

3. Carmody, J., Reed, G., Kristeller, J., & Merriam, P. (2008). Mindfulness, spirituality, and health-related symptoms. Journal of Psychosomatic Research, 64(4). https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2007.06.015

4. Cavalcanti, M. L. V. de C. (2003). Conhecer desconhecendo: a etnografia do espiritismo e do Carnaval carioca. In Pesquisas urbanas: desafios do trabalho antropológico.

5. Churchill, J., & Murray, T. (2020). Integrating Adult Developmental and Metacognitive Theory with Indo-Tibetan Contemplative Essence Psychology. Integral Review: A Transdisciplinary & Transcultural Journal for New Thought, Research, & Praxis, 16(1).

6. Compson, J. F. (2017). Is Mindfulness Secular or Religious, and Does It Matter? https://doi.org/10.1007/978-3-319-64924-5_2

7. Datta, D. M. (1997). The six ways of knowing: A critical study of the Advaita theory of knowledge. Motilal Banarsidass.

8. de-Certeau, M., & Rendall, S. (1984). The practice of everyday life / Michel de Certeau ; translated by Steven Rendall. American Journal of Sociology, 93(3).

9. Descola, P., & Pálsson, G. (1996). Nature and society: anthropological perspectives Introduction. In Nature and society: anthropological perspectives.

10. Dixit, S., & Dammani, K. P. (n.d.). Exploring Metacognitive Strategies through the Lens of Bhagavad Gita: A Philosophical Inquiry.

11. Dorjee, D. (2016). Defining contemplative science: The metacognitive self-regulatory capacity of the mind, context of meditation practice and modes of existential awareness. Frontiers in Psychology, 7(NOV). https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01788

12. Dura, I. (2018). Defining the Indefinable.

13. Gao, X. (2021). Animism and Artificial Intelligence (Master's thesis, Pratt Institute).

14. Gould, H., & Walters, H. (2020). Bad buddhists, good robots: Techno-salvationist designs for nirvana. Journal of Global Buddhism, 21. https://doi.org/10.5281/zenodo.4147487

15. Hölzel, B. K., Ott, U., Hempel, H., Hackl, A., Wolf, K., Stark, R., & Vaitl, D. (2007). Differential engagement of anterior cingulate and adjacent medial frontal cortex in adept meditators and non-meditators. Neuroscience Letters, 421(1). https://doi.org/10.1016/j.neulet.2007.04.074

16. Ih-Ren Mong, A. (2015). Miracle of Mindfulness: Buddhist and Biblical Perspectives. Asia Journal of Theology, 29(1).

17. Ijaz, S., Khalily, M. T., & Ahmad, I. (2017). Mindfulness in Salah Prayer and its Association with Mental Health. Journal of Religion and Health, 56(6). https://doi.org/10.1007/s10943-017-0413-1

18. Iqbal, N., & Hossain, M. I. (2021). Self-Development in The Holy Qur'an: The Important Role of Metacognition. QURANICA-International Journal of Quranic Research, 13(2), 29–42.

19. Jankowski, T., & Holas, P. (2014). Metacognitive model of mindfulness. In Consciousness and Cognition (Vol. 28, Issue 1). https://doi.org/10.1016/j.concog.2014.06.005

20. Jensen, C. B., & Blok, A. (2013). Techno-animism in Japan: Shinto Cosmograms, Actor-network Theory, and the Enabling Powers

of Non-human Agencies. Theory, Culture & Society, 30(2). https://doi.org/10.1177/0263276412456564

21. Johnson, D. A. (2018). Apophatic Spirituality in Contemporary Christian Practice: A Mindfulness Approach.

22. Kaplan, J. O. (1981). Amazonian Anthropology. Journal of Latin American Studies, 13(1). https://doi.org/10.1017/s0022216x00006209

23. Knabb, J. J. (2012). Centering Prayer as an Alternative to Mindfulness-Based Cognitive Therapy for Depression Relapse Prevention. Journal of Religion and Health, 51(3). https://doi.org/10.1007/s10943-010-9404-1

24. Kouzalis A. (2023). A Group Level Analysis of Self-evaluations Associated with Cognitive Load. RUDN Journal of Psychology and Pedagogics., 20(3), 578–587. https://doi.org/10.22363/2313-1683-2023-20-3-578-587

25. Kouzalis, A., Konopkina, K., & Arsalidou, M. (2021). Functional Neuroimaging of Self-ratings Associated with Cognitive Effort. In B. M. Velichkovsky, P. M. Balaban, & V. L. Ushakov (Eds.), Advances in Cognitive Research, Artificial Intelligence and Neuroinformatics (pp. 413–420). Springer International Publishing.

26. Kudesia, R. S. (2019). Mindfulness as metacognitive practice. In Academy of Management Review (Vol. 44, Issue 2). https://doi.org/10.5465/amr.2015.0333

27. Kudesia, R. S., & Nyima, V. T. (2015). Mindfulness Contextualized: An Integration of Buddhist and Neuropsychological Approaches to Cognition. Mindfulness, 6(4). https://doi.org/10.1007/s12671-014-0337-8

28. Löffler, D., Hurtienne, J., & Nord, I. (2021). Blessing Robot BlessU2: A Discursive Design Study to Understand the Implications of Social Robots in Religious Contexts. International Journal of Social Robotics, 13(4). https://doi.org/10.1007/s12369-019-00558-3

29. Londoño Sulkin, C. D. (2006). Instrumental Speeches, Morality, and Masculine Agency among Muinane People (Colombian Amazon). Tipití: Journal of the Society for the Anthropology of Lowland South America, 4(1).

30. Marenko, B. (2014). Neo-animism and design: A new paradigm in object theory. Design and Culture, 6(2). https://doi.org/10.2752/175470814X14031924627185

31. MITROPOULOU, V. (2023). Integrating byzantine icons in Religious Education. Analele Ştiinţifice Ale Universităţii» Alexandru Ioan Cuza «din Iaşi. Teologie Ortodoxă, 28(2), 5–16.

32. Newman, L. (1997). Descartes' epistemology.

33. Norman, E. (2017). Metacognition and Mindfulness: the Role of Fringe Consciousness. Mindfulness, 8(1). https://doi.org/10.1007/s12671-016-0494-z

34. Overing, J. (1985). Today I shall call him "Mummy": multiple worlds and classificatory confusion. Reason and Morality, 24.

35. Overing, Joanna. (1996). The Conquistadors of the Jungle: Images of the Spanish Soldier in Piaroa Cosmology. Indiana, 14.

36. Overing, Joanna., & Passes, A. (2000). Introduction: Conviviality and the opening up of Amazonian anthropology. In The anthropology of love and anger : the aesthetics of conviviality in Native Amazonia.

37. Pauketat, J. V. T., Ladak, A., & Anthis, J. R. (2023). Artificial intelligence, morality, and sentience (AIMS) survey: 2023 update.

38. Polydorou, D., Zhu, K., & Karkotis, A. (2017). Digital humanities and techno-animism in wearables: A case-study-based collaborative design framework for digitally-ensouled jewellery. Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 10289 LNCS. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58637-3_55

39. Robertson, J. (2022). TECHNOLOGIES OF KOKORO Imagineering Human-Robot Co-Existence, Perspectives from Japan. Icon, 27(1).

40. Schille-Hudson, E. B., Luhrmann, T. M., & Landy, D. (n.d.). Prayer as collaborative problem solving. Religion, Brain & Behavior, 1–25. https://doi.org/10.1080/2153599X.2024.2349778

41. Schleiger, E., Mason, C., Naughtin, C., Reeson, A., & Paris, C. (2024). Collaborative Intelligence: A Scoping Review Of Current Applications. In Applied Artificial Intelligence (Vol. 38, Issue 1). https://doi.org/10.1080/08839514.2024.2327890

42. Schoenherr, J. R. (2022). Ethical artificial intelligence from popular to cognitive science: Trust in the age of entanglement. In Ethical Artificial Intelligence from Popular to Cognitive Science: Trust in the Age of Entanglement. https://doi.org/10.4324/9781003143284

43. Singh, S. P. (2022). Self and suffering in Indian thought: implications for clinicians. BJPsych Advances, 28(5), 286–296.

44. Singh, S. P. (2023). Sakshi and Dhyana : the origin of mindfulness-based therapies . BJPsych Bulletin, 47(2). https://doi.org/10.1192/bjb.2022.39

45. Srinivasan, T. (2013). From meditation to dhyana. International Journal of Yoga, 6(1). https://doi.org/10.4103/0973-6131.105934

46. Tang, Y. Y., Ma, Y., Fan, Y., Feng, H., Wang, J., Feng, S., Lu, Q., Hu, B., Lin, Y., Li, J., Zhang, Y., Wang, Y., Zhou, L., & Fan, M. (2009). Central and autonomic nervous system interaction is altered by short-term meditation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 106(22). https://doi.org/10.1073/pnas.0904031106

47. Trammel, R. C. (2017). Tracing the roots of mindfulness: Transcendence in Buddhism and Christianity. Journal of Religion and Spirituality in Social Work, 36(3). https://doi.org/10.1080/15426432.2017.1295822

48. WHITE, D., & KATSUNO, H. (2021). Toward an affective sense of life: Artificial Intelligence, Animacy, and Amusement at a Robot Pet Memorial Service in Japan. Cultural Anthropology, 36(2). https://doi.org/10.14506/ca36.2.03

DOI 10.34660/INF.2025.95.87.042

ЦИРКАДНЫЙ РИТМ ЧАСТОТЫ ДЫХАНИЯ ПРИ ОСТРОЙ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 3,1-7 ЛЕТ

Мухитдинова Хура Нуритдиновна
доктор медицинских наук, профессор
Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников
Дадабаева Еркиной Исакжановна
детский реаниматолог
Наманганский филиал Республиканского научного центра экстренной медицинской помощи

Аннотация. *При самостоятельном дыхании детей пневмонией, осложненной ОЦН в возрасте 3,1-7 лет функции сердечно-сосудистой системы, вегетативной регуляции, ПМК находились в прямой зависимости от выраженности системной воспалительной реакции и адекватности компенсаторной активности вентиляционных и недыхательных функций дыхательной системы. Все корреляционные связи мезоров циркадных ритмов изучаемых показателей гемодинамики резко ослабевали или исчезали при осуществлении ИВЛ. Усиление до статистически достоверного уровня корреляционных связей среднего циркадного ритма ЧД с параметрами средних циркадных ритмов гемодинамики, ОВТ, Т, ПМК отражало состояние, когда у тяжелых пациентов вне аппаратной вентиляционной поддержки происходила выраженная мобилизация компенсаторно-адаптивных механизмов, свидетельствующих о восстановлении вентиляционной активности легких и дыхательной системы в целом. Недостоверные умеренные и слабые корреляционные связи среднего циркадного ритма функции дыхания и других систем в 1 группе свидетельствовали об отсутствии необходимости стрессовой напряженности компенсаторной активности дыхательной и недыхательных систем в условиях менее тяжелой ОЦН.*

Ключевые слова: *циркадный ритм частоты дыхания, острая церебральная недостаточность, дети.*

Актуальность. При изучении проблемы респираторной терапии острой церебральной недостаточности основное внимание обращают на разрешение двух вопросов: влияние на церебральную гемодинамику различных режимов искусственной вентиляции (гипер, нормовентиляция) и различных способов дыхания (спонтанное дыхание, контролируемая механическая вентиляция, синхронизированная вспомогательная вентиляция и высокочастотная струйная вентиляция). На основе исследования мозгового кровотока у пациентов с острой церебральной недостаточностью (2 - 11 баллов по шкале Glasgow), в том числе при черепно-мозговой травме, при инсультах, при токсико-метаболических повреждениях, при постгипоксической энцефалопатии авторы не обнаружили значимого сосудистого эффекта, который обычно приписывается гипервентиляции. Отсутствуют рекомендации для использования этого режима в программах интенсивной терапии, тем более что сама по себе гипокапния сопровождается весьма серьезными отрицательными эффектами. Это алкалоз, который неизменно сопровождает гипокапнию, приводит к гипокалиемии со всеми ее негативными гемодинамическими эффектами. Результаты проведенных исследований, позволяют утверждать, что причины нарушений мозгового кровотока у больных с острой церебральной недостаточностью, в комплексной терапии которых использовалась ИВЛ, не связаны с газовым составом крови, а зависят от других причин. Возможно, они обусловлены особенностями биомеханики дыхания при ИВЛ. При варианте CMV возникают условия, когда при практически отсутствующей ауторегуляции мозгового кровотока и незначительного влияния на нее системной гемодинамики, церебральное кровообращение остается незащищенным от различных колебаний системной гемодинамики. Авторы не рекомендуют применение данного варианта респираторной поддержки у больных с церебральной недостаточностью. Вариант SIMV по своим цереброваскулярным эффектам занимает промежуточное положение между ВЧ ИВЛ и CMV. Достоинством этого варианта является сохранившаяся ауторегуляция мозгового кровообращения. По-видимому, как-то сказались биомеханические эффекты спонтанной вентиляции, которая присутствует при этом варианте. И хотя по числовым значениям параметров мозгового кровотока SIMV достоверно не различается с CMV, однако, наличие сохраненной ауторегуляции церебральной гемодинамики в этом варианте вентиляции делает его более предпочтительным в сравнении с режимом CMV. При отсутствии возможности сохранения спонтанного дыхания (судорожный синдром, патологические варианты спонтанного дыхания) приходится осуществлять респираторную поддержку в варианте CMV в условиях глубокой седации или применения мышечных релаксантов, т.к. ни один из существующих вариантов ИВЛ, даже ВЧ ИВЛ, не обеспечивает

синхронизации больного с респиратором [1-4] . Отсутствие рекомендаций по ИВЛ при ОЦН у детей побудило нас проведению данного исследования.

Цель работы. Изучить и дать оценку изменениям циркадного ритма частоты дыхания при острой церебральной недостаточности у детей в возрасте 3,1-7 лет.

Материал и методы исследования. Изучены результаты непрерывного пролонгированного мониторирования с почасовой регистрацией параметров гемодинамики, потребности миокарда в кислороде (ПМК), температуры тела, дыхания у детей, поступивших в ОРИТ РНЦЭМП в тяжелом состоянии, обусловленном пневмонией, осложнившейся острой дыхательной, церебральной недостаточностью в возрасте от 3,1 до 7 лет. Интенсивная терапия проводилась соответственно рекомендациям в тематических клинических протоколах. В 1 группу объединены 7 детей , у которых при поступлении в клинику и на протяжении интенсивной терапии отсутствовали показания для механической респираторной поддержки, что не исключало проведение оксигенотерапии. Данные исследований обрабатывались методом вариационной статистики с использованием программы Excel путем расчета средних арифметических величин (M) и ошибок средних (m). Для оценки достоверности различий двух величин использовали параметрический критерий Стьюдента (t). Взаимосвязь динамики исследуемых показателей определяли методом парных корреляций. Критический уровень значимости при этом принимали равным 0,05.

Результаты и их обсуждение. В 1 группу объединены 7 детей , у которых при поступлении в клинику и на протяжении интенсивной терапии отсутствовали показания для механической респираторной поддержки. Динамика процентного отношения числа детей в группах ИВЛ и детей на спонтанном дыхании представлена на рис.1. 70% пациентов 2 группы (7 детей) с момента поступления в клинику по показаниям были переведены на ИВЛ мониторируемом кислотно-основного состояния крови (КОС).

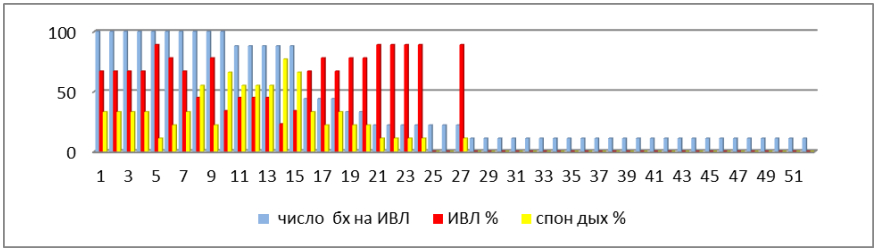


Рисунок 1. *% отношение детей на ИВЛ*

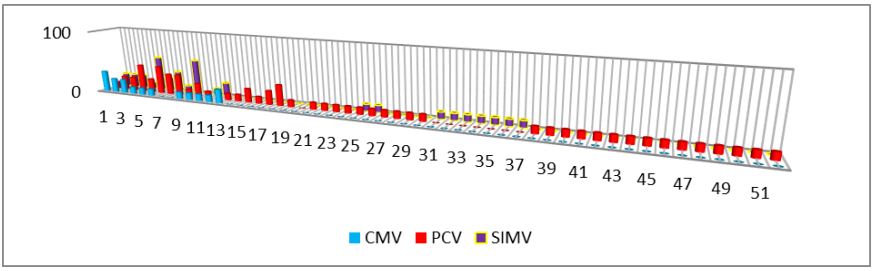


Рисунок 2. *Режимы МРП в %.*

В первые 7 суток эффективность ИВЛ достигалась применением режима PCV на 3 и на 6 сутки у 40%, у 11% детей 2 группы в течение всего пребывания в ОРИТ (52 дня) в связи с тяжелым аппалическим синдромом. В 1,2,3 сутки предпочтение отдавали режиму CMV в 33%, 20%, 20% (соответственно) на протяжении острого периода травматической болезни первых 12 суток (рис.2).

Таблица 1

Средние значения фазовой структуры циркадного ритма ЧД

Группы	Мезор	Акрофаза	Батифаза	Амплитуда	Суточный размах
1	29±3	34±7	27±2	5±3	7±2
2 (7 дней)	34,5±1,9	41,1±4,4	29,9±1,6	6,6±3,3	11,3±5,3
2 (25 дней)	29,6±5,1	34,8±5,8	25,3±5,1	5,0±2,2	9,2±3,6

Выявленная в 1 группе детей наклонность к учащению дыхания носила компенсаторный характер, учитывая многочисленные функции системы дыхания в стрессовой, болевой, системной воспалительной реакции, роль в дезинтоксикационной, гемодинамической регуляции гомеостаза в целом, была обусловлена напряжением функциональной активности органов и систем, направленным на адаптацию организма в остром периоде травматической болезни. В связи с адекватностью этой реакции, отсутствием признаков дисфункции, истощения компенсаторных ресурсов больные оставались на самостоятельном дыхании до выхода из тяжелого состояния, связанного с ТСЧМТ. Только в первые 7 суток выявлена тенденция к повышению среднего значения мезора циркадного ритма ЧД во 2 группе относительно первой на 18% ($p>0,05$) (таб.1).

Таблица 2

Мезор цирк ритма ЧД

Дни	1 гр	2 гр 25 дней
1	35,3±3,0	36,3±4,2
2	32,7±1,2	37,7±2,3‴
3	29,9±0,4*	34,0±2,0‴
4	30,3±0,7*	32,4±1,3
5	28,2±1,1*	35,8±8,7
6	27,0±0,6*	30,5±1,1*
7	21,5±0,6*	35,1±1,7‴
8		30,7±3,0*
9		24,6±0,5*
10		22,5±1,0*
11		
12		31,8±2,8
13		35,4±2,4
14		33,2±2,0
15		30,2±2,2
16		28,5±1,0
17		40,0±1,2
18		26,3±3,8
19		32,6±0,9
20		27,5±1,3
21		20,8±3,3
22		21,8±1,5
23		19,6±1,6
24		21,7±3,7

Таблица 3

Средний циркадный ритм ЧД

Часы	1 группа	2 группа 7 дней	2 группа25 дней
8	30±3	36,7±3,8	30,1±6,2
9	30±3	35,5±4,4	30,6±6,3
10	29±3	36,6±5,2	30,6±5,5
11	29±3	37,3±5,4	30,4±5,6
12	30±4	37,2±6,7	30,9±5,9
13	29±3	37,5±5,5	30,5±6,1
14	30±4	36,4±5,9	30,6±5,4
15	30±4	33,4±3,4	30,2±4,7
16	30±3	33,3±3,7	29,5±4,2
17	29±3	35,1±2,7	29,7±4,9

18	29±3	35,8±2,0	29,9±5,3
19	29±3	34,8±2,3	29,9±5,1
20	29±3	32,7±2,7	30,5±4,2
21	29±3	33,3±2,1	29,2±4,2
22	29±3	32,1±3,1	29,1±4,9
23	29±3	32,2±2,7	29,2±5,1
24	29±3	33,8±3,5	28,8±5,7
1	28±3	33,6±3,3	28,6±5,6
2	31±7	33,3±3,3	27,9±6,1
3	28±3	33,3±3,1	27,9±5,5
4	29±3	33,2±2,4	27,6±5,8
5	29±3	33,0±2,4	27,9±5,2
6	29±3	33,1±2,5	28,6±5,5
7	29±3	33,2±2,3	29,5±5,0

*-отличие достоверно относительно 1 суток.

В 1 группе уже на 3 сутки отмечено уменьшение одышки на 15%, на 4 – 14%, на 5 – 7 сутки на 19%, 23%, 38% ($p<0,05$, соответственно),что соответствовало клиническому улучшению состояния больных (таб.2). Эффективность интенсивной терапии во 2 группе проявилась уменьшением количества пациентов в ОРИТ на 16 сутки до 4х , к 28 суткам оставался 1 пациент с тяжелой ОЦН по шкале ком Глазго 6 баллов. В связи с несостоятельностью самостоятельного дыхания все 8 пациентов на 11 сутки лечения оказались на ИВЛ. Достоверно значимое уменьшение ЧД на 10е сутки на 38% (до возрастной нормы) было обусловлено эффектом стресслимитирующей терапии (таб. 2). Перевод 2 детей на самостоятельное дыхание на 24 сутки с целью констатации адекватности спонтанного дыхания привел к необходимости продолжения ИВЛ в последующие 2 суток (рис.3).

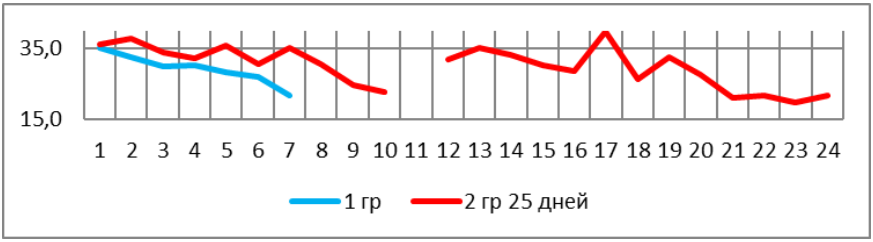


Рисунок 3. *Мезор циркадного ритма ЧД в минуту.*

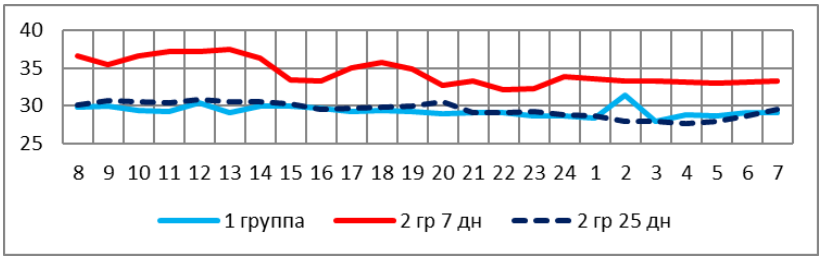


Рисунок 4. *Средний циркадный ритм ЧД в минуту.*

Средний циркадный ритм ЧД у детей 2 группы на протяжении 25 суток почти не отличался от среднего циркадного ритма ЧД детей 1 группы. То есть достаточно массивная стресспротективная терапия применением ИВЛ, транквилизаторами, снотворными препаратами, мышечными релаксантами приводила к уменьшению защитных компенсаторных реакций, снижая уровень мезора среднего циркадного ритма ЧД, амплитуды, суточного размаха колебаний, смещеняе пика акрофазы при длительной ИВЛ у детей. Не последнее значение, по-видимому, имеет гиперкатаболическое состояние, свойственное для острого периода тяжелой травматической болезни, неизменно сопровождающееся истощением энергетических ресурсов в связи с тяжестью травматического повреждения, массива поврежденных тканей, усугублявших дискомфортные условия повышенной функциональной активности на клеточном, органном уровне. В первые 7 суток средний циркадный ритм ЧД во 2 группе отличался достоверно значимо более высоким уровнем мезора циркадного ритма ЧД на 17% ($p<0,05$) относительно детей находившихся на интенсивной терапии в условиях спонтанного дыхания. Недооценка тяжести состояния детей, ОДН привела к тому, что на 11 сутки все травмированные 2 группы нуждались в респираторной поддержке. Повторный перевод на ИВЛ улучшил состояние больных,

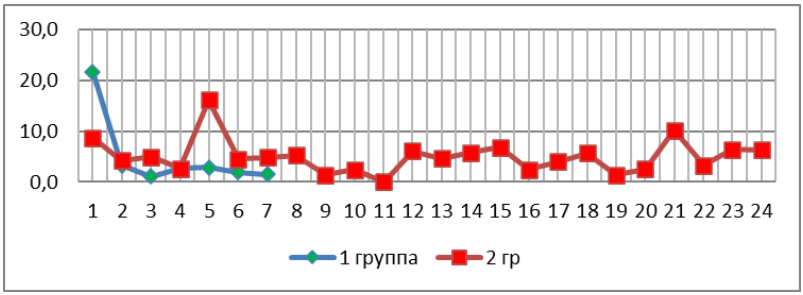


Рисунок 5. *Амплитуда циркадного ритма ЧД в минуту.*

Стрессовая реакция циркадного ритма ЧД выражалась в увеличение амплитуды циркадного ритма ЧД на 16 дыханий в минуту на 5 сутки во 2 группе (рис.4,5). Если бы приняли во внимание увеличение амплитуды, суточного размаха колебаний циркадного ритма ЧД на 5 сутки как проявление неблагополучной динамики, возможно были бы приняты превентивные меры (изменение режима вентиляции, санация ТБД, противовоспалительная терапия и др.), которые позволили бы избежать ухудшения состояния на 10 сутки в связи с восстановлением адекватного дыхания.

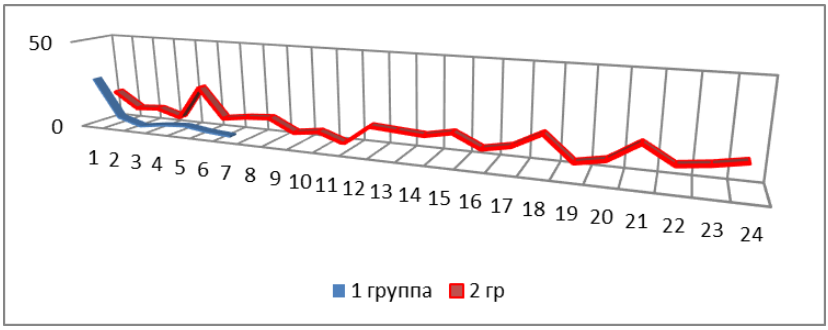


Рисунок 6. *Суточные колебаний ЧД в минуту.*

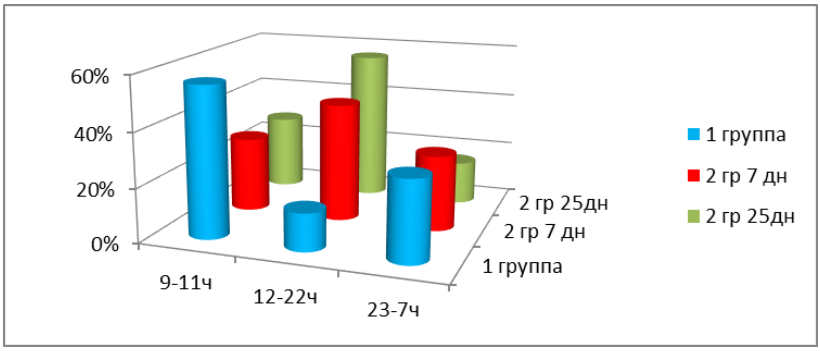


Рисунок 7. *Продолжительность инверсии циркадного ритма ЧД*

Физиологическая проекция акрофазы циркадного ритма ЧД обнаружена в 1 группе у 55% (4) детей, инверсия циркадного ритма ЧД наблюдалась у 16% (4) пациентов 2 группы. У большинства тяжелых детей преобладало умеренное смещение пика акрофазы в пределах дневного времени суток в течение 17 суток, что отражало стресспротективный характер проведенной комплексной интенсивной терапии при ОЦН.

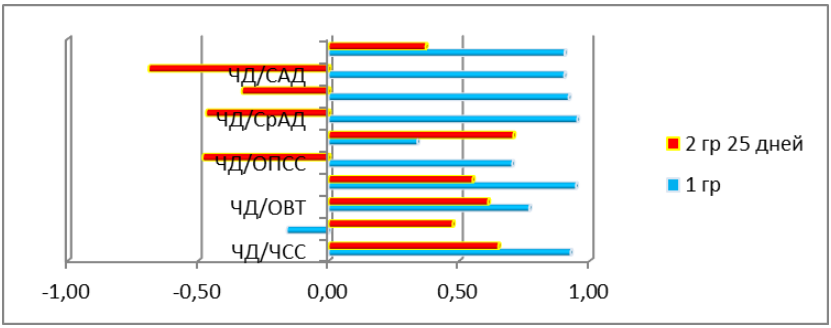


Рисунок 8. *Корреляционные связи мезора циркадного ритма ЧД.*

У всех обследуемых 1 группы выявлена прямая сильная зависимость ЧСС (0,93), ОВТ (0,77), ПМК (0,95), ОПСС (0,77), СрАД (0,95), уровня ДАД (0,92), САД (0,9) от изменения частоты дыхания. Мезор циркадного ритма ЧД находился в мпрямой сильной связи с мезором циркадного ритма Температуры тела (0,9). В связи с выявленными особенностями можно сказать, что в 1 группе функции сердечно-сосудистой системы, вегетативной регуляции, ПМК находились в прямой зависимости от выраженности системной воспалительной реакции в 1 группы и адекватности компенсаторной активности вентиляционных и недыхательных функций дыхательной системы (рис.8). Все перечисленные корреляционные связи резко ослабевали или исчезали при осуществлении ИВЛ.

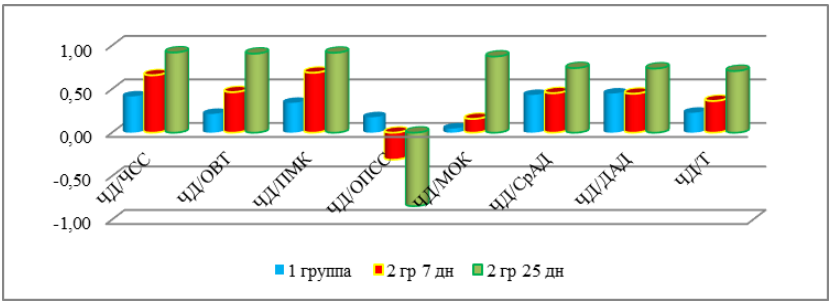


Рисунок 9. *Корреляционные связи среднего циркадного ритма ЧД.*

Примечательно усиление до статистически достоверного уровня всех корреляционных связей среднего циркадного ритма ЧД с параметрами средних циркадных ритмов гемодинамики, ОВТ, Т, ПМК, что, по-видимому, отражает состояние, когда тяжелые пациенты 2 группы находились вне аппаратной вентиляционной поддержки происходила выраженная мобили-

зация компенсаторно-адаптивных механизмов, свидетельствующих о восстановлении функциональной активности легких и дыхательной системы в целом. Недостоверные умеренные и слабые корреляционные связи среднего циркадного ритма функции дыхания и других систем в 1 группе свидетельствуют об отсутствии необходимости стрессовой напряженности компенсаторной активности недыхательных систем в условиях менее тяжелой ОЦН.

Вывод. В 1 группе функции сердечно-сосудистой системы, вегетативной регуляции, ПМК находились в прямой зависимости от выраженности системной воспалительной реакции. Все перечисленные корреляционные связи мезоров циркадных ритмов изучаемых показателей резко ослабевали или исчезали при осуществлении ИВЛ. Усиление до статистически достоверного уровня корреляционных связей среднего циркадного ритма ЧД с параметрами средних циркадных ритмов гемодинамики, ОВТ, Т, ПМК, по-видимому, отражало состояние, когда тяжелые пациенты 2 группы находились вне аппаратной вентиляционной поддержки, происходила выраженная мобилизация компенсаторно-адаптивных механизмов, свидетельствующих о восстановлении функциональной активности легких и дыхательной системы в целом. Недостоверные умеренные и слабые корреляционные связи среднего циркадного ритма функции дыхания и других систем в 1 группе свидетельствуют об отсутствии необходимости стрессовой напряженности компенсаторной активности недыхательных систем в условиях менее тяжелой ОЦН.

Источники

1. Белкин А.А., Зислин Б.Д., Аврамченко А.А., Алашеев А.М., Сельский Д.В., Громов В.С., Доманский Д.С., Инюшкин С.Н., Почеп-ко Д.В., Рудник Е.І., Солдатов А.С. Синдром острой церебральной недостаточности как концепция нейрореаниматологии. Анестезиология и реаниматология. 2008;2:4-8.

2. Задворнов А. А. Григорьев Е. В.Внецеребральные проявления острой церебральной недостаточности у пациентов в критическом состоянии.. «Клиническая медицина»

3. Зислин Б.ДПочепко., Д.В., Белкин А.А. Журнал «Интенсивная терапия», №4 – 2006

4. Шилов В.В., Александров М.В., Васильев С.А., Александрова Т.В., Черный В.С. Острая церебральная недостаточность при тяжелых отравлениях. Medline.ru. Российский биомедицинский журнал. 2010;11(1):315-321.

DOI 10.34660/INF.2025.40.34.043

ДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕКОТОРЫХ МОЛЕКУЛ НЕЙРОВОСПАЛЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ

Ма-Ван-дэ Алексей Юрьевич
ассистент
Читинская государственная медицинская академия,
г. Чита, Россия

Фефелова Елена Викторовна
доктор медицинских наук, доцент, профессор
Читинская государственная медицинская академия,
г. Чита, Россия

Ширшов Юрий Александрович
кандидат медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой
Читинская государственная медицинская академия,
г. Чита, Россия

Ма-Ван-дэ Василина Денисовна
ассистент
Читинская государственная медицинская академия,
г. Чита, Россия

Резюме. *Несмотря на то, что в настоящее время достигнуты определённые успехи в лечении и реабилитации пациентов с ишемическим инсультом, заболеваемость остаётся на достаточно высоком уровне, что определяет актуальность продолжения изучения различных патогенетических аспектов, связанных с острой мозговой катастрофой.*

Цель исследования: *определить показатели некоторых молекул нейровоспаления у пациентов с ишемическим инсультом в динамике.*

Материалы и методы: *В исследовании приняли участие 60 человек, которые в соответствии с поставленной целью исследования были разделены на 3 группы. В 1 группу (контроль) вошли лица, прошедшие медицинский осмотр, по результатам которого исследуемые были признаны здоровыми (n=20). 2 группа – пациенты с диагнозом гипертоническая болезнь II-III стадии, недостигнутым целевым уровнем артериального давления, 3-4*

степенью риска развития сердечно-сосудистых осложнений (n=20). 3 группа – пациенты с верифицированным диагнозом ишемический инсульт (n=20), который развился на фоне гипертонической болезни III стадии, недостигнутым целевым уровнем артериального давления, 4 степенью риска развития сердечно-сосудистых осложнений.

Результаты. *Показатели VILIP-1 и sTREM-2 у пациентов с недостигнутым целевым уровнем артериального давления и у пациентов с ишемическим инсультом повышены относительно группы контроля. Отмечается, что колебания показателя VILIP-1 не имело статистической значимости, но в то же время уровень sTREM-2 на 9-10 сутки от начала развития ишемического инсульта демонстрировал тенденцию к снижению.*

Заключение. *Нами продемонстрировано, что повреждение головного мозга как органа мишени при повышении артериального давления характерно не только для острой церебральной ишемией, но и для пациентов без развития неврологической симптоматики. Так же нами выявлено, что показатели некоторых молекул нейровоспаления динамичны и могут изменяться. В дальнейшем планируется продолжение исследований с использованием других показателей и увеличением числа исследуемых.*

Ключевые слова: *артериальная гипертензия, ишемический инсульт, нейровоспаление, нейрорепарация, VILIP-1, sTREM-2.*

Введение. Ишемический инсульт – одно из острых жизнеугрожающих инвалидизирующих заболеваний, возникающих как осложнение длительно протекающей основной патологии сердечно-сосудистой системы. Несмотря на определённые успехи в лечении и реабилитации пациентов, увеличение числа выживших после мозговой катастрофы, заболеваемость остаётся высокой. У больных, перенёсших ишемический инсульт, в большинстве случаев сохраняется стойкий неврологический дефицит в виде когнитивных, двигательных, чувствительных и координаторных нарушений [1]. Вовлечение указанных «критических» сфер нервной системы не позволяет в большинстве случаев лицам трудоспособного возраста вернуться к прежней трудовой деятельности, а часть из них нуждается в постоянном уходе [2].

Артериальная гипертензия (АГ) – один из ведущих факторов риска развития глобальных сердечно-сосудистых катастроф, в том числе ишемического инсульта. Установлено, что прогноз заболевания пациентов с АГ зависит от степени повышения артериального давления и поражения органов мишеней [3]. По данным Vaduganathan M. с соавторами (2022г.), АГ занимает 49,6% среди причин, снижающих количество лет качественной жизни больных [4]. В проведённом исследовании Остроумовой О. Д. с коллегами (2021г.) приводятся данные о роли АГ в развитии и прогрессировании когнитивной дисфункции. Исследователи предполагают, что причиной может являться

повышение проницаемости гемато-энцефалического барьера (ГЭБ) на фоне повышения артериального давления, что приводит к индукции оксидантного стресса, накоплению активных форм кислорода и гибели нейронов [5].

Актуальными остаются исследования, цель которых – изучение вклада различных иммунологически активных биомолекул и их молекулярно-молекулярные взаимодействия при различных повреждениях головного мозга, в том числе при артериальной гипертензии и острой сосудистой мозговой катастрофе [6]. Предметом изучения исследователей являются различные цитокины и хемокины, продуцентом которых выступает микроглиальный матрикс. Предполагается, что микроглия и продуцируемые ей различные активные молекулы могут стать точкой приложения в таргетной терапии пациентов с ИИ [7]. Идентифицированы иммунологически активные агенты, которые в той или иной степени могут оказывать влияние на риск возникновения, течение и прогноз заболевания. Контроль за реакциями нейровоспаления осуществляет микроглия, которая играет роль главного иммунокомпетентного органа в центральной нервной системе [8].

Продолжение исследований, направленных на поиск новых и дополнение уже известных представлений о патогенезе ИИ, оценка вклада иммунной системы в процесс повреждения головного мозга при различных хронических заболеваниях, в том числе при артериальной гипертензии, актуальна и необходима для разработки новых и усовершенствования существующих на сегодняшний день методик профилактики, лечения и реабилитации пациентов.

Цель исследования: определить показатели некоторых молекул нейровоспаления у пациентов с ишемическим инсультом в динамике.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 60 человек, которые в соответствии с поставленной целью исследования были разделены на 3 группы. В 1 группу (контроль) вошли лица, прошедшие медицинский осмотр, по результатам которого исследуемые были признаны здоровыми (n=20). 2 группа – пациенты с диагнозом гипертоническая болезнь II-III стадии, недостигнутым целевым уровнем артериального давления, 3-4 степенью риска развития сердечно-сосудистых осложнений (n=20). 3 группа – пациенты с верифицированным диагнозом ишемический инсульт (n=20), который развился на фоне гипертонической болезни III стадии, недостигнутым целевым уровнем артериального давления, 4 степенью риска развития сердечно-сосудистых осложнений.

Критерии невключения в исследование: пациенты с ИИ, которым была проведена тромболитическая терапия или тромбоэкстракция; злокачественные новообразования в анамнезе; ВИЧ-инфекция и вирусный гепатит; воспалительные заболевания инфекционной и аутоиммунной природы; сахарный диабет 1 и 2 типов, беременность.

Критерии исключения из исследования: отказ от участия в исследовании, кардиоэмболический, лакунарный, неуточнённый и другой установленной этиологии ИИ в соответствии с патогенетической классификацией TOAST, летальный исход.

Для определения концентрации в сыворотке крови молекул нейровоспаления (VILIP-1, sTREM-2) использовалась проточная цитометрия и панель для мультиплексного анализа Human Neuroinflammation Panel 1 (Biolegend, США). Статистическая обработка данных проведена при помощи пакета программ «IBM SPSS Statistics Version 25.0». Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению при помощи критерия Шапиро-Уилка. Сравнение трёх и более независимых групп по одному количественному признаку проводилось с использованием критерия Краскела-Уоллиса (H). При наличии статистически значимых различий попарное сравнение проводилось с помощью критерия Манн-Уитни (U) с учётом поправки Бонферрони ($p<0,0125$), при сравнении 3 групп использовался критерий Фридмана. Номинальные данные описаны с указанием абсолютных и относительных значений.

Результаты. На первом этапе проводимого нами исследования мы произвели определение показателей VILIP-1 и sTREM-2 у группы контроля, пациентов с недостигнутым целевым уровнем артериального давления и у пациентов в первые сутки от начала ишемического инсульта. Нами выявлено, что уровень VILIP-1 (пг/мл) был выше во 2 группе – в 3,2 [2,7; 3,2] раза, в 3 группе – в 3,3 [3,3; 3,7] раза при сопоставлении с показателями контрольной группы ($p<0,001$). Показатели sTREM-2 сыворотки крови (пг/мл) у больных с недостигнутым целевым уровнем АД и ишемическим инсультом в 4,6 [4,5; 5,3] и 6,5 [3,5; 6,8] раз выше в сравнении с группой контроля, соответственно ($p<0,001$).

Задачей второго этапа исследования являлось определение динамических показателей VILIP-1 и sTREM-2 у пациентов с развившимся ишемическим инсультом на 1-е, 3-5 и 9-10 сутки от начала заболевания. У пациентов с ишемическим инсультом на момент поступления в стационар зафиксировано повышенное АД, уровень которого составлял: САД - 162,0 [154,3; 180,0], ДАД - 95,0 [90,0; 100,0] мм рт. ст., что соответствует II степени АГ. На 3-5 и 9-10 сутки от начала заболевания на фоне проводимой лекарственной терапии в виде внутривенного введения раствора сернокислой магнезии и антигипертензивной терапии (иАПФ, β-адреноблокаторы) показатели АД были стабилизированы и соответствовали степени высокого нормального АД при значении САД – 130,0 [120,0; 139,7] и ДАД 80,0[80,0; 85,2] мм рт. ст. на 3-5 день, 130,0 [120,0; 135,0] и 80,0 [76,3; 90,0] мм рт. ст. на 9-10 день.

При оценке показателей в динамике установлено, что уровень VILIP-1 за всё время проведения исследования оставался стабильно повышенным от-

носительно группы контроля и изменения показателей не имели статистической значимости (p=0,06). В то же время отмечается, что, не смотря на увеличенные показатели sTREM-2 за всё время наблюдения, на 9-10 сутки возникла тенденция к его снижению. Уровень sTREM-2 (пг/мл) на 9-10 сутки был в 1,4 [0,9; 1,9] раза ниже, чем на 3-5 сутки (p=0,025).

Выводы. В проведённой нами работе было установлено, что показатели VILIP-1 и sTREM-2 у пациентов с недостигнутым целевым уровнем артериального давления и у пациентов с ишемическим инсультом повышены относительно группы контроля. Можно предположить, что схожесть показателей пациентов с недостигнутым целевым уровнем артериального давления и пациентов с ишемическим инсультом обусловлена эндотелиальной дисфункцией, которая индуцируется за счёт повышения АД, приводящего к дисциркуляции нейроваскулярной единицы и увеличению проницаемости гемато-энцефалического барьера. ГЭБ. Показатели VILIP-1 и sTREM-2 у пациентов с ИИ в течении всего периода наблюдения были стабильно повышены. И если колебания показателей концентрации VILIP-1 не имели статистической значимости, то уровень sTREM-2 на 9-10 сутки демонстрировал тенденцию к снижению. Ряд исследований указывают на возможную активность sTREM-2 в отношении утилизации миелина, который образовывался в свободной от нервного волокна форме при различных процессах, связанных с повреждением нервной ткани [184]. Кратное увеличение показателя sTREM-2 в группах пациентов с недостигнутым целевым уровнем артериального давления и больных с инфарктом головного мозга, вероятно, опосредовано повреждением отростков нейроцитов и появлением свободного миелина. Свободный миелин, в свою очередь, провоцирует интенсификацию активности миелоидных клеток и проводит к повышению синтеза sTREM-2, который в дальнейшем участвует в его элиминации.

Заключение. Нами продемонстрировано, что повреждение головного мозга как органа мишени при повышении артериального давления характерно не только для острой церебральной ишемией, но и для пациентов без развития неврологической симптоматики. Также нами выявлено, что показатели некоторых молекул нейровоспаления динамичны и могут изменяться. В дальнейшем планируется продолжение исследований с использованием других показателей и увеличением числа исследуемых.

Список использованной литературы

1. Гусев, Е. И. Неврология: национальное руководство: в 2 т. / Е. И. Гусев, А. Н. Коновалов, В. И. Скворцова. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 880 с. – ISBN 978-5-9704-5173-1.

2. Широкова, И. Пептиды против инсульта / И. Широкова, Ю. Прожерина // Ремедиум. – 2018. – № 9. – С. 30-32. – DOI: 10.21518/1561-5936-2018-9-30-32.

3. Гапон, Л. И. Артериальная гипертония и жесткость артериальной стенки в клинической практике: обзор литературы / Л. И. Гапон // РКЖ. – 2024. – № 5. – URL: (дата обращения: 08.05.2025).

4. Vaduganathan, M. The global burden of cardiovascular diseases and risk: a compass for future health / M. Vaduganathan, G. A. Mensah, J. V. Turco [et al.] // J Am Coll Cardiol. – 2022. – Vol. 80, № 25. – P.

5. Остроумова, О. Д. Пульсовое артериальное давление и когнитивные нарушения / О. Д. Остроумова, А. И. Кочетков, Т. М. Остроумова // Российский кардиологический журнал. – 2021. – Т. 26, № 1. – С. 4317. – DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4317.

6. Ма-Ван-дэ, А. Ю. Динамика концентрации молекул нейровоспаления при ишемическом инсульте / А. Ю. Ма-Ван-дэ, Е. В. Фефелова // Забайкальский медицинский вестник. – 2025. – № 1. – С. 72-79. – DOI: 10.52485/19986173_2025_1_72.

7. Gibon, J. Neurotrophins and proneurotrophins: focus on synaptic activity and plasticity in the brain / J. Gibon, P. A. Barker // The Neuroscientist. – 2017. – Vol. 23, № 6. – P. 587-604.

8. Ма-Ван-дэ, А. Ю. Роль отдельных молекул нейровоспаления в патогенезе ишемического инсульта. Часть I / А. Ю. Ма-Ван-дэ, Е. В. Фефелова, Ю. А. Ширшов // Забайкальский медицинский вестник: электронный журнал. – ISSN 1998-6173. – URL: (дата обращения: 11.05.2025).

DOI 10.34660/INF.2025.70.75.044

РАЗРАБОТКА ЭМУЛЯТОРА ВИРТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СЕТЕВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Зорин Михаил Александрович
студент
Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия
Немыкин Андрей Александрович
К.т.н., доцент
Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия

Аннотация. *В данной статье представлены этапы разработки эмулятора виртуальных сетей, предназначенного для изучения сетевых технологий в образовательных учреждениях. Этот инструмент разрабатывается в ответ на ограничения существующих коммерческих решений, таких как высокая стоимость лицензий, ограниченная поддержка локализации и отсутствие интеграции с образовательными платформами. Основное внимание уделено использованию открытого исходного кода, гибкости системы и возможности реализации сценариев коллективного проектирования через интернет. Эмулятор построен на базе современных инструментов, включая технологии виртуализации Docker, библиотеки Python (Scapy, Netmiko, Napalm) и графические фреймворки. На текущий момент реализованы базовые модули: редактор сетевых топологий, анализ трафика и функция для совместной работы в реальном времени. Несмотря на ранний этап разработки, эмулятор разрабатывается с учётом существующих образовательных требований и перспектив интеграции с LMS. Таким образом, инструмент предназначен для удовлетворения потребностей широкого круга пользователей: от студентов до преподавателей, и предоставляет доступную, функциональную и персонализированную платформу для изучения сетевых технологий.*

Ключевые слова: *эмулятор виртуальных сетей, открытый исходный код, Python, виртуализация, Docker, обучение.*

Введение

В образовательной сфере, особенно при подготовке будущих специалистов в области информационных технологий и сетевого администрирования, практический опыт имеет первостепенное значение. Освоение сетевых навыков требует значительных ресурсов, включая доступ к физическим сетевым устройствам. Однако с появлением технологий эмуляции и виртуализации предоставилась возможность частичного воспроизведения необходимых сетевых условий без использования дорогостоящего оборудования.

В настоящее время для этих целей используются такие популярные инструменты, как Cisco Packet Tracer, GNS3, EVENG. Эти платформы позволяют моделировать сетевые среды и взаимодействовать с устройствами в условиях, близких к реальным.

Несмотря на удобство, у существующих решений есть серьёзные ограничения. В частности, большинство из них имеют ограниченную функциональность для работы в образовательной среде. Например, коммерческий характер лицензирования и высокие требования к аппаратным ресурсам делают такие решения труднодоступными для многих учебных заведений. Более того, отсутствует полноценная интеграция с системами управления обучением (LMS), а также возможность модификации кода для адаптации под образовательные нужды. Эти пробелы требуют создания нового программного решения, которое сможет устранить указанные недостатки и предоставить образовательному сообществу функциональный и доступный инструмент.

Для устранения перечисленных недостатков был разработан эмулятор виртуальных сетей, ориентированный на образовательные учреждения. Он предоставляет возможность моделировать сетевые конфигурации, автоматизировать лабораторные задания, а также использовать современные методы анализа трафика.

Архитектура системы

Разрабатываемый эмулятор представляет собой модульное программное обеспечение. Его структура включает в себя несколько базовых компонентов:

- **Редактор сетевых топологий**. Этот модуль позволяет пользователям создавать и взаимодействовать с виртуальными устройствами. Он реализован с использованием библиотеки PyQt5для построения интуитивно понятного графического интерфейса.

- **Мониторинг сетевого трафика**. Анализ сетевого трафика осуществляется с помощью Python-библиотек (Scapy, PyShark). Мониторинг позволяет собирать информацию о взаимодействии между сетевыми элементами.

- **Контейнеризация сетевых устройств**. Использование Docker обеспечивает гибкость и масштабируемость системы, упрощая развертывание различных топологий в виртуальных контейнерах.

- **Автоматизация работы с оборудованием**. Для работы с конфигурациями сетевых устройств используется Netmiko и Napalm, которые интегрируются через SSH-соединения.

Функциональные возможности

На текущем этапе в эмуляторе реализованы следующие ключевые возможности:

1. Конструирование топологий. Пользователи могут добавлять устройства, соединять их между собой и редактировать настройки.

2. Анализ сетевого поведения. Поддержка сценариев для тестирования производительности сети в определённых условиях.

3. Совместная работа. Возможность синхронизации действий пользователей через веб-интерфейсы для выполнения групповых заданий.

4. Автоматическая проверка. Интеграция с PyShark позволяет преподавателям оценивать лабораторные работы студентов.

Постановка задач разработки

К основным задачам разработки относятся:

- создание программного инструмента, адаптированного для образовательных целей;

- поддержка локализации интерфейса;

- минимизация требований к ресурсам, чтобы система могла использоваться даже на устаревших компьютерах;

- интеграция с популярными LMS, такими как Moodle, для автоматизации учебного процесса.

Средства разработки

Для реализации эмулятора были выбраны следующие технологии:

- Язык программирования Python из-за его простоты и наличия широкого набора библиотек.

- Виртуализационная платформа Vagrant для изоляции сетевых сред.

- Платформа контейнеризации Docker с открытым исходным кодом, используемая для оптимизации управления приложениями и разработки программного обеспечения.

- Графический интерфейс, построенный на Dear PyGui, благодаря его высокой производительности и простоте в использовании.

Программная реализация

Основными компонентами системы являются:

- Редактор устройств, где пользователь управляет виртуальными устройствами и их соединениями.

- Модуль анализа пакетов, позволяющий отслеживать сетевую активность.

- Система контейнеризации для моделирования сложных сетевых связей.

Основные компоненты логической модели эмулятора:

1. Пользовательский интерфейс (UI)

Обеспечивает взаимодействие пользователя с эмулятором, визуализацию сетевой топологии и управление настройками.

- Редактор сетевой топологии:

- Создание и редактирование сетевой структуры: добавление устройств, соединение их линиями связи.

- Управление свойствами сетевых устройств (IP-адреса, настройки протоколов и т.д.).

- Панель симуляции:

- Визуализация работы сети в реальном времени или режиме симуляции (графики загрузки, маршруты трафика).

- Меню управления проектом:

- Открытие, сохранение и загрузка проектов.

2. Виртуальный уровень устройств (Network Device Layer)

Имитация работы физических устройств, их конфигурации и взаимодействий.

- Маршрутизаторы (Routers):

- Логическая эмуляция маршрутизаторов с поддержкой маршрутизации (OSPF, RIP, EIGRP, BGP).

- Коммутаторы (Switches) :

- Имитация уровня 2 (VLAN, STP) и уровня 3 (маршрутизация).

- Конечные устройства (End Devices):

- Устройства, такие как ПК, серверы и точки доступа, с возможностью настройки IP, MAC, DNS, DHCP.

- Брандмауэры и сетевые фильтры:

- Эмуляция базовой работы firewall для настройки фильтров трафика.

3. Линии передачи данных

Обеспечивает моделирование соединений между устройствами.

- Реализация возможностей передачи пакетов с учетом пропускной способности, задержек, ошибок, потерь.

- Имитация беспроводных соединений и кабельных соединений (Ethernet, Wi-Fi).

4. Сетевой стек протоколов (Network Protocol Stack)

Иерархическая модель уровней протоколов ОСИ или TCP/IP, определяющая поведение симулятора.

- Уровень канала передачи данных (Data Link Layer):

- Реализация передачи кадров, контроль ошибок, Ethernet, ARP.

- Сетевой уровень (Network Layer):

- Реализация маршрутизации, IP, ICMP.

- Транспортный слой (Transport Layer):

- TCP/UDP, обработка сегментов, QoS.
- Прикладной слой (Application Layer):
- HTTP, FTP, DNS, DHCP, SSH и др.

5. Модуль симуляции (Simulation Engine)

Ядро эмулятора, выполняющее обработку событий и пакетного трафика.

- Эмуляция работы протоколов.
- Обработка пакетов и подсчет результатов.
- Учет характеристик и поведения устройств.
- Подготовка данных для визуализации.

6. Модуль анализа производительности и отчётности

Компонент, анализирующий сетевой трафик и предоставляющий пользователю статистику.

- Мониторинг сетевого трафика в виде графиков и таблиц.
- Логирование параметров: пропускная способность, задержки, потери пакетов.
- Генерация отчетов о результатах экспериментов.

7. База данных конфигурации (Configuration Database)

Хранилище для сетевых топологий, настроек устройств и параметров симуляции.

- Сохранение текущих пользовательских сессий.
- Обеспечение загрузки ранее созданных проектов.

Перспективы развития

Дальнейшие этапы работы сконцентрированы на:

1. Расширении функциональности системы, включая поддержку более сложных сетевых устройств и протоколов.

2. Интеграции с LMS для синхронизации списков лабораторных работ, отслеживания успеваемости и автоматического выставления оценок.

3. Улучшении интерфейса и добавлении обучающих модулей, включая интерактивные тесты и готовые сценарии для выполнения практических заданий.

Заключение

Разработка доступного, функционального эмулятора виртуальных сетей предоставляет образовательным учреждениям эффективный инструмент для подготовки специалистов в области сетевых технологий. На сегодняшний день создано программное решение, поддерживающее базовые операции создания топологий, мониторинга трафика и групповой работы.

Применение открытого исходного кода и использование современных технологий обеспечивают гибкость системы, что позволяет адаптировать её под различные сценарии обучения. Проект ориентирован на долгосрочное развитие, направленное на интеграцию с образовательными процессами, что сделает его неотъемлемой частью учебного процесса.

Литература

1. Lutz, M. Learning Python: Powerful Object-Oriented Programming: [учебник]. – 5-е изд. / M. Lutz. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2013. – 1648 с.

2. Python Software Foundation. Official documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.python.org/3/ (дата обращения: 15.10.2023).

3. Docker Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.docker.com/ (дата обращения: 15.12.2024).

4. Cisco Packet Tracer Overview [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cisco.com/ (дата обращения: 20.12.2024).

5. PyQt5 Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/peeerrrooo/pyqt_description (дата обращения: 03.01.2025).

DOI 10.34660/INF.2025.24.48.045

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ САМОЛЕТА НА ЭТАПЕ ОБЩЕЙ СБОРКИ

Колыванов Сергей Петрович
аспирант
Московский политехнический университет

Аннотация. *Проведен анализ критериев и методик оценки технологичности крупногабаритных изделий на этапе общей сборки самолета. Определен перечень коэффициентов технологичности крупногабаритных изделий и разработка их расчетных формул. Определены оценки трудоемкости изготовления крупногабаритных изделий. Предложены методы оценки технологичности крупногабаритных изделий машиностроения на этапе общей сборки и конструктивные факторы, влияющие на выбор метода сборки.*

Ключевые слова: *Технологичность конструкции, коэффициенты технологичности конструкции, технологичность крупногабаритных изделий, показатели технологичности, трудоемкость изготовления крупногабаритных изделий.*

Abstract. *The analysis of criteria and methods for assessing the manufacturability of large-sized products at the stage of general assembly of the aircraft is carried out. The list of coefficients of manufacturability of large-sized products and the development of their calculation formulas has been determined. Estimates of the complexity of manufacturing large-sized products are determined. Methods for evaluating the manufacturability of large-sized mechanical engineering products at the stage of general assembly and design factors influencing the choice of the assembly method are proposed.*

Keywords: *Manufacturability of the structure, coefficients of manufacturability of the structure, manufacturability of large-sized products, indicators of manufacturability, labor intensity of manufacturing large-sized products.*

Введение

В настоящее время процесс изготовления нового разработанного самолета состоит из ряда этапов и методов сборки. Одним из таких этапов явля-

ется сборка. На этапе сборки собирают панели фюзеляжа, агрегаты, секции самолета, фюзеляж состоящий из нескольких частей стыкуют, регулируют и проверяют.

Время, затраченное на сборку самолета, составляет от 50 до 75 % цикла изготовления самолета, а их трудоемкость от 30 до 40% трудоемкости изготовления самолета [1].

Одной из трудоемких операций на этапе общей сборки самолета являются крупногабаритные изделия. Для ее снижения необходима отработка на технологичность, т.к. это является важным этапом в жизненном цикле любого изделия. Фактически этап обработки изделия на технологичность является первым этапом технологической подготовки производства.

Согласно ГОСТ 14.205-83 под технологичностью конструкции изделия (ТКИ) понимают совокупность его свойств, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ. Следует отметить, что технологичность выражает конструктивные, а не функциональные особенности изделий [2].

Общие требования к взаимозаменяемости агрегатов, узлов и крупногабаритных изделий на этапе общей сборке.

Сборка самолета представляет собой совокупность операций по установке деталей в сборочное положение и соединению их в узлы, панели, агрегаты и самолет в целом. Детали в сборочное положение устанавливают по сборочным базам. Сборочная база – это поверхность на самой детали или в сборочном приспособлении, которая определяет взаимное положение деталей в собираемом изделии.

Точность изготовления деталей, образование на них базовых поверхностей и точность изготовления сборочных приспособлений являются важнейшими условиями получения требуемых формы и размеров узлов, отсеков, агрегатов самолета.

Детали самолета при соединении в узлы, отсеки и агрегаты должны занимать вполне определенное положение и выполнять определенные функции. Поэтому детали, узлы, отсеки, агрегаты, поступающие на сборку, должны удовлетворять требованиям взаимозаменяемости.

Под взаимозаменяемостью понимается свойство конструкции крупногабаритных изделий сборочных единиц планера самолета, позволяющее производить сборку и замену при ремонте без выполнения подгоночных работ в пределах допусков на геометрические, механические параметры, эксплуатационные и физико-химические свойства.

Для оценки уровня взаимозаменяемости применяется коэффициент $К_В$ крупногабаритных изделий, определяемый формулой 1.У.

$$К_В = 1 - \frac{т}{т_о}. \quad (1.У)$$

Т и То – соответственно трудоемкость подгоночных и общая трудоемкость работ при замене.

К взаимозаменяемости предъявляются следующие основные требования:

- Коэффициент $К_В$, характеризующий степень взаимозаменяемости крупногабаритных деталей и сборок (без учета готовых изделий систем самолета и спецоборудования), должен быть не ниже 1 для 70-80% агрегатов и не ниже 0,8 для 30-20% агрегатов.
- В группу агрегатов, имеющих коэффициент взаимозаменяемости, равный 1, должны входить, в первую очередь, часто заменяемые неремонтируемые агрегаты. К часто заменяемым частям планера относятся агрегаты с вероятностью замены при ремонте не менее 0,2, а к неремонтируемым частям планера не менее 0,7 стоимости новых агрегатов.
- При необходимости выполнения подгоночных работ они должны быть достаточно простыми, чтобы при замене исключить дорогостоящей оснастки и инструмента. Объем подгоночных работ не должен превышать значений в таблице № 1.

Таблица 1.

Значения объема подгоночных работ

% агрегатов от общего числа, заменяемых с подгонкой	**Трудоемкость с подгонки, человеко-час**
60,	До 1,0
30,	1-2
6,	2-4
4,	4-6

- В конструкции самолета должны применяться стандартизированные и унифицированные агрегаты, обладающими взаимозаменяемостью по геометрическим и функциональным параметрам [3].

Три метода увязки геометрических параметров и обеспечения взаимозаменяемости крупногабаритных изделий на этапе обще сборки.

Одним из критериев ТКИ самолета следует считать три метода увязки геометрических параметров и обеспечения взаимозаменяемости узлов и агрегатов.

При изготовлении самолета могут применять три метода увязки – метод связанной увязки, независимой увязки и метод компенсации [4].

Метод связанной увязки

Метод, позволяющий обеспечить взаимозаменяемость деталей малой жесткости, сложной формы и больших габаритных размеров. При использо-

вании данного метода особое значение имеет согласование форм и размеров эталонной и технологической оснасток.

Метод независимой увязки

Метод, позволяющий обеспечить взаимозаменяемость путем выдерживания размеров деталей по сопрягаемым поверхностям в пределах установленных допусков.

Метод компенсации

Метод, позволяющий обеспечивать заданную точность окончательных форм и размеров изделий вследствие принудительного перемещения деталей при сборке до совпадения их базовых поверхностей с базовыми поверхностями фиксаторов сборочного приспособления.

Сложность обеспечения технологичности крупногабаритных изделий на этапе общей сборки связана с отсутствием формализованных процедур формирования технологичного изделия.

Технологичность конструкции

Технологичность конструкции изделия традиционно принято рассматривать на нескольких уровнях: сборочной единицы, соединений и деталей. В ряде руководств по оценке и обеспечению технологичности даются качественные рекомендации [5].

До настоящего времени работ, посвященных оценке технологичности конструкции крупногабаритных изделий для этапов сборки на производственных предприятий России не так много, в виду отсутствия потребности в производстве самолетов, кораблей, поездов, изделий военно-промышленного комплекса и других изделий машиностроения собственного производства. В условиях обострения международной политической обстановки, данная потребность в настоящее время получила актуальность и большую потребность в производстве авиационной промышленности и машиностроения.

В работах посвященным:

- Анализу коэффициентов технологичности конструктивного исполнения изделия.
- Технологичности конструкции изделия и ее оценки.
- Оценка технологичности технически сложных изделий по уровню сборочного состава и категориям сложности.
- Были проанализированы коэффициенты технологичности:
- Коэффициент стандартизации
- Коэффициент унификации
- Коэффициент повторяемости
- Коэффициент типизации
- Коэффициент точности обработки поверхностей
- Коэффициент применяемости материала
- Коэффициент эффективности взаимозаменяемости

При анализе вышеуказанных коэффициентов технологичности и применяемости их к методу оценки технологичности крупногабаритных изделий самолета на этапе общей сборки можно сделать вывод: Главным недостатком коэффициентов технологичности заключается в том, что они не учитывают, как и в какой степени характеристики КИ влияют на трудоемкость изготовления конструкции изделия. А также при оценке технологичности крупногабаритных изделий нельзя учитывать некоторые коэффициенты такие как коэффициент шероховатости поверхностей который практически не влияет на технологичность крупногабаритный изделий в виду своего маленького значения, что в свою очередь ведет в некорректность дальнейших расчетов и корректировок формул коэффициентов технологичности крупногабаритных изделий и определения уровня технологичности конструкции изделий. Ниже приведены факторы, влияющие на выбор сборки и коэффициентов технологичности конструкции изделий [6,7,8].

Факторы, влияющие на выбор метода сборки

Одним из конструктивных факторов, влияющих на выбор метода сборки является:

Членение планера самолета на (рис. 1.) на конструктивно-технологические самостоятельные части. Характеристика объекта сборки: расчленен на агрегаты, отсеки, секции. При данном факторе выбирают сборку производят из отдельных деталей с сборочным приспособлением с базированием по наружной или внутренней поверхности обшивки, а также по поверхности каркаса.

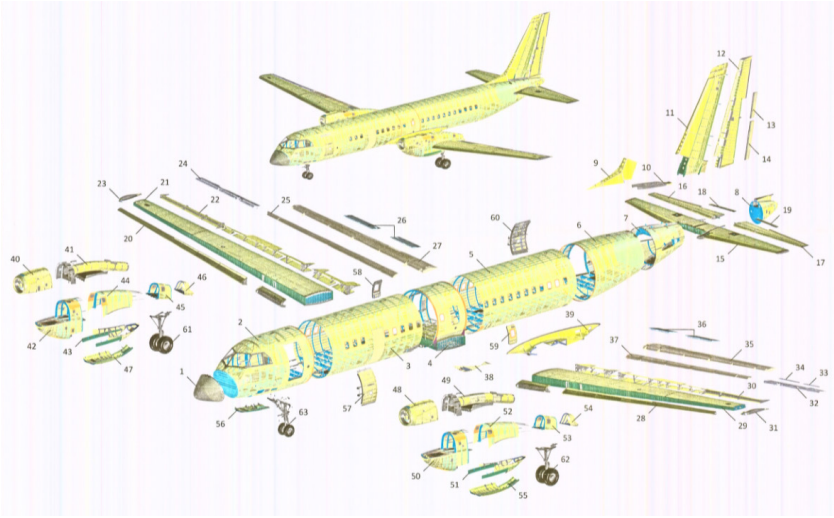


Рисунок 1. *Членение планера*

Следующим фактором является жесткость элементов конструкции, при этом характеристика объекта сборки являются: узлы, панели и секции жесткой и маложесткой конструкции. Метод сборки выбирают и осуществляют в сборочных приспособлениях с базированием с базированием по сборочным отверстиям.

Дополнительным фактором является геометрическая форма собираемых конструкций, которую можно разделить на две характеристики сборки: плоские узлы, панели при этом метод сборки осуществляют с базированием по сборочным отверстиям, а панели и секции с двойной кривизной поверхности, сборку осуществляют в сборочных приспособлениях с базированием по установочно-фиксирующим отверстиям на (Рис. 1.1).



Рисунок 1.1. *Приспособление для сборки верхних панелей Ф-2 [3]*

Фактор конструкции внутреннего набора характеризуются сборочные единицы с продольным набором деталей каркаса и осуществляется метод сборки с базированием по сборочному отверстию. Дополнительной характеристикой объекта сборки являются сборочные единицы с поперечным набором деталей каркаса (Рис. 1.2) и такой метод сборки осуществляется с базированием координатно-фиксирующего отверстия.



Рисунок 1.2. *Приспособление для сборки отсека между шпангоутами Ф-2 [3]*

Еще одним фактором является характер соединения каркаса с обшивкой, которые можно разделить на две характеристики: детали каркаса соединены с обшивкой непосредственно и применяется метод сборки с базированием по установочно-фиксирующему отверстию, а также другие методы сборки. Второй характеристикой объекта сборки являются детали каркаса соединены с обшивкой через детали компенсаторы и применяется метод сборки в сборочном приспособлении с базированием по наружной и внутренней поверхностям обшивки.

Последним конструктивным фактором, влияющая на выбор сборки является необходимая точность геометрических размеров и форм, характеризующая объекты сборки первой зоны точности (носовая часть до первого лонжерона), метод сборки применяется в сборочном приспособлении с базированием по наружной и внутренней поверхностям обшивки (Рис. 1.3). Второй характеристикой данного метода являются объекты сборки второй зоны точности (межлонжеронная часть) и применяется метод сборки с базированием по установочно-фиксирующему отверстию и другие методы сборки (Рис. 1.4).



Рисунок 1.3. *Приспособление для нижних частей Ф-1 [3]*



Рисунок 1.4. *Приспособление для стыковки верхней и нижней частей Ф-1 [3]*

Заключение

В настоящее время существуют хорошо зарекомендовавшие себя методики оценки технологичности конструкции изделий, но задача формирования и методика оценки технологичности крупногабаритных изделий на этапе общей сборки самолета, остается не решенной. Предстоит разработать методику экспертной оценки технологичности крупногабаритных изделий самолета на этапе общей сборки. С учетом методов, факторов, коэффициентов влияющих на точность расчетов, данных предоставленным экспертным методом.

При разработке экспертного метода будут учтены теоретические и практические знания при сборке среднемагистрального самолета на базе производственных площадок на центральных авиационных предприятиях России, что позволит использовать практический опыт оценки при запуске в производство новых моделей самолетов и оптимизации снижения трудоемкости по действующим программам выпуска самолетов в России.

Представляется возможном в будущем при разработке экспертной оценки и созданием программы расчета производственной технологичности крупногабаритных изделий дальнейшее развитие идей формирования оценки технологичности в направлении интеграции с системами автоматизированного проектирования.

Библиографический список

1. Бойцов В.В., Ганиханов Ш.Ф., Крысин В.Н. Сборка агрегатов самолета: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Самолетостроение». — М.: Машиностроение, 1988.

2. Вартанов М.В., Чушенков И.И. Методология оценки технологичности изделий машиностроения // Станкоинструмент. 2019. № 2 (015). С. 14-22.

3. Кучеров В.П. Основы технологии производства самолета // Самара. 2018.

4. Абибов А.Л. и др. Технология самолетостроения // М.: Машиностроение, 1982. 551 с.

5. Амиров Ю.Д. и др. Технологичность конструкции изделия. Справочник // М., 1990. 768 с.

6. Базров Б.М., Троицкий А.А. Анализ коэффициентов технологичности конструктивного исполнения изделия // Наукоемкие технологии в машиностроении. 2018. № 7.С. 23-26.

7. Базров Б.М. Технологичность конструкции изделия и ее оценка // Вестник машиностроения. 2018. № 6. С. 47-50.

8. Вартанов М.В., Осипов А.С. Автоматизация расчета производственной технологичности крупногабаритных изделий // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2012. № 9. С. 3-6.

DOI 10.34660/INF.2025.98.92.046

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Иванов Алексей Олегович
магистрант
Су Цзин
магистрант
Добряков Евгений Александрович
магистрант
Тимофеев Илья Сергеевич
магистрант
Научный руководитель - **Иващенко Валерий Олегович**
кандидат технических наук, доцент
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. *В рамках настоящего исследования, направленного на удовлетворение актуальных требований к надежности и селективности дистанционной защиты в современных энергосистемах, рассмотрена модель системы с двойным источником питания. Разработана структурная схема исследуемого участка сети, на основе которой осуществлён выбор технологического модуля для задания параметров защиты. С использованием программной среды Simulink выполнено моделирование аварийного режима в виде однофазного замыкания на землю. В ходе моделирования производилась поэтапная корректировка параметров защиты с целью анализа её отклика на изменяющиеся условия. Полученные результаты позволяют обобщить поведение дистанционной защиты в условиях двойного питания и могут служить основой для прикладного проектирования систем релейной защиты в электроэнергетике.*

Ключевые слова: *однофазное заземление; Simulink; моделирование; дистанционная защита.*

Введение

Одной из ключевых задач современной повышения энергоэффективности является обеспечение устойчивой и эффективной работы систем электроснабжения, включая минимизацию потерь и повышение надёжности передачи электроэнергии. В этом контексте дистанционная защита воздушных линий электропередачи (ЛЭП) играет важную роль, обеспечивая своевременное и селективное отключение повреждённых участков, тем самым снижая риски аварийного распространения и повышая общую энергоэффективность энергосистемы. Применение корректно настроенной релейной защиты позволяет существенно сократить потери электроэнергии, связанные с переходными процессами, и минимизировать время простоя при аварийных отключениях [1].

Современные устройства дистанционной защиты (ДЗ) являются критически важным элементом систем управления и безопасности, особенно в условиях возрастающих нагрузок, интеграции распределённых источников генерации и перехода к цифровым сетям. Они становятся неотъемлемой частью концепции интеллектуальных сетей (Smart Grid), обеспечивая автоматизированную диагностику, возможность дистанционного управления и адаптацию к текущим условиям эксплуатации.

Исторически развитие дистанционной защиты восходит к началу XX века, когда использовались электромеханические и транзисторные устройства. С развитием цифровых технологий в электроэнергетике произошёл переход к микропроцессорным терминалам, отличающимся высокой точностью, адаптивностью и возможностью интеграции с интеллектуальными системами управления. В настоящее время микропроцессорные устройства являются стандартом в системах защиты высоковольтных и сверхвысоковольтных сетей. Принцип действия ДЗ основан на измерении полного импеданса от точки установки защиты до точки короткого замыкания, который обратно пропорционален расстоянию до места повреждения. Это позволяет реализовать ступенчатую временную градацию срабатывания и обеспечивает селективность при отключении повреждённого участка .

Следует подчеркнуть, что применение дистанционной защиты имеет особое значение в транспортных энергосистемах, включая железнодорожную инфраструктуру. Надёжное функционирование контактной сети, питающей электрический подвижной состав (ЭПС), напрямую зависит от корректной работы систем релейной защиты. При возникновении короткого замыкания в контактной сети или на тяговой подстанции, мгновенное срабатывание дистанционной защиты предотвращает повреждение дорогостоящего электрооборудования тяговых преобразователей и тяговых двигателей, а также снижает риск аварийных остановок поездов. Таким образом, интеграция дистанционной защиты в структуру ЛЭП, подстанционного оборудования и

контактной сети обеспечивает не только общую устойчивость энергосистемы, но и безопасность и надёжность электроснабжения подвижного состава.

В нормативных документах, таких как ГОСТ 6825–91[2], установлены технические требования к дистанционной защите и условия её применения в сетях напряжением 110 кВ и выше, что актуально и для железнодорожной контактной сети с межподстанционным питанием и секционированием.

В условиях постоянного роста скорости движения и повышения мощности поездов значимость высокоточной и быстродействующей дистанционной защиты будет лишь возрастать, в том числе в рамках развития ВСМ (высокоскоростных магистралей) и комплексной цифровизации железнодорожного транспорта.

Принцип дистанционной защиты энергосистемы

При заданной длине линии электропередачи её продольный импеданс считается постоянной величиной, определяемой конструктивными параметрами и схемой замещения. В случае возникновения короткого замыкания на определённом расстоянии от точки установки релейной защиты, величина измеряемого импеданса будет пропорциональна расстоянию до места повреждения. Принцип действия дистанционной защиты основывается на сравнении измеренного импеданса с уставочным значением: защита срабатывает в том случае, если измеренное сопротивление оказывается меньше установленного порога. Данный принцип позволяет осуществлять селективное отключение повреждённого участка. Схематическое представление данного принципа приведено на рисунке 1.

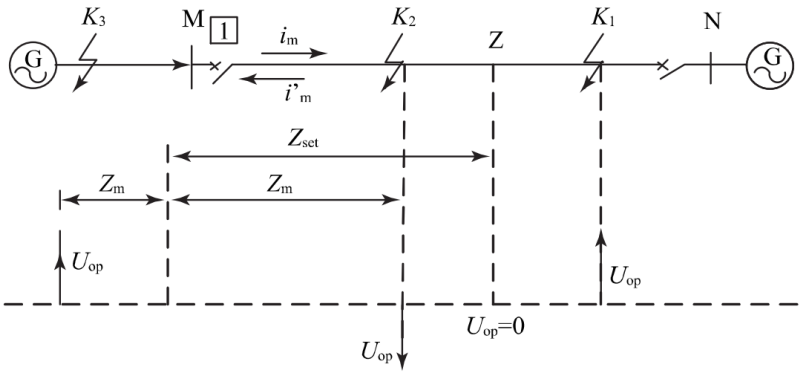


Рисунок 1. *Принципиальная схема работы дистанционной защиты*

На стороне М линии установлено реле сопротивления с измеренным значением напряжения на шине Um, а его входное измеренное значение тока, протекающего через шину к защищаемой линии, равно Im. Если коэффици-

енты трансформации трансформатора напряжения и трансформатора тока в системе равны 1, то необходимо также добавить в систему напряжения и токи реле, т.е. Um и Im. При возникновении короткого замыкания в защищаемой линии питания в это время реле сопротивления в системе измеряет Среднеквадратичное значение импеданса системы равно Zm:

$$Z_m = \frac{U_m}{I_m}$$

Базовое рабочее напряжение реле сопротивления системы в это время равно Uop:

$$U_{op} = U_m - I_m Z_{set}$$

В настоящее время базовым значением эффективного полного сопротивления реле полного сопротивления системы является Z_{set}, которое относится к полному сопротивлению системы от точки установки защитного устройства до конца этой линии.

Анализ условий функционирования релейной защиты показывает, что при возникновении повреждения внутри зоны действия устройства дистанционной защиты, величина расчетного (рабочего) потенциала системы принимает отрицательное значение, что служит сигналом к срабатыванию защиты. Напротив, если авария происходит за пределами защищаемого участка или в противоположном направлении, рабочий потенциал будет положительным, что исключает формирование команды на отключение. В штатном (нормальном) режиме функционирования энергосистемы, при отсутствии коротких замыканий, измеряемое на входе защитного устройства полное сопротивление соответствует эквивалентному сопротивлению нагрузки на защищаемом участке линии, то есть:

$$Z_m = \frac{U_m}{I_m} = Z_L$$

В формуле U_m – фазовый потенциал защищаемой линейной шины; Im – действительный выходной ток защищаемой линии; Z_m — измеренное сопротивление системы, а Z_L — эффективное сопротивление нагрузки системы.

В случае возникновения короткого замыкания в системе, измеренное напряжение на шине в точке установки защиты обозначается как U_m=U_K ,, а измеренный ток повреждения I_K, оответственно, эффективное значение полного сопротивления от точки установки релейной защиты до места возникновения неисправности, то есть сопротивление короткого замыкания, определяется выражением :

$$Z_m = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U_K}{I_K} = Z_L$$

Когда $|Z_m|>|Z_{set}|$, то есть точка короткого замыкания находится вне зоны действия системы дистанционной защиты, и реле дистанционной защиты не срабатывает, когда $|Z_m|<|Z_{set}|$, то есть точка короткого замыкания находится в пределах диапазона защиты, и реле дистанционной защиты срабатывает.

1. Проектирование и моделирование структуры системы двойной сети электропитания

В рамках исследования была спроектирована модель системы электропередачи с номинальным напряжением 220 кВ и понижающим трансформатором с коэффициентом трансформации 220/110 кВ. Общая протяжённость линии составила 30 км, при этом структура сети включает четыре участка: линия L1 — 50 км, линия L2 — 50 км, линия L3 — 25 км и линия L4 — 110 км. Для анализа функционирования дистанционной защиты построена модель в среде MATLAB/Simulink, в которой защита установлена в точке B. Зона действия устройства охватывает участок BC, протяжённостью 125 км.

Схематическое представление модели системы, реализованной в среде Simulink, представлено на рисунке 2.

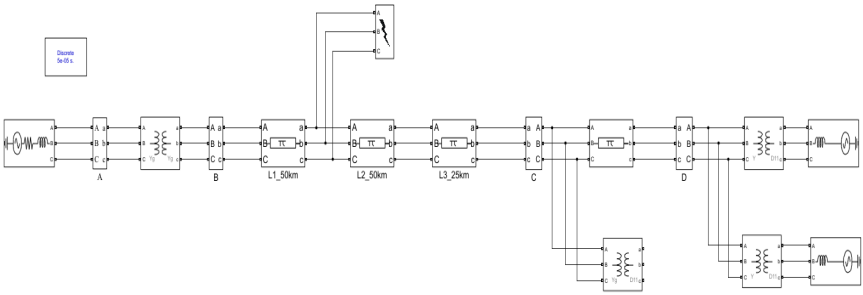


Рисунок 2. *Схема построения моделирования Simulink*

Дистанционная защита, реализуемая в энергосистемах, классифицируется на два основных типа: фазовую дистанционную защиту и дистанционную защиту на землю. Данные типы отличаются принципами измерения и структурой подключения. Фазовая дистанционная защита применяется для обнаружения межфазных коротких замыканий и, как правило, реализуется по схеме с нулевым смещением, ориентированной на измерения между фазами. При фиксации межфазного короткого замыкания формируется команда на отключение соответствующего выключателя.

В противоположность этому, дистанционная защита на землю предназначена для обнаружения однофазных замыканий на землю. Она реализуется с использованием схемы с компенсацией нулевой последовательности,

позволяющей точно фиксировать замыкание фазы на землю и оперативно формировать отключающий сигнал.

В рамках моделирования в среде Simulink были разработаны две независимые трехступенчатые системы: одна — для фазовой дистанционной защиты, вторая — для защиты от замыканий на землю. Каждая из ступеней имеет индивидуальные временные уставки: первая ступень — мгновенное срабатывание, вторая — с задержкой 0,5 с, третья — с задержкой 1 с. Аналогичные уставки применялись как для фазной, так и для заземляющей защит.

В рамках экспериментального моделирования был смоделирован аварийный режим, включающий двухфазное короткое замыкание, расположенное на расстоянии 50 км от точки установки защиты. Возникновение повреждения задано через 0,5 с от начала моделирования, при этом продолжительность аварии составила 2,5 с, что соответствует условиям постоянной неисправности.

Посредством теоретического анализа первая, вторая и третья ступени защиты должны быть отделены друг от друга, а на выходе будет сигнал отключения первой ступени.

На рисунке 2 представлено окно параметров блока Three-Phase Fault в среде Simulink, используемого для моделирования короткого замыкания в трехфазной системе.

Для анализа поведения дистанционной защиты при аварийных режимах в системе электропередачи, в программной среде Simulink был использован элемент Three-Phase Fault, позволяющий задать тип и параметры короткого замыкания между фазами и/или с заземлением.

Параметры блока заданы следующим образом:

Initial status: 0 — начальное состояние модели до наступления замыкания (отключено).

Fault between: активированы фазы A и B, что соответствует межфазному короткому замыканию без заземления.

Switching times: [0.5 3] — аварийный режим активируется на 0.5 секунде моделирования и завершается на 3.0 секунде, продолжительность замыкания составляет 2.5 с, что соответствует постоянной неисправности.

Fault resistance (Ron): 1e-6 Ом — сопротивление в месте замыкания принято стремящимся к нулю, что имитирует идеальное короткое замыкание.

Ground resistance (Rg): 1e-6 Ом — сопротивление между точкой замыкания и землей задано минимальным, однако Ground не выбран — параметр неактивен в данном сценарии.

Snubber resistance (Rs): 1e6 Ом — очень большое сопротивление демпфирующего элемента, эффективно исключающее влияние RC-цепи на процесс коммутации.

Snubber capacitance (Cs): inf — ёмкость демпфера равна бесконечности, что также исключает его влияние на динамику.

Measurements: None — измерения с блока не снимаются.

Таким образом, моделируемая авария представляет собой двухфазное короткое замыкание без заземления с низким сопротивлением, активируемое на определённом временном интервале, и используется для анализа реакции ступеней дистанционной защиты в условиях постоянной неисправности.

На рисунке 2 представлено окно параметров блока Three-Phase Fault в среде Simulink, используемого для моделирования короткого замыкания в трехфазной системе.

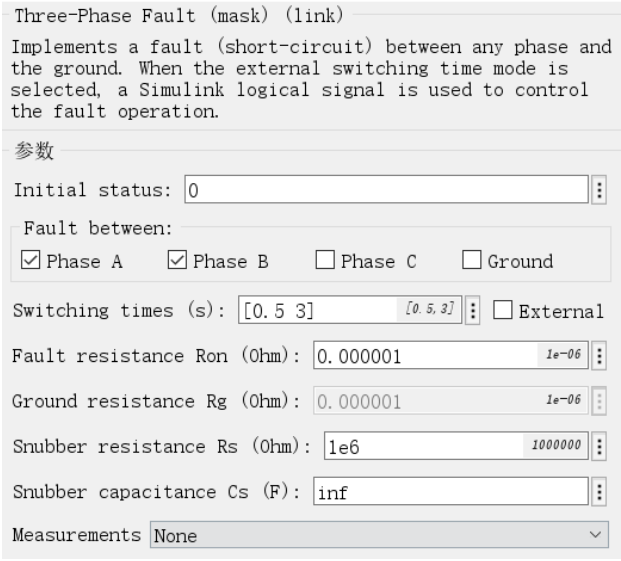


Рисунок 2. *Блок моделирования короткого замыкания Three-Phase Fault*

На основании результатов моделирования, представленных на осциллограммах, установлено, что при двухфазном коротком замыкании между фазами A и B, возникающем на 0.5 секунде, все три ступени фазовой дистанционной защиты сработали согласно заданным временным уставкам: первая ступень — мгновенно, вторая — с задержкой 0.5 с (в 1.0 с), третья — с задержкой 1.0 с (в 1.5 с). При этом отключение линии обеспечено именно первой ступенью, что подтверждается формированием выходного сигнала на отключение непосредственно после начала аварии. Таким образом, поведение модели полностью соответствует теоретическим ожиданиям и демонстрирует корректность настройки параметров фазной дистанционной защиты.

На рисунке 3 отображены осциллограммы отклика трёх ступеней фазной дистанционной защиты в условиях моделируемого двухфазного короткого

замыкания между фазами A и B, инициированного в момент времени 0.5 с и продолжающегося до 3.0 с.

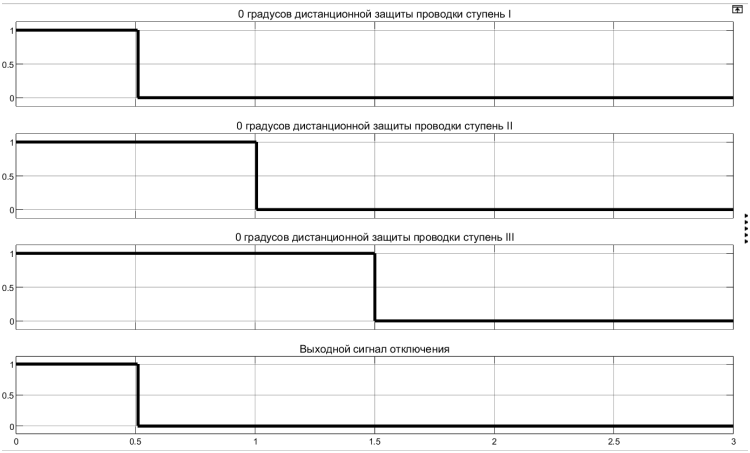


Рисунок 3. *Результаты моделирования*

Далее меняем тип замыкания на однофазное замыкание на землю, оставляя остальные условия без изменений.

На рисунке 4 представлено окно параметров блока Three-Phase Fault в среде Simulink, используемого для моделирования короткого замыкания в трехфазной системе с измененными параметрами замыкания

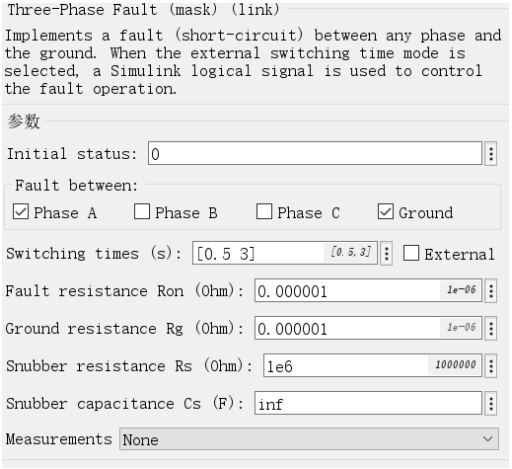


Рисунок 4. *Блок моделирования короткого замыкания Three-Phase Fault с измененными параметрами*

Согласно теоретическому анализу, при возникновении однофазного замыкания на землю в зоне действия защиты должны последовательно сработать все три ступени заземляющей дистанционной защиты, при этом отключение линии должно быть обеспечено первой ступенью. Результаты моделирования, представленные на рисунке 5, подтверждают данное допущение: первая ступень срабатывает мгновенно после начала аварии (в момент времени 0.5 с), вторая и третья ступени активируются соответственно с задержками 0.5 и 1.0 секунды. Выходной сигнал отключения формируется сразу после срабатывания первой ступени, что указывает на её корректное функционирование и подтверждает соответствие поведения модели расчетным ожиданиям.

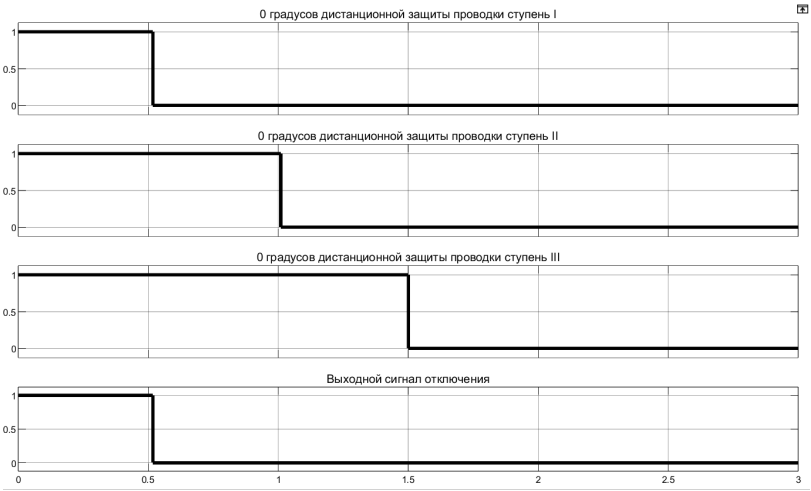


Рисунок 5. *Результаты моделирования короткого замыкания Three-Phase Fault с измененными параметрами.*

На основании результатов моделирования, представленных на рисунке 6, была проанализирована работа ступеней заземляющей дистанционной защиты при однофазном замыкании на землю вблизи конца защищаемой линии. Согласно теоретическим предпосылкам, первая ступень защиты в данном случае не охватывает всю длину линии и, соответственно, не срабатывает. Осциллограммы подтверждают это: первая ступень остаётся неактивной, в то время как вторая и третья ступени срабатывают в соответствии с временными уставками (1.0 и 1.5 с соответственно). Выходной сигнал на отключение формируется по команде второй ступени, что подтверждает корректную работу логики защиты и соответствие поведения модели теоретическому анализу.

Результаты моделирования следующие представлены на рисунке 6.

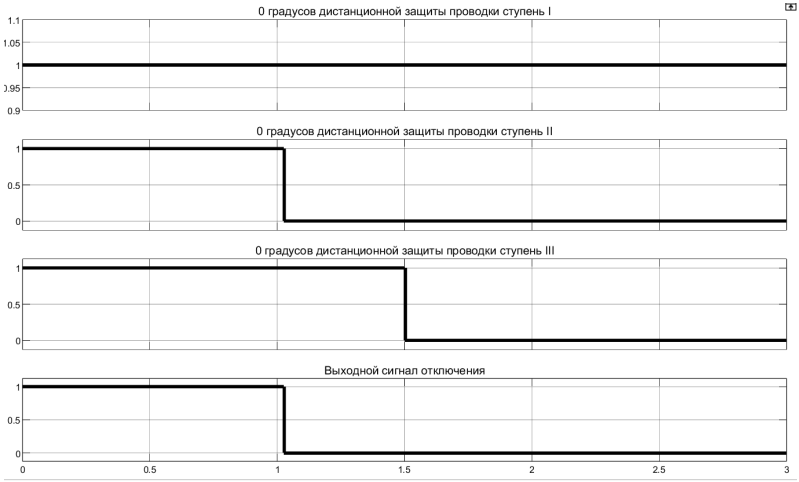


Рисунок 6. *Результаты моделирования короткого замыкания Three-Phase Fault с измененными параметрами.*

В условиях моделирования однофазного замыкания на землю, возникающего вблизи конца защищаемого участка линии, активируются вторая и третья ступени заземляющей дистанционной защиты, в то время как первая ступень остаётся неактивной, что связано с ограниченной протяжённостью её зоны действия. Формирование выходного сигнала отключения происходит по команде второй ступени, что полностью соответствует расчётным данным и подтверждает корректность настройки зон и уставок дистанционной защиты на заземление.

Вывод

В ходе проведённого исследования была реализована модель системы электропередачи с двойным питанием в программной среде Simulink, с целью анализа поведения трёхступенчатой дистанционной защиты как по межфазным, так и по заземляющим повреждениям. Рассмотрены различные типы коротких замыканий: двухфазное и однофазное на землю, с фиксацией аварийного режима на временном интервале от 0.5 до 3.0 с. Результаты моделирования подтвердили соответствие функционирования защитных ступеней заданным теоретическим уставкам.

При двухфазном коротком замыкании, произошедшем в пределах зоны действия защиты, сработали все три ступени фазной дистанционной защиты, при этом отключение линии было обеспечено первой ступенью, что демонстрирует корректность настройки мгновенного срабатывания при близ-

ком повреждении. Аналогичная реакция зафиксирована и при однофазном замыкании на землю, возникающем в пределах зоны действия, где также сработали все три ступени, а первая ступень обеспечила своевременное отключение.

В случае, когда однофазное замыкание происходит ближе к концу линии, за пределами действия первой ступени, защита срабатывает последовательно: первая ступень остаётся неактивной, в то время как вторая и третья ступени функционируют согласно заданным временным уставкам. Отключение линии в этом случае осуществляется по команде второй ступени, что также подтверждает верность расчётов и надёжность логики селективности.

Таким образом, построенная модель дистанционной защиты продемонстрировала высокую точность отклика при различных аварийных сценариях, а методика, основанная на симуляционном моделировании с пошаговой настройкой параметров, может быть рекомендована для проектирования и предварительной отладки цифровых устройств релейной защиты в реальных высоковольтных энергосетях.

Библиографический список

1. Соловьёв, С. Н. Повышение энергоэффективности электроэнергетических систем за счёт совершенствования релейной защиты / С. Н. Соловьёв, П. И. Матвеев // Электрические станции. – 2019. – № 6. – С. 22–27.

2. ГОСТ 6825–91. Устройства защиты и автоматики релейной. Общие технические требования и методы испытаний. – Введ. 01.01.1992. – М.: Госстандарт, 1991. – 18 с.

3. Макаров, А. В. Современные микропроцессорные устройства релейной защиты: состояние и перспективы / А. В. Макаров, С. Н. Соловьёв // Электрические станции. – 2021. – № 8. – С. 37–42.

4. Дискретное преобразование Фурье [Электронный ресурс] // Википедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Дискретное_преобразование_Фурье (дата обращения: 20.05.2025).

5. Правила устройства электроустановок. ПУЭ. 7-е изд., с изм. и доп. – М.: Министерство энергетики Российской Федерации, 2020. – 688 с.

6. Расчёт уставок дистанционной защиты ВЛ 35–220 кВ. – М.: НТЦ «Механотроника», [б. г.]. – 24 с.

DOI 10.34660/INF.2025.98.41.048

СИСТЕМА ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ КНР

Лю Шиюй
магистрант
Цуй Дунюань
магистрант
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. *В статье рассматриваются режимы электроснабжения, применяемые в различных системах тягового электроснабжения с учётом требований, предъявляемых к высокоскоростным железным дорогам. Путём проведения сравнительного анализа определяется наиболее оптимальный режим электроснабжения, обладающий наибольшей эффективностью с точки зрения эксплуатационных и технических показателей. Кроме того, излагаются основные преимущества и недостатки каждого из рассмотренных режимов, что позволяет обозначить направления их дальнейшего совершенствования.*

Ключевые слова: *контактная сеть, система электроснабжения, прямое электроснабжение, автотрансформаторное питание (АТ), электропитание от вакуумного трансформатора (ВТ).*

Введение

Система тягового электроснабжения высокоскоростных железных дорог должна удовлетворять ряду ключевых требований, включая обеспечение стабильного взаимодействия пантографа с контактной сетью при высоких скоростях, надёжное и стабильное электропитание, соответствие условиям технического обслуживания и устойчивость к воздействию окружающей среды. Кроме того, система должна обеспечивать автоматическую перефазировку высокоскоростного моторного подвижного состава (ВМПС) при пересечении секционных изоляторов, обладать адаптивными характеристиками источников питания с учётом высокой скорости и высокой плотности движения, а также включать интегрированные средства удалённого мониторинга и управления. В зависимости от архитектуры и задач эксплуатации

системы электроснабжения реализуются два основных режима работы: разнофазное питание и синфазное питание, каждый из которых имеет свои технические и эксплуатационные особенности.

1. Прямое питание

Метод прямого электропитания является наиболее простой и исторически первым способом подачи тягового питания. В данном случае питание тягового подвижного состава осуществляется непосредственно через контактную сеть с использованием рельсовой цепи и земли, без применения дополнительных средств защиты от электромагнитных помех. Этот метод отличается простотой реализации, минимальными капитальными затратами, низким импедансом тяговой сети и сравнительно малыми энергетическими потерями. Однако радиус эффективного питания при этом ограничен, как правило, 30–40 км. Электрический ток нагрузки возвращается к тяговой подстанции по рельсовой цепи, причём рельсы не изолированы от земли, что приводит к утечке части обратного тока в грунт. Это, в свою очередь, вызывает значительное индуцированное воздействие на линии связи, что рассматривается как основной недостаток прямого питания. Такой метод оправдан на участках, где отсутствуют воздушные линии связи вдоль железнодорожного полотна, а линии связи реализованы с использованием подземных экранированных кабелей, либо на линиях с низкими требованиями к защите от помех.

Модифицированным вариантом является **метод прямого электропитания с обратной линией**, при котором параллельно рельсам на опорах контактной сети монтируется обратная линия (так называемый отрицательный фидер). За счёт взаимной индуктивности между контактной сетью и обратной линией часть обратного тока направляется обратно на тяговую подстанцию через эту линию, что позволяет сократить зону электрического влияния и частично компенсировать электромагнитные помехи, передаваемые на соседние линии связи. Однако эффективность подавления помех у данного метода уступает методам типа ВТ. Прямое питание с обратной линией используется, как правило, на участках с невысокими требованиями к помехозащите, где при этом необходимо снизить импеданс сети и повысить качество питания, несмотря на несколько более высокие капитальные вложения.

2. Всасывающий трансформатор режим питания (Режим питания ВТ)

Режим питания с балансным трансформатором (ВТ) представляет собой схему тягового электроснабжения, при которой в контактную сеть устанавливаются специальные всасывающие (балансные) трансформаторы. Эти устройства обладают коэффициентом трансформации 1:1; их первичная обмотка подключается последовательно в цепь контактной сети, а вторичная — последовательно в цепь обратной линии (так называемого отрица-

тельного фидера), предназначенной для возврата тягового тока на тяговую подстанцию. Между рельсом и обратной линией, расположенными между двумя соседними всасывающими трансформаторами, прокладывается соединительная линия, формируя замкнутый контур, в котором ток нагрузки от подвижного состава перетекает с рельсовой цепи в обратную линию.

Расстояние между двумя всасывающими трансформаторами, называемое участком ВТ, обычно составляет 2–4 км. В этой системе ток, протекающий через первичную и вторичную обмотки трансформаторов, уравновешивается: по контактной сети и обратной линии проходят равные по величине, но противоположные по направлению токи, что позволяет существенно снизить уровень электромагнитной индукции на соседние линии связи и минимизировать помехи.

К недостаткам данного режима можно отнести увеличенный примерно на 50% импеданс тяговой сети по сравнению с прямым питанием, более высокие энергетические потери, а также ограниченную дальность подачи электроэнергии — порядка 20–25 км на двухпутных линиях. Кроме того, реализация ВТ-системы требует значительных капитальных вложений, что делает её менее экономически выгодной в сравнении с простыми схемами прямого питания, однако она незаменима на участках с высокими требованиями к электромагнитной совместимости.

3.Источник питания автотрансформатора (режим питания АТ)

Режим питания с автотрансформаторами (АТ) был разработан в 1970-х годах и получил широкое распространение благодаря своей способности не только эффективно снижать электромагнитные помехи тяговой сети на линии связи, но и удовлетворять требованиям эксплуатации скоростного и высокомощного тягового подвижного состава.

В данной схеме электроснабжения автотрансформаторы устанавливаются с интервалом примерно 10 км и подключаются между контактной сетью и положительным (фазным) фидером, при этом их нейтральная точка заземляется на рельсовую цепь. Основная особенность АТ-режима заключается в удвоении напряжения тяговой линии (до 50 кВ), при сохранении стандартного напряжения питания на токоприёмнике электровоза (25 кВ). После того как электровоз получает питание от контактной сети, тяговый ток, оттекая через рельсовую цепь, под действием автотрансформаторов возвращается на подстанцию через их обмотки и фазный фидер. При прохождении тока через одну обмотку автотрансформатора в другой обмотке индуцируется ток, поддерживающий питание подвижного состава.

Режим питания с автотрансформаторами характеризуется крайне низким импедансом тяговой сети — примерно в четыре раза меньшим по сравнению с режимом прямого питания, что обеспечивает минимальные потери напряжения, высокую энергетическую эффективность и значительную мощность

электроснабжения. Дальность подачи электроэнергии в данном режиме существенно возрастает, достигая 40–50 км, что позволяет увеличить межподстанционные расстояния, сократить количество тяговых подстанций и снизить общие капитальные затраты на строительство и эксплуатацию энергосистемы. Вместе с тем, из-за повышенной сложности как тяговых подстанций, так и самой тяговой сети, уровень инвестиций при внедрении АТ-систем выше, чем в традиционных схемах. Режим с автотрансформаторами, как правило, применяется на участках с интенсивным движением, высокой нагрузкой и высокоскоростной эксплуатацией, где предъявляются повышенные требования к качеству и стабильности электроснабжения.

4.Источник питания по коаксиальному кабелю (режим питания СС)

Режим питания с использованием коаксиального кабеля (СС) представляет собой инновационную схему тягового электроснабжения, разработанную для удовлетворения повышенных требований к снижению электромагнитных помех и увеличению дальности подачи электроэнергии. В данной системе коаксиальный силовой кабель прокладывается вдоль железнодорожной линии: его внутренний (жиловый) провод подключается к контактной сети и выполняет функцию линии питания, а внешний проводник соединяется с рельсовой цепью, выполняя роль обратного проводника, с подключением через каждые 5–10 км.

Основным преимуществом СС-режима является то, что питающая и обратная цепи сосредоточены в едином кабеле с минимальным межпроводным интервалом и коаксиальным расположением, что обеспечивает высокую взаимную индуктивность. Импеданс коаксиального кабеля значительно ниже, чем у традиционной контактной сети и рельсовой цепи, в результате чего практически весь тяговый ток и обратный ток протекают по коаксиальному кабелю. При этом токи, протекающие по внутреннему проводнику и внешнему экрану, равны по величине и противоположны по направлению, что приводит к взаимной компенсации создаваемых ими магнитных полей и практически полному устранению помех, воздействующих на соседние линии связи. Кроме того, низкий импеданс системы позволяет существенно увеличить дальность подачи питания.

Однако высокая стоимость производства и прокладки коаксиальных силовых кабелей значительно ограничивает их широкомасштабное применение, поэтому данный режим электроснабжения в настоящее время используется преимущественно на особо сложных участках железных дорог, где предъявляются исключительные требования к качеству электропитания и электромагнитной совместимости.

5.Сравнительный анализ режима электроснабжения, подходящий для высокоскоростной железной дороги

Сравнительный анализ трёх основных режимов электроснабжения позволяет выделить их сильные и слабые стороны с точки зрения требований высокоскоростной электрической тяги.

Режим питания с балансными трансформаторами (ВТ) обеспечивает высокую степень помехозащищённости линий связи, однако его конструктивные особенности — последовательное включение всасывающих трансформаторов и сегментация контактных проводов — не позволяют эффективно использовать эту схему на участках с высокоскоростным движением и большими токами.

Режим питания с автотрансформаторами (АТ) демонстрирует значительные преимущества: увеличение расстояния между тяговыми подстанциями, снижение количества электрических фаз, низкий импеданс тяговой сети и, как следствие, сокращение потерь напряжения и улучшение качества электроснабжения. Кроме того, его влияние на линии связи сопоставимо с ВТ-режимом. Именно по этим причинам АТ-системы получили широкое распространение на высокоскоростных железных дорогах в мире и являются стандартным решением, например, в Японии.

Режим прямого питания характеризуется простотой конструкции, однако имеет высокий импеданс сети, требует частого размещения подстанций и демонстрирует относительно низкие показатели помехозащищённости. Несмотря на это, он может использоваться в качестве дополнительного решения на отдельных участках высокоскоростных железных дорог, особенно в районах с невысокими требованиями к электромагнитной совместимости.

6.Вывод

Проведённый анализ показывает, что среди рассмотренных режимов электроснабжения наиболее оптимальным для высокоскоростных железных дорог является режим с автотрансформаторами (АТ), который сочетает высокую энергоэффективность, улучшенное качество питания, значительное снижение потерь и минимальное воздействие на линии связи. ВТ-режим, несмотря на высокие антипомеховые характеристики, менее пригоден для скоростной тяги из-за конструктивных ограничений, а режим прямого питания может рассматриваться лишь как вспомогательное решение, применимое в специфических условиях. Таким образом, использование АТ-режима представляет собой наиболее перспективное направление для дальнейшего развития высокоскоростных электрифицированных магистралей.

Библиографический список

1. В.Е.Розенфельд, И.П.Исаев, Н.Н.Сидоров Теория электрической тяги М.: Транспорт, 2005. 436 с.

2. Ли Июань Высокоскоростной железнодорожный транспорт и его место в современных транспортных системах [Рукопись] : вып. квалиф. раб. на соискание степ. мгс. по спец. 13.04.02 / И. Ли ; научный руководитель А. А. Володин ; ФГБОУ ВО ПГУПС, Кафедра ЭЛ.ТЯГА. - 2022. - 96 с.

3. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. - М.: Транспорт, 1982. - 528 с.

4. Почаевец В. Т. АСУ устройствами электроснабжения железных дорог. - М.: Маршрут, 2003. - 318 с.

5. Тянь Цзянмань. Исследование распределения тягового обратного тока в системе электроснабжения АТ на высокоскоростной железной дороге / Тянь Цзянмань; Шицзячжуанский университет железнодорожного транспорта. — Шицзячжуан, 2014. — Текст : непосредственный.

DOI 10.34660/INF.2025.32.74.049

ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ МАГЛЕВ-ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Цуй Дунюань
Лю Шиюй
магистрант
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. *В статье рассматриваются различия между железной дорогой на маглеве и традиционными железными дорогами, описываются принципы работы и системы энергоснабжения железных дорог на маглеве, а также превосходство поездов на маглеве.*

Ключевые слова: *магнитная левитация, система электроснабжения, электрифицированная железная дорога.*

Существуют различные виды транспорта, отвечающие требованиям людей, передвигающихся с разной скоростью. Скорость движения автомобильного транспорта обычно составляет от 50 до 100 км/ч, железнодорожного - от 100 до 300 км/ч, а воздушного - от 500 до 1000 км/ч. В настоящее время, с развитием высокоскоростных железных дорог, хотя скорость была улучшена, традиционная железная дорога все еще не может избавиться от ограничения, связанного с сопротивлением трения о землю. Поэтому существует разрыв между железной дорогой и авиацией. Люди думают о том, как преодолеть разрыв между железной дорогой и самолетом. Магнитная железная дорога - это высокоскоростная система наземного транспорта, которая привлекает большое внимание в современном мире и имеет широкие перспективы развития [1].

С начала 1960-х годов в ряде развитых стран ведутся исследования высокоскоростного маглева. Германия и Япония внедрили железные дороги на маглеве раньше, но эти две страны приняли разные стандарты. Германия использует обычные маглев-поезда, а Япония - сверхпроводящие поезда на магнитном отталкивании. Хотя структура и линии транспортных средств могут различаться в зависимости от подвески, рулевого управления и привода, основные принципы одинаковы.

Основной стандарт и принцип работы маглев-железной дороги

Хотя левитация использует электромагнитные силы, основные критерии можно разделить на две категории в зависимости от того, как поезд использует электромагниты:

1. Сверхпроводящее магнитное отталкивание (EDS)

Сверхпроводящий магнит - это соленоид или электромагнит с обмотками из сверхпроводящего материала. Обмотки в сверхпроводящем состоянии имеют нулевое омическое сопротивление. Если такую обмотку замкнуть накоротко, то ток, индуцированный в ней, будет поддерживаться в течение почти произвольно долгого времени.

Магнитное поле непрерывного тока, циркулирующего в обмотке сверхпроводящего магнита, чрезвычайно стабильно и непульсирует, что важно для многих применений в научных исследованиях и технике. Когда температура сверхпроводящего магнита превышает критическую температуру сверхпроводника, Tk, обмотки сверхпроводящего магнита теряют свои сверхпроводящие свойства при достижении в обмотках критического тока, Ik, или критического магнитного поля, Hk. Учитывая это, обмотки сверхпроводящих магнитов изготавливаются из материалов с высокими значениями Tk, Ik и Hk.

2. Магнитный отсос нормальной проводимости (EMS)

EMS, или Normally Conducted Maglev, представляет собой систему левитации всасывания, которая сочетает в себе взаимное притяжение электромагнитов на локомотиве и ферромагнитных треков на направляющей для создания левитации. Нормальное проведение магнитной левитации поезда работы, первая регулировка нижней части транспортного средства левитации и руководство электромагнита электромагнитного всасывания, и наземный путь по обе стороны обмотки происходит в магнит реакции будет поезд левитации. Под реакцией направляющего электромагнита в нижней части транспортного средства и магнита трека, колеса сохраняют определенное боковое расстояние от трека, чтобы реализовать бесконтактную поддержку и бесконтактное ведение колес и рельсов в горизонтальном и вертикальном направлениях. Зазор между подвеской транспортного средства и беговой дорожкой составляет 10 мм, что обеспечивается комплектом высокоточных электронных систем регулировки. Поскольку левитация и наведение не зависят от скорости движения поезда, поезд может левитировать даже после остановки.

Принцип действия маглев-железной дороги

1. Сверхпроводящее магнитное отталкивание (EDS)

(1) Подвесная система

Сверхпроводящий магнитоотталкивающий электропоезд типа EDS использует принцип отталкивания магнитных полюсов, чтобы заставить

транспортное средство левитировать на рельсах. Нижняя часть бортовых сверхпроводящих магнитов (поставляемых в баллонах с жидким гелием) устанавливается в алюминиевые тороидальные катушки, расположенные определенным образом по обе стороны рельсов, и при подаче напряжения на сверхпроводящие катушки создается сильное магнитное поле. Если автомобиль движется вперед с определенной скоростью (за счет линейного двигателя), магнитное поле индуцирует ток в алюминиевом кольце. Магнитный поток, создаваемый индуцированным током, будет противоположен магнитному потоку от сверхпроводящих магнитов в автомобиле. Эти два магнитных потока создадут силу отталкивания. Чем больше сила, тем больше сила отталкивания (в этот момент скорость составляет 80 километров в час), и поезд поднимается на 100 миллиметров. Когда поезд движется на низкой скорости или находится в состоянии покоя, индукционный ток в катушке земли уменьшается, сила плавучести снижается до полного исчезновения, и поезд поддерживается на пути вспомогательными колесами. Эта форма подвески работает от электричества.

(2) Система управления

Обычные поезда управляются за счет взаимодействия между ободами и рельсами. Магнитные поезда используют для движения электромагнитные силы. Система управления магнитной левитацией устанавливается на транспортном средстве и предназначена для управления сверхпроводящими магнитами таким образом, чтобы магнитное поле, создаваемое катушками на боковой стороне пути, соответствовало силе, приложенной к поезду, удерживая его в правильном направлении.

(3) Двигательная система

В поездах маглев нельзя использовать обычные тяговые двигатели, поскольку они поднимаются на определенную высоту, а колеса не взаимодействуют с рельсами. Поскольку сила тяги, возникающая за счет трения между ними, не двигает поезд вперед, в качестве тяговой силы для поезда используется тяговое устройство с линейными двигателями.

Существует два типа линейных двигателей, используемых в магнитных поездах. Линейные двигатели разработаны на основе роторных двигателей. Их базовая структура и принцип работы аналогичны обычным роторным двигателям. Это похоже на разрезание вращающегося двигателя в радиальном направлении. Таким образом, передача движения меняется с вращательной на линейную [2].

2. Магнитный отсос нормальной проводимости (EMS)

(1) Подвесная система

EMS с постоянными магнитами - это электромагнитный маглев-поезд кольцевого типа. По всей длине поезда установлены электромагниты направленного действия; магнитный поезд установлен в электромагнитном

поле электромагнитного маглев-поезда (левитирующий электромагнит). Магнитное поле, создаваемое магнитами, приподнимает поезд над землей, а зазор между транспортным средством и поверхностью пути обратно пропорционален силе притяжения. Для того чтобы обеспечить надежность левитации и плавность хода поезда, а также для того, чтобы линейный двигатель имел большую мощность, необходимо контролировать ток в электромагните, чтобы магнитное поле поддерживало стабильную силу и левитацию, чтобы между поездом и поверхностью рельса сохранялся зазор от 10 до 15 мм, что является формой электромагнитной левитации.

(2) Системы наведения и приведения в движение аналогичны сверхпроводящим магнитоотталкивающим EDS.

Система электроснабжения поезда маглев

1. Дистанционный источник питания

Система магнитной левитации представляет собой долговременный стационарный синхронный линейный двигатель, использующий заземленные синхронные двигатели LSM, с трехфазным переменным током (AC) в обмотках питания земли, управляемым мощным преобразователем, расположенным на земле. Преобразовательная станция, необходимая для линейных двигателей, преобразует энергию из сети общего пользования в переменный ток переменной частоты (AC) со скоростью, требуемой системой управления тяговым усилием, которая синхронизируется со скоростью транспортного средства для подачи энергии на линейные двигатели. Система преобразования энергии состоит из выпрямителя, трех инверторов и прерывателя постоянного тока, заторможенного резистором. Поскольку обмотки двигателей распределены по всей линии, но разделены на секции, можно подавать питание только на ту часть транспортного средства, которая движется, чтобы улучшить коэффициент мощности линейных двигателей.

2. Электропитание поезда

(1) Электропитание является независимым, т.е. одному поезду соответствует один силовой преобразователь. Таким образом, силовой преобразователь подает питание на поезд только при движении поезда по участковой станции.

(2) Автоматическое управление движением поезда по линии. Поезда на маглеве управляются с помощью подстанции, а не под контролем машиниста, как в случае с обычными поездами. Для реализации автоматизированного управления подстанция оснащена электронно-вычислительной системой.

(3) Высокоточное определение положения. Для одновременной работы с синхронными линейными двигателями LSM необходимо обеспечить точное определение положения тяговых обмоток и встроенные сверхпроводящие магниты для синхронного управления.

(4) Электропитание только в блоке управления поездом. В системе привода синхронных линейных двигателей движение поезда связано только с продольными обмотками статора вдоль пути, поэтому управление электропитанием осуществляется только для наземных обмоток на участке движения поезда [3].

Характеристика превосходства маглев-железной дороги

Характеристики магнитных железных дорог

Магнитные железные дороги имеют существенные отличия и особенности от обычных железных дорог. Поезда, движущиеся по обычным железным дорогам, используют локомотивы для тяги, создавая трение между колесами и рельсами за счет давления на верхнюю структуру пути. Поезда, движущиеся по магнитным железным дорогам, используют электромагнитную систему для создания притягивающих или отталкивающих сил для подъема транспортного средства, так что весь поезд подвешен на рельсах и управляется электромагнитными силами. Линейные двигатели преобразуют электрическую энергию непосредственно в тягу.

Линейный двигатель - это электродвигатель, в котором один элемент магнитной системы является открытым и имеет развернутые обмотки для создания бегущего магнитного поля, а другой элемент выполнен в виде направляющей для обеспечения линейного перемещения подвижных частей двигателя [4].

Существует множество конструкций линейных двигателей, но все их можно разделить на две категории - двигатели с низким ускорением и двигатели с высоким ускорением.

Двигатели низкого ускорения используются в общественном транспорте (маглев, монорельс, метро). Высокоскоростные двигатели очень короткие и обычно используются для разгона объектов до высоких скоростей и последующего их сброса. Их часто используют для изучения столкновений на гиперскоростях, например, при запуске оружия или космических аппаратов. Линейные двигатели также широко используются в качестве приводов подачи в металлорежущих станках и роботах. Они размещаются в поездах, на рельсах или и там, и там. Основной проблемой при проектировании является вес достаточно мощного магнита, поскольку для поддержки крупных компонентов в воздухе необходимо сильное магнитное поле.

Согласно теореме Эршоу (S. Earnshaw, иногда пишут Earnshaw), статические поля, создаваемые только электромагнитами и постоянными магнитами, неустойчивы, в отличие от полей антимагнитов. Антимагнит - это вещество, намагниченное в направлении, противоположном внешнему магнитному полю, действующему на него. В отсутствие внешнего магнитного поля антимагнит не обладает магнитным моментом. и сверхпроводящие магниты. Имеется система стабилизации: датчики постоянно измеряют рас-

стояние от поезда до рельсов, в зависимости от этого изменяется напряжение на электромагнитах.

Преимущества маглев-железной дороги

1. Быстрая скорость и короткое время в пути.

2. Безопасность и надежность. Система магнитной левитации использует направляющие рельсы, что обеспечивает плавность хода, исключает возможность схода и опрокидывания транспортных средств, повышает безопасность и надежность движения поезда.

3. Низкое энергопотребление, защита окружающей среды, отсутствие загрязнения. Нет шума, нет вибрации, нет выхлопных газов, нет загрязнения окружающей среды.

4. Меньше проблем, низкие эксплуатационные расходы. Благодаря единым и непрерывным основным компонентам, у него меньше проблем и ниже стоимость обслуживания по сравнению с высокоскоростными и традиционными железными дорогами.

Недостатки маглев-железной дороги

1. высокая стоимость строительства и обслуживания путей.

2. вес и энергопотребление магнитов.

3. электромагнитные поля, генерируемые маглевом, могут причинить вред экипажам поездов и/или жителям близлежащих домов. Даже тяговые трансформаторы, используемые на железных дорогах с переменным током, могут причинить вред машинистам, но в этом случае напряженность поля на порядок выше. Люди с кардиостимуляторами также не смогут ездить на поездах маглев.

4. на высоких скоростях (сотни километров в час) необходимо контролировать зазор (несколько сантиметров) между дорогой и поездом. Для этого требуются сверхбыстрые системы управления.

5. необходима сложная путевая инфраструктура.

Библиографический список

1. Шэнь Цзеи Электрический транспорт и его место в современных транспортных системах [Рукопись] : вып. квалиф. раб. на соискание степ. мгс. по спец. 13.04.02 / Ц. Шэнь ; научный руководитель А. Е. Цаплин ; ФГБОУ ВО ПГУПС, Кафедра ЭЛ.ТЯГА. - 2022. - 99 с.

2. Дзензерский В. А. и др. Высокоскоростной магнитный транспорт с электродинамической левитацией. — Киев: Наукова думка, 2001. - 479 с.

3. Электрические железные дороги : учебное пособие для студентов специальности 18.07.00 «Электрический транспорт (железных дорог) / под. ред. проф. Ю.Е. Просвирова. - Самара : СамИИТ, 1997. - 192 с.

4. Высокоскоростной железнодорожный транспорт и системы с магнитным подвешиванием экипажей - претенденты на одну транспортную нишу / И. П. Киселев // Транспорт Российской Федерации: журнал о науке, экономике, практике. - 2010. - No4. - С. 12-14.

DOI 10.34660/INF.2025.42.33.050

РАЗВИТИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ОСТОВА САХАЛИН. ПОСТРОЙКА ПЭС НА ТАТАРСКОМ ЗАЛИВЕ

Авдеева Маргарита Александровна,
Семенов Владислав Геннадьевич
Хакасский технический институт филиал Сибирского федерального университета

Аннотация. *Статья посвящена анализу энергетической системы острова Сахалин. В связи с планами расширения инфраструктуры и увеличения потребления электроэнергии к 2035 году, рассматривается необходимость внедрения новых источников энергии. В качестве перспективного решения предлагается строительство приливной электростанции (ПЭС) на Татарском заливе с использованием низконапорных ортогональных вертикальных турбин.*

Ключевые слова: *подстанция, напряжение, приливы, электроэнергия.*

В энергосистему острова Сахалин входят пять электростанций с суммарной установленной мощностью 727 МВт, в т.ч. две ТЭЦ суммарной мощностью 554 МВт, Сахалинская ГРЭС мощностью 120 МВт, Ногликская ГТЭС 48 МВт и Новиковская ДЭС 4,7 МВт [1].

Основными потребителями района являются предприятия по добыче угля, нефти и Российские железные дороги. Особенностью энергосистемы острова Сахалин является то, что она изолирована от ЕЭС России, а также разделена на несколько не связанных друг с другом энергорайонов и энергоузлов. Максимальная мощность потребления составляет 500 МВт*ч [2].

Энергосистема острова нуждается в развитии, так как к 2035 году в регионе планируется постройка новых заводов, мостов, прокладка железной дороги, развитие инфраструктуры и туризма, создание новых рабочих мест, создание водородно-энергетического кластера. Выработки электроэнергии электростанциями острова с учетом того, что резерв мощности составляет 227 МВт*, может не хватить для обеспечения энергией всех объектов [3].

По результатам анализа энергетического потенциала региона было принято решение о строительстве приливной электростанции (ПЭС) с низконапорными ортогональными турбинами в вертикальном положении на Татар-

ском заливе. Береговая ПЭС работает от приливной энергии. Схема ортогональной турбины в вертикальном исполнении приведена на рисунках 1 и 2.

Принцип работы: основан на использовании энергии прилива. Для устройства ПЭС нужен бассейн — перекрытый плотиной залив или устье реки.

Преимуществами ПЭС с ортогональными турбинами в вертикальном исполнении - являются экологичность и низкая себестоимость производства энергии. Приливная энергия также более предсказуема и постоянна, чем энергия ветра или солнца, обе из которых являются прерывистыми и менее предсказуемыми.

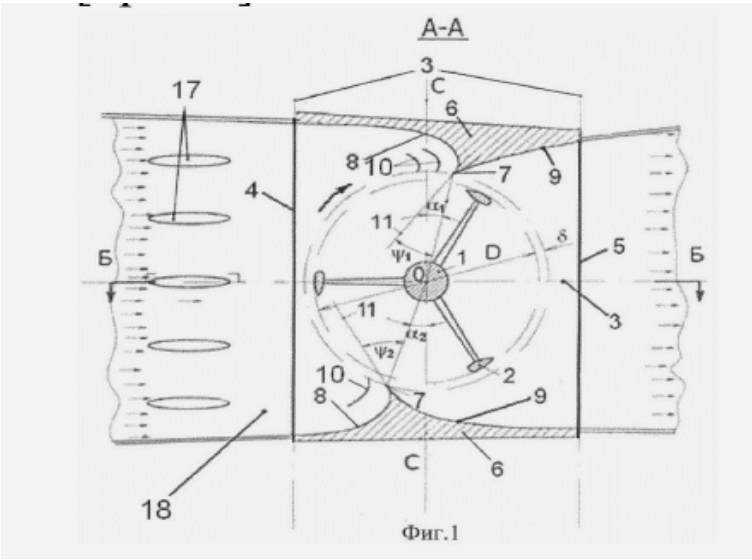
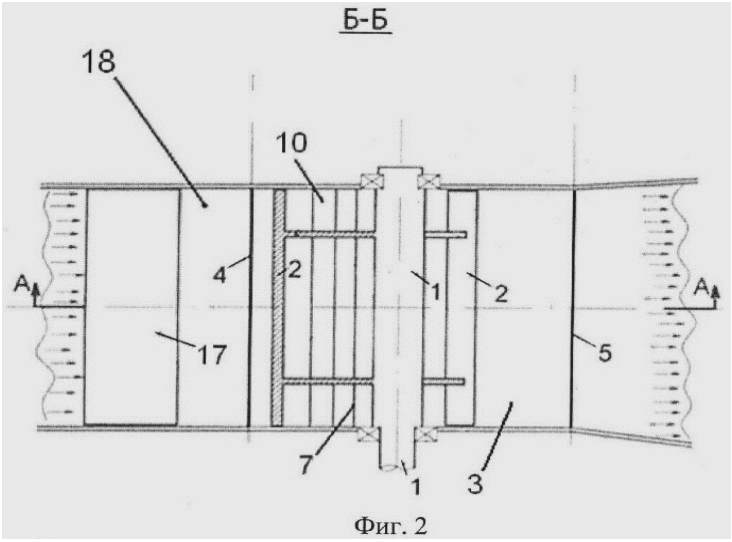


Рисунок 1. *Ортогональная турбина ПЭС в вертикальном исполнении*



Фиг. 2

Рисунок 2. *Ортогональная турбина ПЭС в вертикальном исполнении*

Ортогональная турбина в вертикальном положении состоит из:

1 – ротор, 2 – лопасти, 3 – камера, 4,5 – отверстия, 6 – выступ, 7 – верхняя грань, 8,9 – боковые грани, 10 – дефлекторы, 11 – обтекатель, 12 – стабилизатор, 13 – ступица, 14 – спицы, 15 – соединяющие кольца, 17 – затвор, 18 – водный напор.

На рисунке 3 показан график чистого дисконтированного дохода.

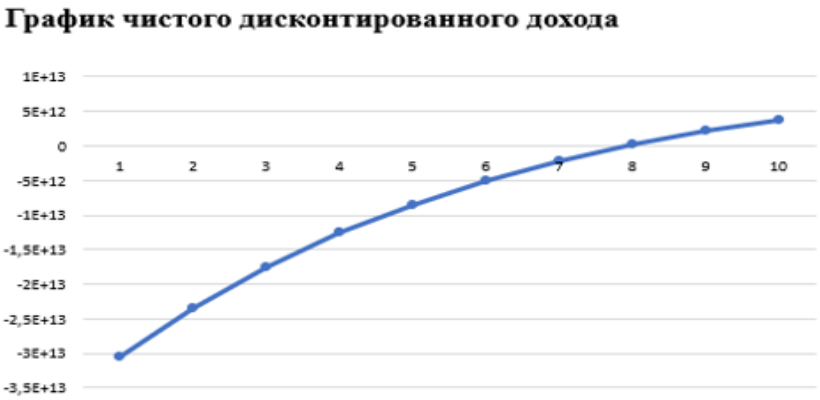


Рисунок 3. *График чистого дисконтированного дохода*

Список литературы

1. Сайт «Электроснобжение»:[Электронный ресурс]. URL: https://eepir.ru/article/prognozirovanie-veroyatnosti-avariynyhotklyucheniy-na-obyektah-elektrosetevogo-kompleksa/ [дата обращения 7.04.2025].

2. Рудский В.В. Сахалин (история, география, рекреация и туризм) // статья в журнале - обзорная статья-2022 г., С 101-110

3. Сайт «Проекты стратегий субъектов РФ »:[Электронный ресурс]. URL:https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/strategicheskoe_planirovanie_prostranstvennogo_razvitiya/strategii_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_subektov_rf/proekty_strategiy_subektov_rf/proekt_strategii_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_sahalinskoy_oblasti_na_period_do_2035_goda.html/ [дата обращения 7.04.2025].

DOI 10.34660/INF.2025.67.62.051

ПРОБЛЕМЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В РОССИИ

Комиссаров Никита Юрьевич
магистрант
Красноярский государственный университет, г. Красноярск, Россия
Вараксин Геннадий Сергеевич
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ведущий научный сотрудник
Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения
Российской академии наук, академик РАЕ
Незамов Валерий Иванович
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Красноярский государственный университет, г. Красноярск, Россия

Аннотация. *Данная статья посвящена вопросам аэрокосмического мониторинга гидротехнических сооружений в России. В рамках исследования рассматриваются современные методы и технологии спутникового и воздушного наблюдения, их применение для оценки состояния гидротехнических объектов, а также проблемы и перспективы развития систем мониторинга. Анализируются особенности российских условий эксплуатации и необходимость внедрения инновационных решений для повышения надежности и безопасности гидротехнических сооружений. Полученные результаты позволяют определить направления дальнейших исследований и практических мероприятий по совершенствованию систем мониторинга в условиях России.*

Ключевые слова: *аэрокосмический мониторинг, гидротехнические сооружения, Россия, дистанционное зондирование, безопасность, эксплуатация, экологический контроль.*

Abstract. *This article is devoted to the issues of aerospace monitoring of hydraulic structures in Russia. The research examines modern methods and technologies of satellite and aerial surveillance, their application to assess the condition of hydraulic engineering facilities, as well as problems and prospects for the development of monitoring systems. The article analyzes the specifics of Russian operating conditions and the need to introduce innovative solutions to*

improve the reliability and safety of hydraulic structures. The results obtained make it possible to determine the directions of further research and practical measures to improve monitoring systems in Russia.

Keywords: *aerospace monitoring, hydraulic structures, Russia, remote sensing, safety, operation, environmental control.*

Гидротехнические сооружения (ГТС) — критически важные объекты инфраструктуры России, обеспечивающие энергетику, водоснабжение и защиту от природных катастроф. Однако их безопасность находится под угрозой из-за старения (65% ГТС эксплуатируются более 50 лет [11]) и недостаточной эффективности традиционных методов контроля [1]. Аэрокосмический мониторинг, включающий спутники, БПЛА и авиационные системы, предлагает решения, но его внедрение сталкивается с технологическими, организационными и правовыми барьерами [3][15]. Данная статья систематизирует ключевые проблемы и перспективы на основе анализа научных статей, нормативных документов и практических кейсов.

Современные методы аэрокосмического мониторинга, а именно технологии дистанционного зондирования:

- Радиолокационная интерферометрия (InSAR):

Позволяет отслеживать деформации плотин с точностью до 1 мм/год, как в случае с Братской ГЭС, где использовались данные спутника Sentinel-1 [5]. Однако российские спутники (например, «Кондор-Э») имеют низкую частоту съемки (10–14 дней), что ограничивает оперативность [15].

- Тепловая и оптическая съемка:

Спутники «Ресурс-П» и «Арктика-М» применяются для выявления утечек через тепловые аномалии, но их эффективность снижается на 30–40% в северных регионах из-за облачности [7].

- БПЛА:

Мультироторные дроны (ZALA 421-16) обеспечивают детализацию до 1 см/пиксель [17], но их радиус действия ограничен 2–3 часами полета, а полеты вблизи стратегических объектов требуют согласования с ФСБ [13].

Интеграция с наземными системами:

Автоматизированные системы мониторинга, такие как разработки компании «СМИС Эксперт», включают датчики деформаций, пьезометры и метеостанции, передающие данные через GSM/GPRS-каналы [2]. Однако их внедрение требует значительных инвестиций и кадровых ресурсов.

Ключевые проблемы:

Технологические ограничения:

- Низкое разрешение отечественных спутников:

Российские аппараты («Ресурс-П») обеспечивают разрешение 1 м/пиксель против 0,3 м у зарубежных аналогов (WorldView-3) [5].

- Дефицит вычислительных мощностей:

Обработка данных InSAR требует суперкомпьютеров, доступных только в крупных научных центрах (СКОЛКОВО, МГУ) [6].

Организационные и кадровые проблемы:

- Нехватка специалистов:

Только 15% выпускников профильных вузов (МГУГиК, МИИГАиК) владеют навыками работы с геоинформационными системами [8].

- Ведомственная разобщенность:

Данные Роскосмоса, Минприроды и Росводресурсов редко интегрируются в единую платформу [11].

Нормативно-правовые барьеры:

- Сложности с использованием БПЛА:

Согласно Постановлению № 658 (2021), для съемки ГТС требуется согласование с ФСБ, увеличивающее сроки работ на 20–30 дней [13].

- Отсутствие стандартов:

Нет единых протоколов для декларирования безопасности ГТС, что затрудняет оценку рисков [1].

Климатические факторы:

- Арктические регионы:

Полярная ночь и облачность ограничивают использование оптических спутников на 60–70% времени [12].

- Горные районы:

Сложный рельеф Кавказа и Алтая искажает радиолокационные данные и затрудняет полеты БПЛА [9].

Перспективы и рекомендации:

Технологические инновации:

- Развитие спутниковых группировок:

Проект «Сфера» (600 аппаратов к 2030 г.) позволит повысить частоту съемки до 1–2 дней [15].

- Искусственный интеллект:

Внедрение нейросетей для автоматизации анализа данных, как в проекте «Цифровая плотина» РУСГИДРО [17].

Правовые и организационные меры:

- Создание «зеленых зон» для БПЛА:

Аналогично практике ЕС [3], выделение специальных зон упростит мониторинг.

- Межведомственные платформы:

Разработка цифровой платформы «Гидромонитор» для интеграции данных [2].

Подготовка кадров:

- Образовательные программы:

Внедрение магистерских программ по геоинформатике (например, в МФТИ) [16].

- Грантовая поддержка:

Финансирование стартапов через фонды типа «Бортник» [4].

Заключение

Аэрокосмический мониторинг ГТС в России обладает значительным потенциалом, но требует системных изменений. Ключевыми шагами должны стать:

1. Инвестиции в технологии: развитие спутниковых группировок и интеграция AI[15][14].

2. Гармонизация законодательства: упрощение процедур для БПЛА[13].

3. Кадровая политика: подготовка специалистов через вузы[16].

Реализация этих мер позволит снизить риски аварий на 30–40%[10].

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 58494-2019 «Гидротехнические сооружения. Требования к мониторингу безопасности». – М.: Стандартинформ, 2019. – 54 с.

2. Громов А.В., Лебедев П.Р. Цифровизация гидроэнергетики: вызовы и решения. – Новосибирск: Наука, 2020. – 278 с.

3. Европейское космическое агентство (ESA). Copernicus for Critical Infrastructure Monitoring. – Luxembourg: ESA Publications, 2021. – 180 p.

4. Зайцев М.В. «Экономическая эффективность аэрокосмического мониторинга ГТС» // Водное хозяйство России, 2020. – № 6. – С. 34-42.

5. Иванов А.А., Петров С.Н. Спутниковые технологии в мониторинге гидротехнических сооружений. – М.: Издательство МГУ, 2022. – 456 с.

6. Ильин А.С. Разработка методов обработки данных ДЗЗ для мониторинга гидроузлов: Дис. канд. техн. наук. – М.: МИИГАиК, 2021. – 214 с.

7. Королева Е.Д. Оптимизация аэрокосмического мониторинга в условиях облачности: Автореф. Дис. д-ра геогр. наук. – СПб.: СПбГУ, 2020. – 48 с.

8. Международная конференция «Геоинформатика-2023» // Сборник трудов. – М.: МИИГАиК, 2023.

9. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Коллекция статей по ключевым словам: «аэрокосмический мониторинг», «гидротехнические сооружения». – URL: https://elibrary.ru

10. Отчет Минприроды РФ. Состояние гидротехнических сооружений России в 2022 году. – М.: Минприроды, 2023. – 120 с.

11. Официальный сайт Росводресурсов. Раздел «Мониторинг ГТС». – URL: https://voda.gov.ru

12. Петрова Л.К., Смирнов И.Г. «Применение радиолокационной интерферометрии для мониторинга плотин в условиях Крайнего Севера» // Геоматика, 2023. – № 4. – С. 45-58.

13. Постановление Правительства РФ № 658 от 12.08.2021. «О порядке использования беспилотных воздушных судов».

14. Проект «Цифровая плотина» (РУСГИДРО). – URL: https://rushydro.ru/digital-dam

15. Роскосмос. Стратегия развития дистанционного зондирования Земли до 2035 года. – М.: Роскосмос, 2023. – 89 с.

16. Семинар «Цифровые технологии в водном хозяйстве» // Тезисы докладов. – Казань: КГЭУ, 2022.

17. Сидорова В.М., Козлов Д.И. Беспилотные системы в инженерной геодезии. – СПб.: Политехника, 2021. – 320 с.

DOI 10.34660/INF.2025.90.84.052
УДК 504.06

СИСТЕМА ЭКОНОМИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

Цгоев Таймураз Федорович
кандидат технических наук, доцент
Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(Государственный технологический университет),
г. Владикавказ, Россия

Теблоев Роланд Антонович
кандидат технических наук, доцент
Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(Государственный технологический университет),
г. Владикавказ, Россия

Агузаров Георгий Маратович
студент
Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(Государственный технологический университет),
г. Владикавказ, Россия

Аннотация. *Вначале статьи рассматриваются проблемы загрязнения окружающей природной среды отходами производства и потребления. При этом отмечены и положительные стороны по переработке определенной части отходов. Но в связи с тем, что основные проблемы в этой отрасли не решены, предложено внедрение региональной системы экономического механизма управления отходами производства и употребления.*

Ключевые слова: *отходы, окружающая среда, финансы, система, средства, мероприятия.*

Промышленная деятельность человека, осуществляемая без учета интересов охраны природы, приводит к загрязнению окружающей природной среды (ОПС), в том числе и почвы. В результате могут возникать очаги так называемой индустриальной пустыни, где почва загрязнена промышленными отбросами, отходами строительных материалов, золой тепловых энергетических установок, покрыта нефтеперерабатывающей продукцией и т. д.

Попадание в почву различных веществ, отходов и отбросов промышленных и коммунально-бытовых предприятий и сельского хозяйства, превышающих их обычное количество, необходимое для участия в биологическом круговороте, вызывает загрязнение почв. В результате постепенного накапливания в почве загрязнители изменяют ее физиологические и химические свойства. Они снижают численность почвенных микроорганизмов, ухудшая тем самым плодородие земли.

При работе промышленных предприятий следует осуществлять мероприятия по сбору, удалению, переработке и обезвреживанию производственных и бытовых отходов и отбросов. Для обезвреживания твердых производственных отходов чаще всего используют разные способы утилизации [1, 2].

Положение с загрязнением природных экосистем отходами производства и потребления в РСО – Алания, как и в остальных регионах страны, остается сложным. В новых экономических условиях хозяйствования внедрение малоотходных или безотходных технологий требует немалых финансовых затрат, которые, к сожалению, у большинства предприятий отсутствуют. Строящиеся предприятия в большинстве своем начинают производственные процессы без введения в действие всех предусмотренных проектом природоохранных объектов.

Однако есть в республике положительные примеры по экологически безопасному обращению с отходами. В республике функционируют 25 предприятия по утилизации, складированию, захоронению, уничтожению производственных отходов, в том числе: заготовка и переработка полиэтилена – 6; заготовка и переработка стеклобоя – 2; переработка ртутьсодержащих отходов - 1; заготовка лома черного металла – 8; заготовка лома цветных металлов – 5; утилизация послеспиртовой барды с получением сухих брикетов – 3.

Ежегодно за пределы республики вывозится более 100 тысяч тонн отходов для утилизации, в том числе отходов черного металла свыше 40,0 тысяч тонн, клинкера - 78,0 тысяч тонн [3].

Но это не решает экологическую проблему обращения с отходами производства и потребления в республике. Продолжается несанкционированное размещение как коммунальных, так и производственных отходов. Значительная часть производственных отходов хранятся на отвальных полях или хвостохранилищах. По-прежнему не предпринимаются меры по сортировке и переработке коммунальных отходов. Вместо строительства мусороперерабатывающих предприятий были закрыты два предприятия во Владикавказе и сел. Октябрьском по сортировке коммунальных отходов.

В связи с этим необходимо внедрить республиканскую систему управления отходами производства и употребления (ОПП), которая включает в себя [4]:

1) организацию учета объемов образования, использования, накопления и перемещения отходов, их размещение на предприятиях и в природной среде;

2) организацию контроля за обращением с отходами и их влиянием на окружающую среду и инфраструктуру региона;

3) идентификацию, анализ и оценку нынешнего и перспективного положения с отходами и положения экосистем природной среды;

4) принятие управленческих решений, планирование и реализацию мероприятий, проектов, программ.

Одной из главных составляющих республиканской системы управления ОПП должна быть экономическое регулирование обращения с отходами производства и потребления, основной задачей которого является создание благоприятных условий для экологического предпринимательства.

Экономический механизм регулирования обращения с ОПП строится на учете специфики технологических производств, технических и ресурсных возможностей, санитарно-экологической обстановки в республике. Основными направлениями республиканской системы экологического управления ОПП являются [5, 6]:

– определение порядка платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей среды, размещение отходов, другие виды воздействия, связанные с обращением с ОПП;

– экономическое стимулирование экологически безопасного обращения с ОПП, использования, утилизации и переработки отходов предприятиями республики;

– введение налоговых льгот, стимулирующих экологическое предпринимательство;

– привлечение инвестиций на осуществление природоохранной деятельности в области управления ОПП и снижения их негативного воздействия на окружающую среду;

– выявление всех видов образуемых отходов в республике, определение их объемов и класса опасности, учет и контроль за их образованием и размещением;

– определение эколого-экономического эффекта от внедрения природоохранных мероприятий при обращении с ОПП с учетом применения мер их экономического стимулирования.

Важнейшим элементом экономического регулирования природоохранной деятельности при обращении с ОПП на первом этапе является формирование системы платежей за размещение и хранение отходов на предприятиях республики. Активное формирование системы платежей при обращении с ОПП должно ориентироватся на охват платежами всех предприятий и организаций, создаваемых при рыночной экономике в республике.

Для более полного учета предприятий, помимо инспекторских проверок, необходимо налаживание тесных контактов с налоговой службой республики с целью охвата платежами за загрязнение природной среды при обращении с ОПП всех предприятий региона.

Из средств на стимулирование природоохранной деятельности в сфере обращения с ОПП направляется ежегодно 37%. В настоящее время разработан порядок введения налоговых льгот, стимулирующих деятельность предприятий, специализирующихся по сбору и переработке ОПП, который находится на утверждении в Правительстве республики.

К сожалению, работа по привлечению инвесторов для финансирования мероприятий природоохранного назначения наталкивается на определенные трудности, связанные с нестабильностью экономики.

Важным элементом в системе экономического управления при обращении с ОПП является определение экономической эффективности осуществляемых мероприятий по снижению негативного влияния отходов на окружающую среду, с целью выработки наиболее кардинальных направлений в этой сфере природоохранной деятельности.

Расчет экономического эффекта ($Э_о$) от внедрения указанного вида мероприятий определяется путем сопоставления приведенных затрат (3) на их осуществление с достигаемым благодаря этим мероприятиям экономическим результатом (Р)

$$Э_о = \sum_{i=1}^{n} P_i - \sum_{i=1}^{n} З_i$$

$\sum_{i=1}^{n} P_i$ — сумма предотвращенного экономического ущерба от загрязнения ОПП атмосферного воздуха, водных и земельных ресурсов и годового прироста прибыли за счет экономии затрат при обращении с ОПП и реализации утилизируемых отходов;

$\sum_{i=1}^{n} З_i$ — сумма средств на внедрение мероприятия, состоящая из капитальных и текущих затрат.

В результате такого анализа выявлено, что первоочередными направлениями в сфере обращения с ОПП в республике с учетом специфики технологических производств и технических возможностей являются:

1. Переработка и утилизация оставшихся отходов от закрытого АО «Электроцинк», в том числе:

– переработка цинкосодержащих шламов размещенных на площадках №№ 3, 4, 5. 6, 7 и 8 отвального поля предприятия занимающие площадь 24,52 тыс. м^2 с расчётным весом 47,64 тыс.т. Отмечаются весьма высокие содержания ртути, мышьяка, индия, таллия, меди, цинка, свинца, кадмия, никеля, кобальта и др. [7];

– комплексная переработка клинкера на отвальном поле объемом 3,5 млн.т с получением ежегодно по данным расчетов меди – 1600 т, марганца – 2200 т, сурьмы – 4000 т и других металлов и строительных материалов. По данным химических анализов отвалы клинкера характеризуются весьма высокими содержаниями свинца, меди, цинка и марганца.

2. Утилизация отходов резинотехнических изделий (в т.ч. отработанных автошин) с получением порошка резины для применения при асфальтобетонном покрытии автодорог.

3. Демеркуризация ртутьсодержащих ламп с получением металлической ртути.

4. Переработка полимерных отходов и производство из них товаров народного потребления.

5. Регенерация отработанных горюче-смазочных материалов, образуемых на предприятиях республики.

6. Строительство мусороперерабатывающих предприятий с предварительной сортировкой всех компонентов.

Проведенные оценки показывают, что при выполнении этих мероприятий в народное хозяйство республики будет возвращено минеральных ресурсов на сотни миллионов руб. и достигнуто значительное оздоровление окружающей среды при обращении с отходами.

Список источников

1. Бобович Б. Б. «Обращение с отходами производства и потребления»: учебное пособие, М.: ИНФРА-М, 2019, 436 с...

2. Порфирьев Б.Н.. Повышение эффективности обращения с отходами производства и потребления. URL: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1745684232&tld.

3. Вагин В.С., Цгоев Т.Ф., Мирзаева Л.К., Жуков Н.Р Экономический механизм регулирования обращения с отходами в РСО-Алания. В тезисах докладов участников III-й международной конференции «Устойчивое развитие горных территорий». Владикавказ: Издательство «Иристон». 1998, С.123-126.

4. Вагин В.С., Цгоев Т.Ф, Концепция управления отходами в РСО-Алания. В Вестнике» Международной Академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности № 10. – Владикавказ. Ризография Минэкологии РСО-А, 1998, С.6-9

5. Евланов В. В. Формирование территориально-республиканской системы управления охраной природы (50-80-е гг. XX века). Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» URL: ruhttps://docs.yandex.ru/docs/view?tm

6. Баранчик, В.П. Экологический менеджмент: Курс лекций для студентов специальности 1-57 01 01 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» / В. П. Баранчик. – Минск: БГТУ, 2011 с.

7. Доклады об экологической ситуации в Республике Северная Осетия-Алания за 208-2023 годы. Министерство природных ресурсов и экологии Республики Северная Осетия – Алания. Электронные ресурсы.

DOI 10.34660/INF.2025.95.66.053

TZP PROGRAM FOR PREDICTING LAND SUBSIDENCE IN HANOI, VIETNAM

Tran Thi Hong Minh
PhD. in Geology, Lecturer
Hanoi University of Natural Resources and Environment,
Hanoi, Vietnam

Nguyen Ba Dong
MSc. in Highway, Lecturer
University of Transport and Communications,
Hanoi, Vietnam

Abstract. *The city of Hanoi is underlain by sediments, including organic and inorganic clays, silt, peat, that are compressible. The demand for groundwater supply of Hanoi has increased ceaselessly. The exploitation capacity has risen from 40,000m³/day in the 1950s to 750,000m³/day currently and it is expected to reach to more than 1 million m³/day in the 2025s. Groundwater level in Pleistocene aquifer has decreased from 2 to 4 meter to 14 to 16 meter below ground surface over the urban areas. Combining these two factors, land subsidence is an obvious geotechnical problem that Hanoi is facing. In this study, land subsidence prediction due to groundwater extraction at the Thanh Cong station was done by using TZP program. Calculated settlement was compared to monitoring data recorded at the Thanh Cong station and shows a quite good matching. Therefore, it is reasonable to use these calculation results for settlement forecasting at other locations in Hanoi.*

Keyword: *TZP program, land subsidence, Hanoi.*

1. Introduction

Land subsidence can result from many causes such as tectonic motion, the withdrawal of groundwater, the underground excavation for tunnel, etc. It is usually observed as a series of disastrous phenomena such as underground utility lines cracking, settlements of buildings and civil infrastructures, etc. Therefore, land subsidence is one of the challenging issues that need to be addressed in many cities in the world.

Hanoi, the capital of Vietnam, is one of the largest cities in the Asia with area of 3,348 km^2 and more than 9 million people. Most of Hanoi is located in the delta area of the Red River (Fig. 2). The surface level decreases from north to south and from west to east. Plain terrain covers three-quarters of the Hanoi area with an average elevation of 8–12 m a.l.s in the north; 12 to 15 m a.l.s in the north-west; 5 to 7 m a.l.s in the center; and 3–4 m a.l.s in the south and south-east (Phai, 2011).

According to age and origin, Quaternary sediments in Hanoi can be divided into five formations, from bottom to top, as follows (Phi and Strokova, 2013):

• Early Pleistocene alluvial deposits (Le Chi Formation): consists of pebbles and gravels interbedded with clayey silt lenses in the lower part and a clayey silty layer in the upper part. The thickness of the formation is 2.5 to 24.5 m;

• Middle-Late Pleistocene alluvial and alluvial-proluvial deposits (Ha Noi Formation): consists of pebbles, gravels, and sand intermixed with clayey sand and sandy clay in the upper part. The thickness of the formation is 10.0 to 34.0 m;

• Late Pleistocene alluvial, lacustrine, and lacustrine-bogged deposits (Vinh Phuc Formation): consists of sand with pebbles in the lower part, and silty clay and clay (some with organic residues) in the upper part. The thickness of the formation is 6.2 to 38.0 m;

• Early-Middle Holocene lacustrine-bogged, marine, and bogged sediments (Hai Hung Formation): consists of sandy clay, silty clay, and clay. The middle part of the formation consists of greenish-grey marine clay, overlapping beds with fossil trees, and coastal swamp deposits containing remains of plants and giant oysters. These deposits are the weakest water-saturated cohesive soil in Hanoi. They are distributed in the center, south, and southeast parts of the Hanoi area. The thickness of the formation is 2.0 to 32.0 m; and

• Late Holocene alluvial and alluvial-lacustrine-bogged deposits (Thai Binh Formation): consists of clayey silt, sandy clay, and silty clay mixed with sandy layers. The alluvial swamp sediments consist of dark grey sandy clay and peat distributed in the center of Hanoi. The thickness of the formation is 1.2 to 35.0 m.

In terms of tectonics, most of the Hanoi area is located in the rift zone of the Red River. In this zone there are active faults with up to 8-mm movement of some major tectonic blocks. In the 20th century alone there were 144 earthquakes, including two strong ones with intensity of 7–8 on the MSK-64 scale (Phi and Strokova, 2013).

The geological structure of the Hanoi area contains thick, soft soil layers (Fig. 1 and 2) which create dangerous engineering-geological processes, including land subsidence caused by intensive groundwater exploitation for water supply. This causes the deformation of buildings and other structures.

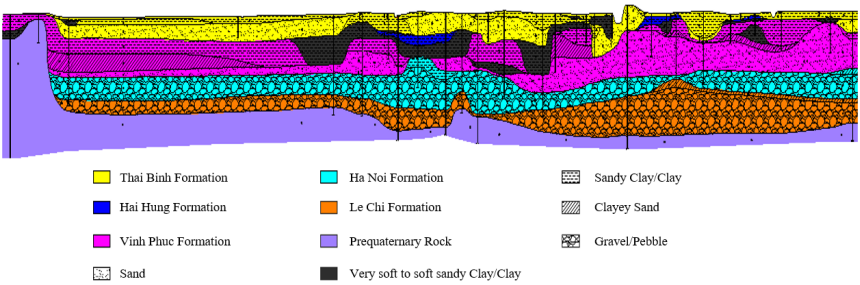


Figure 1. *Distribution of soft soil layers in geotechnical cross-section AA' in the Hanoi (Phi and Strokova, 2013). The greatest depth is 100 m; the section length is 41.3 km.*

Most of the groundwater in the Hanoi plain is found in the Quaternary sediments, in two main aquifers (the Holocene and Pleistocene aquifers) and in the Neogene sandstone bedrock (Phai, 2011). The Pleistocene aquifer (qp) is more extensive than the Holocene one and is widely presented in the Hanoi area. It consists of alluvial sand, gravels, and cobbles in general and is coarser toward the lower part. The groundwater regime of this aquifer depends on the climate, hydraulic, and exploitation conditions. The depth to the top of the Pleistocene aquifer is 2–10 m in the north, and 10–35 m in the south. The thickness of the aquifer varies from several meters to tens of meters. The water is fresh, of the calcium bicarbonate type. Because of an intercalation of clay, the Pleistocene aquifer can be separated into two sub-aquifers. The Upper Pleistocene aquifer has an average thickness of about 15 m, and the Lower Pleistocene aquifer has an average thickness of about 28 m. Between the Red and Duong rivers, the clay layer thins out so that the two sub-aquifers directly overlie each other, creating a "hydrogeological window". There is a close relationship between the two sub-aquifers and the river. The transmissivity of the Lower Pleistocene aquifer ranges from 300 to 1600 m^2/day. The aquifer has a significant potential for the supply of groundwater and has been used for the main water supply in Hanoi since the beginning of the last century.

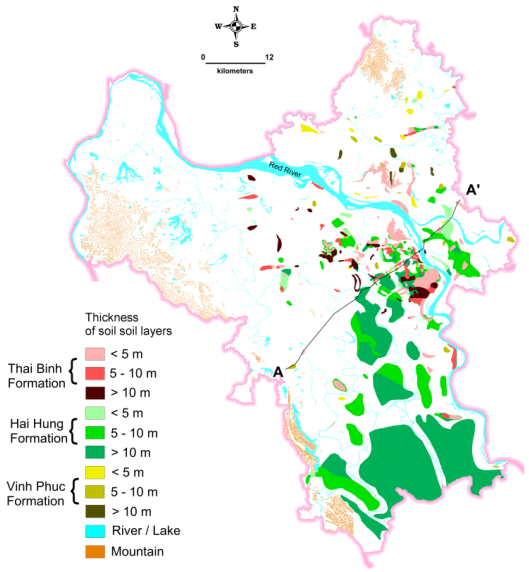


Figure 2. *Distribution of soft soil layers in the Hanoi area (Phi and Strokova, 2013)*

The Holocene (qh) aquifer is distributed in areas near the Red River. The upper part consists of clayey layers and has a thickness of up to 11 m. The lower part consists of various sands. The average thickness of the aquifer is between 9.2 m in the north and 13.3 m south of the Red River delta area. The transmissivity of the Holocene aquifer ranges from 20 to 790 m^2/day. The groundwater level is 1 to 5 m below the surface; however, south of the Red River the water level is lower due to groundwater exploitation. The Holocene aquifer is sufficient for small-scale water supply. Producing groundwater from this aquifer is done by small-diameter shallow wells. The Holocene aquifer is connected with the upper Pleistocene layer (qp^2).

According to CWRPI (2011), the city has three main forms of groundwater extraction: public, industrial, and private well fields. In Hanoi there are 19 major well fields (called water supply stations) to supply water for domestic and industrial needs. A total of 290 wells are drilled in the Pleistocene aquifer, with an average capacity of 680,000 m^3/day in 2010. Because the water supply network fails to meet the domestic and industrial water demands of the city, some businesses, administrative offices, and army units have drilled their own wells to meet their own needs. In 2010 there were about 1,100 industrial wells with a total capacity of 309,300 m^3/day, drilled into the Pleistocene aquifer at a depth

of 32 to 85 m. Private domestic wells are often used in suburban areas to supply water to households. There are about 791,650 shallow wells that use groundwater from the Holocene aquifer or the upper part of the Pleistocene aquifer. In 2010 they had a total capacity of 778,000 m^3/day. The total extraction of groundwater was 1,767,300 m^3/day in 2010, and most of the groundwater was taken from the Pleistocene aquifer (qp).

Monitoring of land subsidence and drawdown of the of groundwater levels is managed by the Hanoi Institute of Building Technology (Fig. 6) at 10 monitoring stations. Assessment and prediction of land subsidence is of great importance in the prevention and reduction of damage to civil and industrial constructions. Research on land subsidence in Hanoi has been carried out by several researchers, including Thang LT (1995), Thu TM (2000), Giao PH (2000), HIBT (2004), Phuong NH (2004), Thinh PH (2013), but monitoring and their prediction results differ significantly.

Prediction of land subsidence caused by groundwater extraction is a complicated geotechnical problem which depends on various factors, such as the drawdown of groundwater levels, lithological composition, thickness and physical-mechanical properties of soils, the load of buildings, structures, and filling soils, decomposition of organic matter in the soils, and tectonic movements. Accurate evaluation and quantification of the impact of each geotechnical factor in the formula for prediction of land subsidence caused by groundwater exploitation makes the prediction results more credible. TZP program is one of the most effective methods to quantify the impact of geotechnical factors.

2. Theoretical basis of the TZP program

TZP program is written by Giao in 1997. This program is a FEM consolidation analysis based on Terzaghi's 1-D consolidation equation. It calculates pore pressure dissipation in the confining aquitards due to head change in adjoining aquifers and uses these results to calculate compression or rebound of clay layers based on geotechnical parameters. The input data are soil profile and soil properties (unit weight, over consolidation ratio - OCR, compression ratio - CR, recompression ratio - RR, coefficient of consolidation - Cv), drawdown in the pumped aquifer (Pleistocene qp) underlying the compressible organic and soft clay layer.

Based on the pore pressure change, the compression of each sub-layer can be calculated using the relationship given below (Giao, 1997):

$$dS_c(z,t) = b_i.\left[RR(z).\log\frac{P_c^{'}(z)}{\sigma_{v0}^{'}(z)} + CR(z).\log\frac{\sigma_{v0}^{'}(z)+\Delta u(z,t)}{P_c^{'}(z)}\right. \quad (1)$$

The primary consolidation of a clay layer consisting of n sub-layers is as follow:

$$S_c(t) = \sum_{z=1}^{n} dS_c(z,t) \quad (2)$$

Where, $dS_c(z,t)$ is the consolidation settlement of the sub-layer at z depth, time t; $S_c(t)$ is the total consolidation settlement of the whole clay layer at time t; b; is the thickness of the considered sub-layer; $P'_c(z)$ is the preconsolidation pressure of the considered sub-layer; $\sigma'_{v0}(z)$ is the effective stress of the considered sub-layer; $\Delta u(z,t)$ is the dissipation of pore pressure of the considered sub-layer at time t; $CR(z)$ is the compression ratio of the considered sub-layer; $RR(z)$ is the recompression ratio of the considered sub-layer.

Steps of modeling St:

a) Data input (Fig. 3):

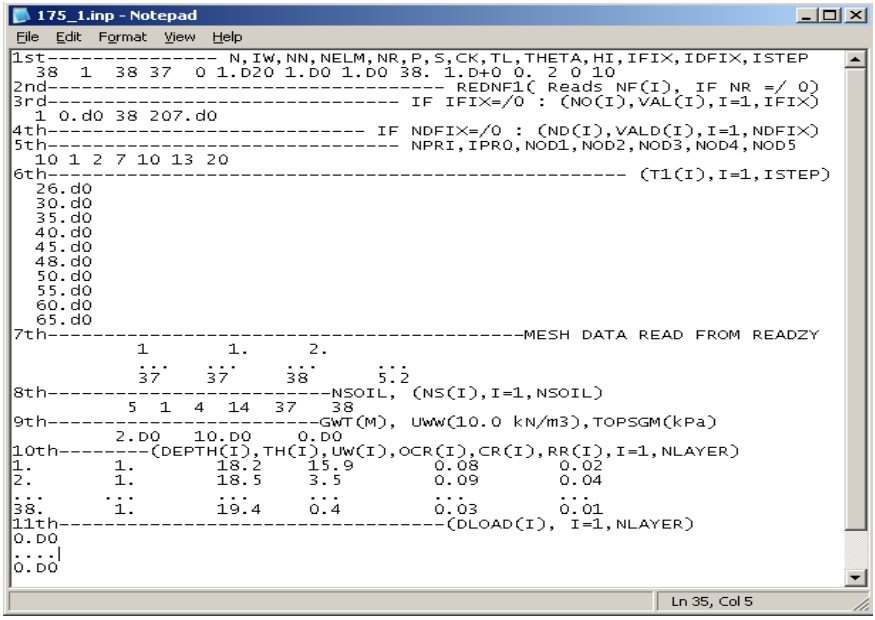


Figure 3. *Input file fragment: 175_*.inp*

• settlement calculation depth (m) − line 1;

• decrease in UPL (m) – line 3;

• observation period 10, 20… years – lines 5 and 6;

• number of layers and layer consolidation coefficient – line 7;

• depth of layers – line 8;

• thickness of layers and soil properties: density, degree of overcompaction, coefficient of compaction and decompaction – lines 9 and 10;

• number of nodes (every 1 m) – line 11.

b) Launching TZP.exe (Fig. 4)

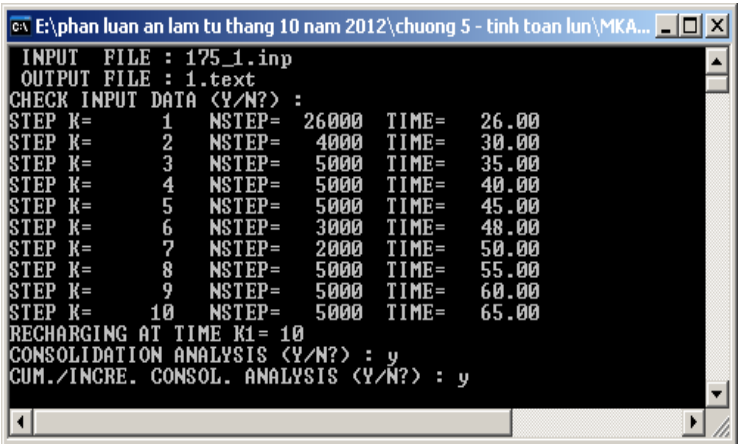


Figure 4. *Fragment of TZP.exe launch*

c) Open the “Output File” (Fig. 5)

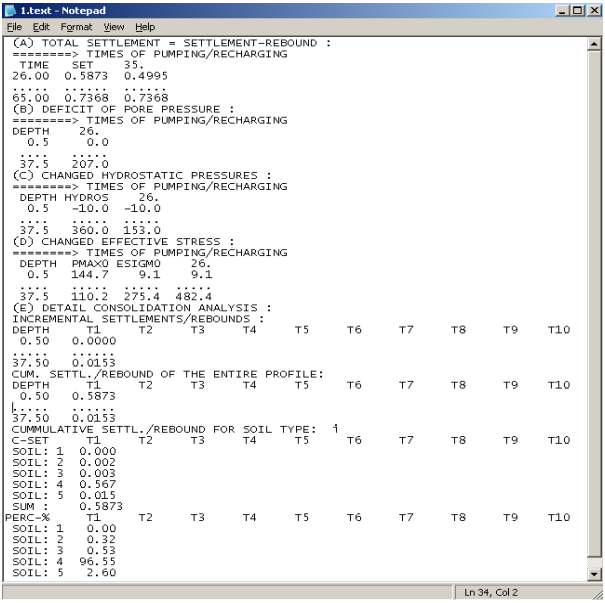


Figure 5. *Fragment of the results file: *.text*

Where:

A – total deformation;

B – neutral stresses;

C – change in hydrostatic pressure;

D – change in effective stresses;

E – consolidation calculation details.

3. Prediction of land subsidence in Hanoi, Vietnam

Using TZP program, we predicted land subsidence at the Thanh Cong monitoring station illustrated in Fig. 6.

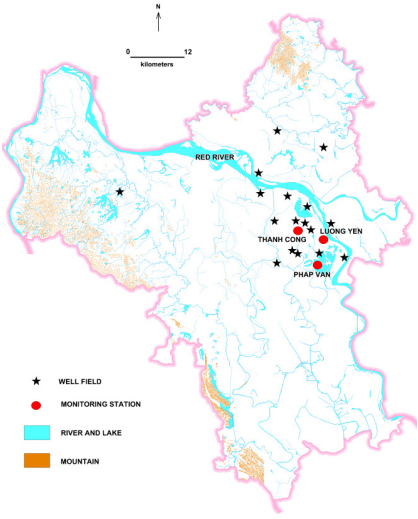


Figure 6. *Location of the Thanh Cong monitoring station on the map of Hanoi (Phi and Strokova, 2013)*

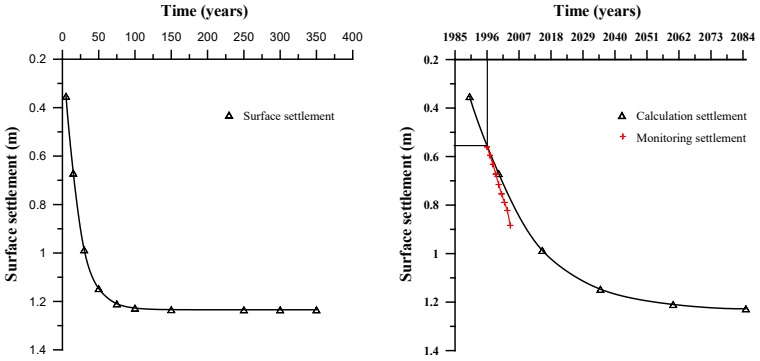
Strata at the Thanh Cong station are as follows: from 0 to 3m: filling soil; 3 to 7m: stiff silty clay; 7 to 23m: soft silty clay and from 23 to 35m: medium dense sand.

At the Thanh Cong station, deficit of pore pressure was estimated to be about 157kPa corresponding to a drawdown of 15.7 m. Soft silty clay layer is right above the pumped aquifer located from 7 to 23 m. Cv for soft silty clay layer was taken as $5m^2/yr$, water content is 46.6%, unit weight is 16.2 kN/m^3, (OCR), (CR), and (RR) are 1.21, 0.38, 0.05, respectively. The clay layers are divided into 23 nodes and 22 linear elements (1 meter per 1 element). The computing periods are for 5, 15, 30, 50, 75, 100, 150, 250, 300 and 350 years.

The results of the prediction are shown in the Fig. 7, settlement value after 350 year is of 1.234m which is considered as the total settlement of this station.

This analysis also showed that the contribution of soft clay layer was about 99% and that of stiff clay and fill material is almost insignificant just about 1% of the total settlement. A comparison between calculated settlement with monitoring settlement in Fig. 7 shows that the actual settlement rate at the Thanh Cong station is nearly the same as calculated.

Fig. 7 also shows a prediction on settlement at the Thanh Cong station. According to this, the total settlement is expected to up to 1.063m in the year 2020 and up to 1.210m in the year 2050.



(a) *(b)*

Figure 7. *Land subsidence prediction at the Thanh Cong station (a) Total settlement; (b) Matching of the observed and calculated data of total settlement*

4. Conclusions

In this study, land subsidence prediction due to groundwater extraction at the Thanh Cong station was done by using TZP program developed by Giao (1997). Calculated settlement was compared to monitoring data recorded at the Thanh Cong station and shows a quite good matching. Therefore, it is reasonable to use these calculation results for settlement forecasting at other locations in Hanoi. The analysis results also showed that settlement of soft clay layer makes up more than 99% of the total settlement.

The city of Hanoi is underlain by sediments, including organic and inorganic clays, silt, peat, that are compressible. The demand for groundwater supply of Hanoi has increased ceaselessly, especially in the recent 15 years. The exploitation capacity has risen from 40,000m^3/day in the 1950s to 750,000m^3/day currently and it is expected to reach to more than 1 million m^3/day in the 2025s. Groundwater level in Pleistocene aquifer has decreased from 2 to 4 meter to 14 to 16 meter below ground surface over the urban areas. Combining these two factors, land subsidence is an obvious geotechnical problem that Hanoi is facing.

With a view to resolving this problem Hanoi should take some more effective actions. For example, well fields should be rearranged, aquifers should be recharged and more surface water should be used for the city's water supply.

References

1. Center for Water Resources Planning and Investigation (CWRPI). Report on Water Resources in Hanoi, Vietnam. Hanoi: CWRPI, No.10, Lane 42, Tran Cung Street, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam, 2011. - PP. 75-92.

2. Giao, P. H. and Phien-wej, N. A. FEM program for land subsidence analysis - VNU Publisher - Hanoi, Vietnam, 2004.

3. Hanoi Institute of Building Technology. Report on survey, assessment and prediction of Hanoi land subsidence due to groundwater extraction - Hanoi, Vietnam, 2004. - 132 p.

4. Phuong, N.H. Report on collecting and verifying data, additional studies for mapping of soft soils distribution in Hanoi to plan for construction in the capital of Vietnam // The project code: TC-DT/06-02-3 - Hanoi, Vietnam, 2004. - PP. 25-84.

5. Phai, V.V. Hanoi: Geology, Geomorphology and Natural Resources: Monograph / Vu Van Phai. - Hanoi: Hanoi Publishing House, 2011. - 280 p.

6. Phi, H.T. and Strokova L.A. Prediction of land subsidence caused by groundwater exploitation in Hanoi, Vietnam, using multifactorial correlation analysis // Sciences in Cold and Arid Regions. - China, 2013, 5 (5). - PP. 644-653.

DOI 10.34660/INF.2025.79.63.054

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТОРУДНОГО РАЙОНА СЕМБЕ СУАНКЕ (КОНГО)

Буея Промес Дивин
аспирант
Барренечеа Моисес Эсау
кандидат геолого-минералогических наук, доцент
Сиссоко Билли Нанкуман
аспирант
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

Аннотация. *В районе Сембе-Суанке (Республика Конго) с колониальных времен осуществлялась кустарная и полупромышленная добыча золотоносных россыпей. В настоящее время в данном регионе проводится интенсивная разведка с целью выявления коренных месторождений золота. Несмотря на то, что в окрестностях Сембе-Суанке золото добывалось с древних времен, поисково-разведочные работы последних лет сосредоточены преимущественно на изучении золота и колумбит-танталита. Коренные источники золота пока не установлены. Однако микроскопическое изучение золотых зерен и ассоциированных с ними тяжелых минералов аллювия позволяет получить ценную информацию о характере первичной минерализации.*

Анализ литературных данных показывает, что ранее основные исследования были сосредоточены на золоте и колумбит-танталите. Считается, что минерализация связана с метаморфическими породами, гранитами, пегматитами, а также с основными и ультраосновными породами, включая амфиболиты. В ходе современных исследований установлено присутствие в районе широкого спектра минералов высокой экономической ценности, таких как касситерит, циркон и колумбит-танталит, что в сочетании с золотом свидетельствует о благоприятных перспективах рационального освоения россыпей области Элого и ее окрестностей. Это также усиливает интерес к поискам коренных источников золота.

Целью настоящей работы является изучение морфологии золотых зерен и сопутствующих тяжелых минералов для содействия открытию первичных месторождений золота в секторе Сембе-Суанке (северо-запад Республики Конго). Основные задачи исследования включают: анализ современного состояния золотодобычи в Республике Конго, с акцентом на район Сембе-Суанке департамента Санга; характеристику геологического строения золотоносного района Сембе-Суанке; а также оценку существующих методов добычи золота в регионе.

Ключевые слова: *золота; разработка месторождений; золоторудного, бурение, Экономическая, добычи, Сембе Суанке.*

Abstract. *The Sembe-Suanque area has had artisanal and semi-industrial gold placer mining since colonial times. Intensive exploration of a primary gold deposit is currently underway.*

Artisanal gold mining has been carried out in and around this Sembe-Suanke region since ancient times, but in recent years there has also been intensive prospecting and exploration, mainly for gold and columbite tantalite. However, no bedrock gold deposits have yet been discovered, while orthoscopic characterization of gold grains and associated heavy minerals from the alluvium would provide insight into the primary mineralization. Analyses of literature sources have shown that predecessors have mainly studied gold and columbite tantalite. As a result, these mineralization's are believed to be associated with metamorphic rocks, granitic and pegmatitic rocks, basic and ultrabasic rocks such as amphibolite. Modern researchers have discovered more minerals in the area. The presence of minerals of high economic value (cassiterite, columbite-tantalite, and zircon) in combination with gold opens good research prospects for the rational development of the placers of the Elogo area and its surroundings and gives interest to the search for indigenous deposits.

The aim of this work is to study the morphology of gold as well as heavy minerals associated with gold, to contribute to the discovery of a primary gold deposit in the Sembe sector of Suanke (northwest of the Republic of Congo).

To carry out a geological study of the deposits in the Sembe-Swanke gold district. The main objectives are to study the current situation in the Republic of Congo, in the Sembe-Suanke district of the Sanga Department; to study the geological characteristics of the Sembe-Suanke gold district; to analyze the current gold mining methods in the Sembe-Suanke district.

Введение

Золото представляет собой драгоценный металл, известный и используемый человеком с доисторических времён. В настоящее время основная часть добываемого золота используется в ювелирной промышленности, а также при производстве монет и слитков. Благодаря высокой коррозионной

стойкости и превосходной электропроводности золото находит применение в стоматологии и электронике. Эти свойства обусловливают его высокую ценность и спрос. Несмотря на то, что золото является редким элементом земной коры (среднее содержание составляет около 4 мг/т), в природе существуют локальные концентрации металла, называемые месторождениями, где содержание золота в породах может в тысячи раз превышать средний уровень. Настоящее исследование посвящено изучению золоторудных месторождений.

В Республике Конго золото обнаружено в руслах рек, расположенных на территории нескольких административных департаментов. Совокупный объём добычи на сегодняшний день оценивается примерно в 10 тонн. Предполагается, что основная масса золота является продуктом ремобилизации первичных минералов, аналогичных тем, что известны в пределах зеленокаменных поясов Панафриканского орогенеза Западной, Южной и Центральной Африки. Среди департаментов, где зафиксированы проявления золота, выделяется департамент Сангха, в частности район Сембе–Суанке, где добыча осуществляется кустарными методами с колониальных времён.

Краткий геологический очерк Республики Конго

Республика Конго располагается в западной части Центральной Африки. Её геологическое строение характеризуется сочетанием древних кратонов, осадочных бассейнов и структур, связанных с раскрытием Атлантического океана. Геология страны, также именуемой Конго-Браззавиль (для различия с Демократической Республикой Конго, ранее Заиром), включает обширные комплексы магматических и метаморфических пород фундамента возрастом до 2 миллиардов лет, а также осадочные образования, сформированные в течение последних 250 миллионов лет. Значительная часть территории покрыта четвертичными отложениями, образовавшимися за последние 2,5 миллиона лет [2].

Кратон Конго представляет собой геологически стабильный фрагмент древнего континента, простирающийся через территорию Республики Конго, Габона и Камеруна. В его пределах выделяются два поколения гранитоидных образований, относящихся к архейскому эону и датируемых возрастом около 2,7 миллиарда лет. Структура картонных пород характеризуется последовательным чередованием гранитоидов различного состава — от серых гранодиоритовая до биотита- и амфибол содержащих разновидностей. В жилах пород наблюдаются вкрапления калиевого розового мигматита. Местами сохранились более древние зеленокаменные и гранитоидные сланцы, которые не подвергались полной гранитизации [3].

На территории Республики Конго выделяются два реликтовых зеленокаменных пояса — Майоко и Занаго [3]. Эти пояса представлены комплексами метаморфических и вулканических пород, отражающих тектонические

процессы архейского времени. В зеленокаменном поясе Майоко установлены полосчатые железистые формации, амфиболиты, биотитовые гнейсы и амфиболиты с высоким содержанием пироксенов. Зеленокаменный пояс Занаго отличается преобладанием амфиболитовых кварцитов, остаточных пироксенов в амфиболитах и небольшими количествами дунитов.

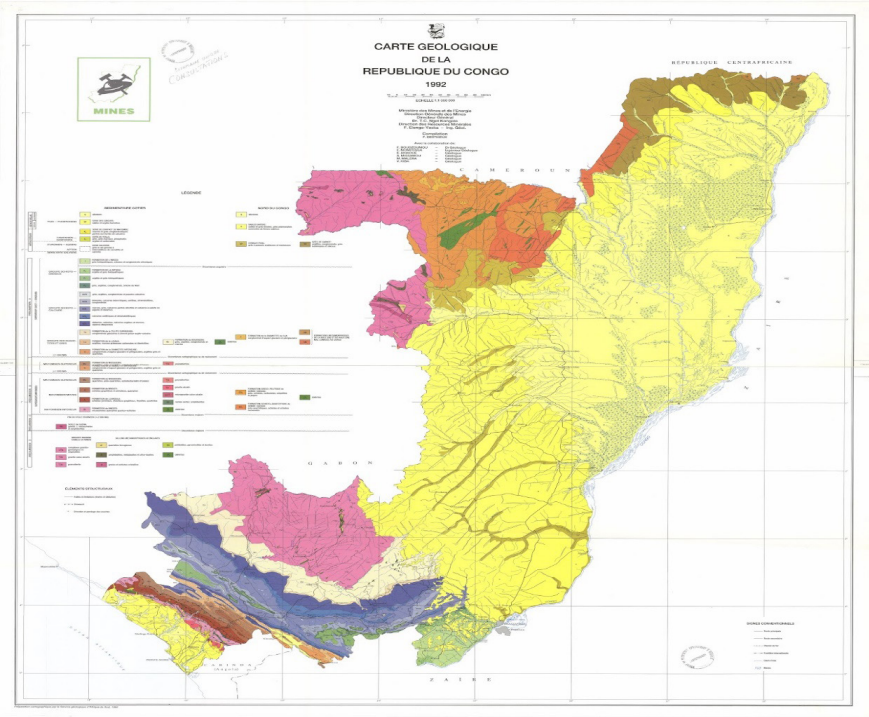


Рисунок 1. *Геологическая карта Республики Конго масштаба 1:2 000 000 [12]*

Условные обозначения:



Геология района исследований.

Район Сембе-Суанке расположен в департаменте Санга на северо-западе Республики Конго и приурочен к фундаменту Ивиндо, который представляет собой северное продолжение массива Чайлу, входящего в состав кратонной структуры Конго. Территория характеризуется широким развитием россыпных месторождений, преимущественно золотосодержащих, представленных как аллювиальными, так и элювиальными отложениями.

Первые сведения о наличии золота в районе Сембе-Суанке были зафиксированы Гионе в ходе геологоразведочных и эксплуатационных работ, проводившихся в северной части района в период с 1941 по 1953 годы [6]. В рамках этих исследований также поднимались вопросы о перспективах поисков колумбит-танталитовой минерализации. На основании полученных данных предполагается, что золоторудная минерализация сектора Сембе-Суанке связана с магматическими образованиями северного региона Конго.

В 1960-е годы в литературе отмечалось наличие золота на всей территории, однако попытки установить связь его концентраций с определёнными литологическими типами пород не увенчались успехом [7]. В этот же период был обнаружен крупный массив ультраосновных пород к северу от района Сембе-Суанке, в пределах которого установлены индикаторы никелевой и медной минерализации [7].

На местном уровне структура основного и ультраосновного комплекса Сембе-Суанке интерпретируется как лополит или крупный силл, изогнутый в чашеобразную форму [4, 8, 13]. Комплекс представлен, сверху вниз, следующими литотипами: чрезвычайно тонкозернистыми породами, преимущественно базальтами с оливином, формирующими плато площадью около 15 км²; более крупнозернистыми породами, включающими перидотиты с частично серпентинизированными дунитами, локально пересечёнными асбестовыми жилами. В ассоциации встречаются высококристаллизованные актинотониты, а также более тонкокристаллические разновидности актинотонитов с тальком, образующие мыльные камни и талькшисты в зоне контакта с перидотитами. По периферии массива породы осложнены штокверковыми жилами кварца и пирита.

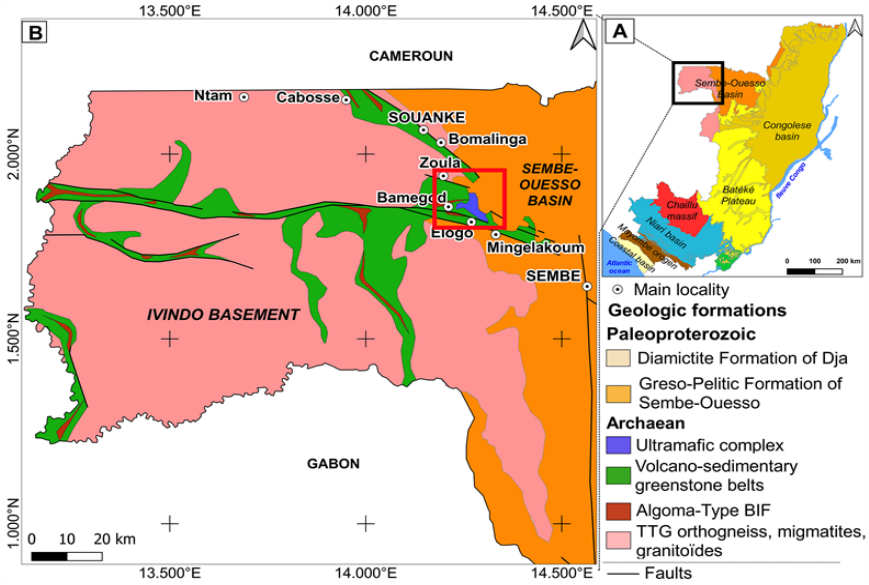


Рисунок 2. *Расположение территории исследования на выписке из геологической карты Республики Конго масштаба 1:1 000 000 [4]*

Условные обозначения:

геологические формации			
палеопротерозойский		**архейский**	
○	основное местонахождение		ортогнейсы, мигматиты, гранитоиды
	greso пелитовая формация sembe ouesso		вулканические осадочные зеленокаменные пояса
	диамиктитовая формация джа		ультраосновной комплекс
			альгома-тип биф

Характеристика отложения район исследовании

Исходными материалами для исследования являются открытые литературные источники, содержащие геологическую и минералогическую информацию по рассматриваемой территории.

Территория Республики Конго занимает значительную часть Африканской платформы докембрийского возраста. Породы фундамента, представленные преимущественно гнейсами, сланцами, кварцитами, амфиболитами и гранит гнейсами, выходят на поверхность в массивах Майомбе на западе страны, Шайю в центральной части Конго и Северо-Габонском на границе с Камеруном. Вдоль массива Майомбе с восточной стороны располагается авлакоген Западной Конго, имеющий позднепротерозойский возраст и сложенный слабометаморфизованными терригенными и карбонатно-терригенными отложениями. В северо-западной части страны встречаются кварциты, песчаники, известняки, сланцы и конгломераты протерозойского возраста, которые, в свою очередь, прорваны гранитами и долеритами [9].

На севере и в центральной части страны залегают различные осадочные отложения разного возраста. Эти породы осадочного чехла преимущественно ассоциированы с россыпными месторождениями и проявлениями золота, олова, вольфрама, тантало-ниобатов и алмазов.

Геологическое строение Республики Конго представляет собой интерес как с точки зрения фундаментальных исследований, так и для практических приложений. Страна занимает высокие позиции в мировых рейтингах по запасам таких полезных ископаемых, как кобальт, олово, вольфрам, медь, цинк, тантал и алмазы.

Россыпи играют важную роль в добыче драгоценных металлов, таких как золото, платина, олово, титан и хром, а также драгоценных камней, включая

алмазы. Более половины мирового производства золота, титана, алмазов, циркона и тория связано с россыпными месторождениями. В период с 1984 по 2006 год россыпи составляют почти 31% мирового производства золота [5]. Исторически россыпи были основным источником добычи золота благодаря лёгкости извлечения полезных ископаемых. В Конго россыпи разрабатывались кустарным способом, в основном для добычи золота, а также олова, вольфрама и колумбит-танталита. Эти месторождения распространены по речным сетям по всей стране [10].

Среди наиболее известных россыпных месторождений золота выделяются Димоника и Какамоэка, расположенные на склоне массива Майомбе, с содержанием золота в руде около 1 г/м³, а также карбонаты кальция и железа, барит, хлорит, серицит и турмалин. Месторождения коренного типа, как правило, представлены небольшими кварцевыми жилами, содержащими золото в незначительных количествах [1].

Исследуемый район Сембе-Суанке расположен в Департаменте Санга на севере Республики Конго, вблизи границы с Центральноафриканской Республикой и Камеруном [1]. Россыпи золота, разрабатываемые в этом районе с древних времён, до сих пор не исчерпали свой потенциал. Глубокое понимание геологической характеристики этих месторождений может способствовать выявлению источников первичной минерализации и облегчить поиск коренных месторождений золота (рис.2). С геологической точки зрения благоприятными для обнаружения золота являются магматические комплексы Сембе-Суанке, представляющие собой массивно дифференцированные комплексы с высоким содержанием пирита, а также участки, благоприятные для концентрации золота в сульфидных минералах. Подобные геологические условия характерны для большинства известных в мире сульфидных месторождений никеля и меди, расположенных в массивах на стыке структурных блоков с различной геологической историей, аналогичной истории комплекса Сембе-Суанке.

Заключение

В ходе геологических исследований современных тенденций и технологий разработки месторождений были сделаны несколько значимых выводов. Согласно ранее проведенным работам в районе Сембе Суанке, выявлен ряд тяжелых полезных ископаемых, некоторые из которых обладают экономическим потенциалом. Исследования Мелу и соавторов (1983) установили наличие золота, колумбит-танталита и пирита в данном регионе. Дестье и соавторы (1993) зафиксировали аномалии содержания золота и хрома в зоне Сембе Суанке. Современные исследования показали значительное разнообразие минералогических видов в россыпях данного района и его окрестностей. Наряду с ранее выявленными минералами — золотом, колумбит-танталитом, пиритом и хромом — обнаружены также циркон, оливин, магнетит,

ильменит, гранат, рутил, касситерит, монацит, апатит, амфибол, турмалин, лимонит и роговая обманка.

Таким образом, геологический потенциал района Сембе Суанке представляет собой значительный интерес с точки зрения экономики и геологии, что обосновывает необходимость его дальнейшего детального изучения. Основными породами-источниками полезных ископаемых являются гранитоиды, высококлассные метаморфические, а также основные и ультраосновные породы, связанные с колтановыми пегматитами и грейзенами.

Список литературы

1. Banque Mondiale. (2012). Patrimoine géologique et ressources minérales. République du Congo, Revue du Secteur Minier, Brazzaville, p 91.

2. De Waele, B.; Lacorde, M.; Rivers, J. Banded iron formations and associated detrital iron deposits of the Western Congo Craton. In Proceedings of the SEG S015—World-Class Ore Deposits: Discovery to Recovery, Hobart, TAS, Australia, 27–30 September 2015.

3. Desthieu, F., Boudzoumou, F., Malounguila-Nganga, D., Mouanda, Moumpossa, R., Ondongo, C., Ongouya, A., Nzaba, M. (1993). Notice explicative de la carte Géologique du Congo au 1/1.000.000. Ministere des Mines et l'Energie, Brazzaville, p 32.

4. Desthieu, F., Boudzoumou, F., Malounguila-Nganga, D., Mouanda, Moumpossa, R., Ondongo, C., Ongouya, A., Nzaba, M. (1995). Carte géologique de la République Congo au 1/1.000.000. Ministere des Mines et l'Energie, Brazzaville.

5. Frimmel, H.E. (2008) Earth's Continental Crustal Gold Endowment. Earth and Planetary Science Letters, 267, 45-55. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.11.022.

6. Gomes E.P. (2012), Mining Potential of Basin of Congo and Its Surroundings, in preparation, the World Bank.

7. Meloux J., Bigot M., and Viland J.C. (1983). Mineral Plan of the Popular Republic of Congo. BRGM: Orléans, France. URL http://infoterre.brgm.fr/rapports/RR-29444-FR.pdf

8. METALS DAILY| LME Gold Price Reference. URL: https://www.metalsdaily.com/data/lmegold/ (accessed: 25.11.2022)

9. Mignot É. (2014). Les gisements d'or comme témoins de l'histoire géologique du craton oues-africain : apports de la datation.

10. Ntiharirizwa S., Boulvais P., Poujol M., at al. (2018). Geology and U-Th-Pb dating of the Gakara REE deposit, Burundi. Minerals 89(9):394. DOI:10.3390/min8090394

11. Schlüter, T. Geological Atlas of Africa. With Notes on Stratigraphy, Tectonics, Economic Geology, Geohazards, Geosites and Geoscientific Education of Each Country; Springer-Verlag: Berlin, Germany, 2008; p. 307.

12. Duuring, P., Cassidy, K.F., and Hagemann, S.G. (2007). Granitoid-associated orogenic, intrusion-related, and porphyry style metal deposits in the Archean Yilgarn Craton,Western Australia. Ore Geology Reviews 32, 157–186.

ЗАМЕТКИ

ЗАМЕТКИ

ЗАМЕТКИ

ЗАМЕТКИ

Научное издание

Высшая школа: научные исследования

Материалы Межвузовского международного конгресса
(г. Москва, Конгресс 29 мая 2025 г.)

Редактор А.А. Силиверстова
Корректор А.И. Николаева

Подписано в печать 29.05.2025 г. Формат 60x84/16.
Усл. печ.л. 30,0. Тираж 500 экз.

Отпечатано в редакционно-издательском центре
издательства Инфинити