

Межвузовский
международный конгресс

ВЫСШАЯ ШКОЛА: НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Москва 2022



Коллектив авторов

Сборник научных статей по итогам работы
Межвузовский международный
конгресс

**ВЫСШАЯ ШКОЛА:
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Часть 2

Москва, 2022

УДК 330
ББК 65
В42



Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовского международного конгресса (г. Москва, 28 апреля 2022 г.). Часть 2. – Москва: Издательство Инфинити, 2022. – 172 с.

В42

ISBN 978-5-905695-53-7

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.

УДК 330
ББК 65

© Издательство Инфинити, 2022
© Коллектив авторов, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Тур Е. Ю.</i> Медитация в психологической и психосоматической практике.....	7
<i>Цимбал А. В.</i> Психолого-педагогическое сопровождение детей с ЗПР: возможные пути получения образования.....	16
<i>Цимбал А. В.</i> Психолого-педагогические особенности детей с ЗПР.....	21
<i>Плотников А. Ю., Голубева Н. А.</i> Построение самопрезентации в социальных сетях и связь самопрезентации с уровнем социального самоконтроля.....	26
<i>Кобелев А. В.</i> Изменения в отношениях в паре при измене партнера.....	39
<i>Кочина К. К.</i> Методы профессионально ориентационной работы психолога с подростками с особыми потребностями.....	44

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

<i>Каменских Т. Г., Веселова Е. В., Борисов А. В.</i> Реализация проекта Школа Мастерства «Лазерные технологии в офтальмологии».....	49
<i>Мухитдинова Х. Н.</i> Циркадный ритм систолического артериального давления в зависимости от тяжести тяжелой сочетанной черепно-мозговой травмы до трех лет.....	55
<i>Брижань Л. К., Юрмина Н. С., Дорошкин В. В.</i> Оценка эффективности лечебно-диагностической артроскопии при лечении начальных стадий посттравматического крууртроза.....	63
<i>Томских Э. С.</i> Оценка влияния факторов среды обитания на медико-демографические показатели в восточном макрорегионе (обзор литературы).....	67

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Мельников Ю. И.</i> Синхвостка <i>Tarsiger suanurus</i> в Южном Предбайкалье: разнообразие местообитаний и плотность населения.....	74
---	----

<i>Саидова О. Ж.</i> Влияние промышленного производства на окружающую среду.....	90
---	----

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Аксенов В. В.</i> О трех электродинамиках.....	96
<i>Юров В. М., Ибатов М. К., Портнов В. С.</i> Анизотропия толщин поверхностного слоя и энергия связи поверхности кубических селенидов редкоземельных металлов.....	109

АРХИТЕКТУРА

<i>Алексеев П. А., Трофимов А. В.</i> Расчет бетонных сводов по металлическим балкам методом «сектора тонкостенного кольца».....	117
---	-----

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Баженов И. Н., Дудников В. А., Ковалёв А. А.</i> Расчёт отклика металлодетектора с круговой катушкой круглого сечения на объекты поиска.....	123
<i>Хабибова Н. З.</i> Диссипация энергии при течении вязких сред.....	133
<i>Мозалевская А. К., Маловецкая Е. В., Большаков Р. С.</i> К вопросу об учёте неравномерностей вагонопотоков на железнодорожном транспорте. Математическое моделирование.....	141
<i>Карпачев Д. В., Удалова Л. П., Шулика Р. С.</i> Высокоскоростное селективное самоизмельчение при обогащении руд....	151

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

<i>Козловская А. Ю.</i> Оценка встречаемости гинекологических заболеваний по Великолукскому, Куньинскому и Усвятскому районам Псковской области.....	159
<i>Швецов С. Г.</i> Влияние степени гидратации буроугольного сырья на свойства продуктов его щелочного гидролиза (гуматов).....	165

МЕДИТАЦИЯ В ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ И ПСИХОСОМАТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Тур Екатерина Юрьевна

врач, психосоматолог, нейропсихолог

***Аннотация.** Современный человек сталкивается с высоким уровнем информационного давления и психоэмоционального перенапряжения. Одним из эффективных и простых методов управления эмоциональным интеллектом является практика медитации, однако, в настоящее время она только начинает применяться отечественными психологами и психосоматологами. Статья посвящена подробному разбору эффективности практики медитации, обзору проведенных зарубежных исследований и полученных результатов, а также способов применения данного метода в психологической и психосоматической практике.*

***Ключевые слова:** медитация, медитация осознанности, научный подход к медитации, медитация в практике психолога, медитация в практике психосоматолога*

В настоящее время понятие «медитация» в большей степени относится к духовно-религиозной практике, однако результаты, полученные в процессе регулярной работы в медитациях, обращают на себя внимание психологического и психосоматического научных сообществ. Сегодня «медитация» – это психологическая оздоровительная практика, направленная на снижение уровня тревоги и овладение техниками управления эмоциональным интеллектом через самоосознание, самонаблюдение и самопрограммирование.

Что мы знаем о медитации и ее воздействии на мозг человека? Широкомасштабные исследования в США [1] и Европе доказали пользу при стрессе, повышенной тревожности, артериальной гипертензии, синдроме хронической боли неясного генеза и различных психосоматических расстройствах. Исследования помогают понять, как работает практика медитации и насколько интенсивно можно ее практиковать в качестве как психологического метода работы с пациентом, так и в виде самостоятельного инструмента ауторегуляции и самопомощи.

О медитации: история метода, применение, безопасность

История использования медитации насчитывает несколько столетий. В древних практиках медитацию использовали для вхождения в состояния

транса, очищения разума, борьбе со стрессом и достижения внутренней гармонии и равновесия. Насчитывается несколько десятков разновидностей религиозных восточных медитаций, однако сегодня для психологической практики используется четкое направление медитации – mindfulness (медитация осознанности).

Само по себе понятие «осознанности» определяется в современной психологии как непрерывное отслеживание текущих переживаний, то есть состояние, в котором субъект фокусируется на переживании настоящего момента, не вовлекаясь в мысли о событиях прошлого или будущего. Это способность сознания к интроспекции собственной деятельности.

Самоосознание, проявляющееся в процессе регулярной медитации приводит не только к лучшему распознаванию собственных эмоций, но и позволяет распознавать различные триггеры внешней социальной среды и, соответственно, менять паттерны поведения. Это приводит к повышению качества жизни человека, а также развитию следующего важного для современного человека навыка - самонаблюдения.

Среди исследований медитации психологическое сообщество заинтересовали данные, полученные в результате Национального опроса о состоянии здоровья населения (NHIS) за 2017 год. Практика медитации увеличилась у взрослого населения США за период с 2012 по 2017 год с 4,1 % до 14,2%. Практика медитации увеличилась также у детей в возрасте от 4 до 17 лет с 0,6% до 5,4% за аналогичный период [2].

Внимание к методу привлекает не только его эффективность, но и постепенно возрастающий уровень психосоциального стресса в современном обществе, требующий от человека навыков ауторегуляции и управления эмоциями. Практическое применение медитации как психологического метода достаточно простое: прослушивание аудиозаписи с голосовым и/или музыкальным сопровождением выполняется в любой расслабленной позе (в отличие от религиозной практики поза лотоса не является обязательной) с концентрацией внимания на дыхании, мыслях, телесных ощущениях и представляемых объектах.

Навык самонаблюдения позволяет отслеживать телесные ощущения, мысли и эмоции, наблюдать за своими переживаниями и в процессе развивать следующий навык – самопрограммирование. Постепенно развиваются и совершенствуются навыки рефлексии и интроспекции, позволяющие прерывать циклы навязчивых мыслей, а также менять паттерны поведения и реагирования на внешние раздражители.

С 2010 года практика медитации осознанности рассматривается клиническими физиологами как один из методов управления эмоциональным интеллектом, являясь уже доказано эффективным методом тренировки внимания, навыков осознанности, управления стрессом и формирования жизнестойкости [3].

Практика медитации является условно безопасной для здоровья, однако, следует обратить внимание на следующие критерии, которые необходимо соблюдать психологу при работе с пациентом:

- первые несколько сеансов следует использовать медитации без голосового сопровождения, чтобы пациент обучился расслаблению под спокойную мелодию или белый шум;
- медитация с голосовым сопровождением должна быть разработана только специалистом по медитации, с высшим психологическим или медицинским образованием, а также образованием по гипнозу, высоким уровнем экспертности в данной теме, полным пониманием того, каким образом должна быть построена медитативная практика;
- практика медитации не заменяет индивидуальной работы с психологом или с врачом, является дополнительным методом, который чаще всего применяется уже после проведенной терапии для закрепления результата и обучения навыкам ауторегуляции;
- в процессе самостоятельной работы пациенту требуется психологическая поддержка и курация специалиста для отслеживания результата и своевременной помощи.

При соблюдении перечисленных критериев, практика медитации действительно подходит для применения в психологической и психосоматической практике мужчинам и женщинам с 18 лет. При наличии состояний, требующих квалифицированной медицинской или психологической помощи, первично следует обратиться к специалисту.

Подробнее об эффективности медитации

После проведения научных исследований у ученых появились обоснования и доказательная база для подтверждения эффективности медитации для облегчения боли, снижения кровяного давления, снижения уровня тревожности, а также при купировании приступов раздраженного кишечника и язвенного колита.

Боль

Исследования влияния медитации на хронический болевой синдром в настоящий момент продолжают. Однако, исследователи уже выдвинули предположение, что во время практики активизируются определенные участки мозга, отвечающие за купирование болевых ощущений. В 2016 году было проведено исследование под эгидой Национального центра комплементарного и интегративного здоровья (NCCIH). В результатах исследования говорилось об эффективности медитации для контроля боли с использованием свойств естественных опиатов мозга. Осознанный подход к медитации в сочетании с активацией участков мозга, отвечающих за обезболивание, дает эффект, сравнимый с применением лекарственных препаратов.

Другое исследование было посвящено блокированию болевых импульсов. В исследовании участвовали взрослые в возрасте от 20 до 70 лет с хроническими болями в области поясницы. Первой группе предложили тренинг осознанной медитации, вторая группа практиковала когнитивно-поведенческую терапию, а третья – обычный медицинский уход. По результатам было установлено, что у участников первых двух групп улучшения в состоянии здоровья проявились раньше. Участники первых двух групп отмечали большую подвижность в области поясницы, отсутствие болей даже через 26 и 52 недели, чем не могли похвалиться участники третьей группы. Медитирующие и те, кто получали КПТ практически одинаково описывали свои ощущения в процессе лечения, существенных различий в ходе опроса не было выявлено [5].

Снижение кровяного давления

По результатам исследований 2009 года с участием 298 студентов подтвердили, что практика медитации осознанности способствует снижению кровяного давления у людей, склонных к развитию гипертонии. Также студенты отметили уменьшение уровня тревожности, стресса, депрессии, у них улучшился сон, стало легче преодолевать кризисные моменты [6].

Американская кардиологическая ассоциация подтверждает, что использование медитации снижает артериальное давление. Не стоит пренебрегать классическим лечением и откладывать плановый визит к кардиологу, однако использование медитации как второстепенного вспомогательного метода эмоциональной ауторегуляции приносит свои позитивные результаты [7].

Синдром раздраженного кишечника (СРК)

Исследования эффективности медитации в отношении СРК проводились в 2014 году Американским колледжем гастроэнтерологии. По результатам опросов участников наблюдения прямой зависимости между блокированием симптомов СРК и медитационной практикой не выявлено. В колледже отметили, что не могут со 100% уверенностью заявить об отсутствии позитивных изменений у пациентов, т.к. количество информации на данную тематику недостаточно. Ранее проводились исследования в 2011 году среди 75 женщин разного возраста, страдающих СРК [8]. Практика осознанной медитации в течении 8 недель помогла убрать половину неприятных симптомов болезни. Также проводились исследования в 2013 году, которые подтвердили эффективность медитации в блокировании болевых симптомов и улучшения качества жизни пациентов, однако побороть тревожность и депрессию контрольной группе не удалось. Небольшие улучшения дают почву для дальнейших исследований в данной области.

Лечение язвенного колита

В исследовании 2014 года принимали участие 55 человек, страдающих хроническим язвенным колитом. Первая группа в течение 8 недель практи-

ковала снижение стресса на основе осознанной медитации, вторая группа практиковала процедуру плацебо. Контрольное наблюдение за группами проходило через полгода и год. Результаты обследований не показали никаких различий в состоянии здоровья, маркерах воспалений. Единственным различием стала реакция первой группы на стресс и боль во время обострений болезни.

Исследователи пришли к выводу, что полностью излечить язвенный колит медитативными практиками не получится. Частые медитации снижают уровень стресса и тревожности, частично снижают количество обострений на почве стрессов. В 2014 году было проведено 47 испытаний с участием более 3500 участников. Темой исследований был вопрос подавления стресса и депрессии в период обострения хронических заболеваний. Результаты подтвердили снижение уровня тревожности и стресса, но при условии проведения регулярных практик.

Тема проведения осознанных медитаций и ее влиянии на состояние здоровья были также посвящены 36 исследований 2012 года. Интересными стали выводы: из 36 проведенных наблюдений в 25 результаты групп, практикующих медитацию, оказались лучше, чем у контрольной группы. Из 36 исследований 25 доказали высокую эффективность осознанной медитации в отношении снижения тревожности, улучшения качества сна [9].

В небольшом исследовании, финансируемом Национальным институтом контроля здоровья приняли участие 54 человека с хронической бессонницей, высоким уровнем стресса и тревоги. Первая группа практиковала осознанную медитацию, адаптированную для борьбы с проблемами сна. Вторая группа проходила программу медитации, основанную на самоконтроле. Обе программы помогли людям, страдающим нарушениями сна справиться с проблемой и снизить уровень стресса.

Отказ от курения

Поиски ответа на вопрос «Помогает ли медитация побороть тягу к никотину?» также становились причиной ряда исследований, проведенных частными научными институтами США. В 2015 году проводилось 13 исследований, основанных на применении осознанной медитации для блокирования тяги к курению. Результаты показали, что регулярная практика снижает количество срывов после отказа от сигарет и способствует преодолению стресса на фоне синдрома отмены. Результаты исследований подтверждают, что терапия, основанная на медитации, помогает снизить тягу к никотину, но не стоит всецело полагаться только на одну методику. Дальнейшие исследования по теме продолжаются.

Исследования 2011 года подтвердили, что пациенты клиники, которые прошли дополнительные тренинги по осознанной медитации, быстрее справляются с тягой к сигаретам и продолжая практику даже через 16 недель

не срываются [10].

В продолжении темы исследования областей мозга, отвечающих за формирование тяги к никотину. В 2013 году были проведены изучения МРТ мозга курильщиков, желающих расстаться с пагубной привычкой. После практики осознанной медитации активность участков мозга, отвечающих за тягу, снижается. Второе исследование посвящено действию двухнедельного курса медитации на тягу к курению. После двухнедельного курса медитации снизилась тяга к курению, в сравнении с теми, кто занимался релаксирующими тренировками. Ученые получили подтверждение, что даже непродолжительные занятия снижают тягу к курению и помогают легче побороть зависимость [11].

Другие исследования о медитации

Национальный центр комплементарного и интегративного здоровья (NCCIH) в 2012 году выдал грант на исследование, посвященное борьбе со стрессом посредством медитации. Проводились исследования среди 279 взрослых, жалующихся на повышенный уровень стресса, раздраженность [12]. Исследования показали, что после прохождения 8-недельного курса медитации на основе осознанного подхода состояние здоровья пациентов улучшилось. Отсутствовали жалобы на раздраженность, стало проще преодолевать стрессовые ситуации, улучшилось качество сна.

Интересными для научного сообщества стали результаты исследования 2011 года, проведенного Американской ассоциацией пульмонологов в одном из колледжей. Группа испытуемых проходила 8-недельную программу борьбы со стрессом на основе осознанности (MBSR) и медитацию [13]. Пациенты с раком легких отметили снижение уровня стресса, уменьшение боли, тревожности, депрессии. Также пациенты рассказывали о повышении самооценки и хорошем настроении. Позже Общество интегративной онкологии выпустило «Принципы клинической практики» в которых рекомендовало больным онкологией практиковать медитацию для достижения следующих результатов:

- снижение стресса перед оперативным вмешательством и послеоперационный период;
- борьба с усталостью, апатией, депрессией в ходе лечения;
- снижения беспокойства за свою жизнь;
- для поддержания психоэмоционального здоровья.

Программы медитации, основанные на принципах осознанности, рекомендованы женщинам в период наступления менопаузы. Ежедневная практика поможет снизить частоту приливов, справиться с нарушениями сна, снизить боль в суставах и мышцах.

Мозг и медитация

Многочисленные исследования с участием пациентов, практикующих

медитацию, подтверждают, что ежедневная практика меняет не только мозг и тело, но и решает потенциальные проблемы со здоровьем. Для исследования воздействия медитации на структуры мозга были проведены клинические исследования с участием 100 человек. Первая группа исследуемых практиковала медитацию ежедневно в течении нескольких лет, во второй группе были люди, которые никогда не практиковали никакие техники медитации. Сравнивая результаты МРТ мозга каждой группы, ученые пришли к выводу о наличии большего количества складок во внешнем слое мозга. Увеличение количества складок повышает способность обрабатывать и запоминать информацию.

Геронтологи также обращают внимание на эффективность медитации для пациентов старшего возраста. В ходе ряда наблюдений за пациентами в 2013 году, ученые предположили, что медитационная практика способна остановить или замедлить процесс старения мозга. Ежедневная короткая медитация способна влиять на активность миндалевидного тела, отвечающего за обработку эмоций. Также в ходе исследования и многочисленных наблюдений было установлено, что различные техники медитации по-разному воздействуют на миндалевидное тело [14,15].

Выводы

Медитация в практике психолога – это уникальный по своей эффективности и в то же время удобный инструмент ауторегуляции, который позволяет освоить управление эмоциональным интеллектом. Это помогает развивать навыки самоосознания, самонаблюдения и самопрограммирования для повышения качества жизни.

Однако, несмотря на доказанную эффективность практики медитации, она не заменяет традиционное лечение и не является альтернативой лекарственным препаратам и процедурам. Медитация – это эффективное дополнение в комплексном подходе психического и физического оздоровления человека.

Исследования и материалы

1. Барретт Б., Хейни М.С., Мюллер Д. и др. Медитация или упражнения для предотвращения острой респираторной инфекции: рандомизированное контролируемое исследование. *Летопись семейной медицины*. 2012;10:337-346.

2. Блэк Л.И., Барнс П.М., Кларк Т.С., Стуссман Б.Дж., Нахин Р.Л. Использование йоги, медитации и хиропрактиков в США. дети в возрасте 4-17 лет. *Краткий обзор данных NCHS, № 324*.

3. Fang CY, Reibel DK, Longacre ML, et al. Улучшение психосоциального благополучия после участия в программе снижения стресса, основанной на осознанности, связано с повышением активности естественных клеток-киллеров. *Журнал дополнительной и альтернативной медицины.* 2010;16(5):531-538.

4. Черкин Д.К., Шерман К.Дж., Балдерсон Б.Х. и др. Влияние снижения стресса на основе осознанности по сравнению с когнитивно-поведенческой терапией или обычным уходом за болью в спине и функциональными ограничениями у взрослых с хронической болью в пояснице: рандомизированное клиническое исследование. *ДЖАМА.* 2016;315(12):1240-1249.

5. Cramer H, Haller H, Lauche R, et al. Снижение стресса на основе осознанности при болях в пояснице. *Систематический обзор. ВМС Дополнительная и альтернативная медицина.* 2012;12(162):1-8.

6. Гольдштейн С.М., Джозефсон Р., Се С. и соавт. Современные взгляды на использование медитации для снижения артериального давления. *Международный журнал гипертонии.* 2012; 2012:578397.

7. Брук Р.Д., Аппель Р.Дж., Рубенфайр М. и др. Помимо лекарств и диеты: альтернативные подходы к снижению артериального давления: научное заявление Американской кардиологической ассоциации. *гипертония.* 2013;61(6):1360-1383.

8. Gaylord SA, Palsson OS, Garland EL, et al. Тренировка осознанности снижает тяжесть синдрома раздраженного кишечника у женщин: результаты рандомизированного контролируемого исследования. *Американский журнал гастроэнтерологии.* 2011;106(9):1678-1688.

9. Джедель С., Хоффман А., Мэрриман П. и др. Рандомизированное контролируемое исследование снижения стресса на основе осознанности для предотвращения обострений у пациентов с неактивным язвенным колитом. *пищеварение* 2014;89:142-155.

10. Хаяттсвилль, Мэриленд: Национальный центр статистики здравоохранения. 2018 Брюэр Дж.А., Маллик С., Бабушио Т.А. и др. Тренировка осознанности для отказа от курения: результаты рандомизированного контролируемого исследования. *Наркотическая и алкогольная зависимость.* 2011;119(1-2):72-80.

11. Карим-Тодд Л., Митчелл С.Х., Окен Б.С. Практики разума и тела: альтернативное, немедикаментозное лечение отказа от курения? *Систематический обзор литературы. Наркотическая и алкогольная зависимость.* 2013;132(3):399-410.

12. Chen KW, Berger CC, Manheimer E, et al. Медитативная терапия для снижения тревоги: систематический обзор и метаанализ рандомизированных контролируемых исследований. *Депрессия и тревога.* 2012;29(7):545-562.

13. Гоял М., Сингх С., Сибинга Э.М. и соавт. Программы медитации для психологического стресса и благополучия: систематический обзор и метаанализ. *ЖАМА Внутренняя медицина*. 2014; 174(3):357-368.

14. Дебордес Г., Неги Л.Т., Пейс Т.В. и др. Влияние обучения медитации осознанного внимания и сострадания на реакцию миндалевидного тела на эмоциональные стимулы в обычном, немедитативном состоянии. *Границы нейронауки человека*. 2012; 6:1-15.

15. Людерс Э., Курт Ф., Майер Э.А. и соавт. Уникальная анатомия мозга практикующих медитацию: изменения корковой гирификации. *Границы нейронауки человека*. 2012; 6:1-9.

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ДЕТЕЙ С ЗПР: ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Цимбал Анастасия Валентиновна

учитель

МБОУ «ЯСШ № 4» г. Ялта

магистрант

КФУ имени В. И. Вернадского

Аннотация. В статье рассмотрены основные особенности детей с ЗПР. Представлены специализированные формы обучения таких детей в зависимости от степени тяжести нозологии. Выделены особенности каждой модели обучения, подобрана целевая аудитория. Рассмотрена специфика психологического сопровождения интеграции детей с ЗПР в систему образования

Ключевые слова: задержка психического развития, психолого-педагогическое сопровождение, диагностика, консультирование, коррекция.

Annotation. The article discusses the main features of children with mental retardation. Specialized forms of education for such children are presented depending on the severity of the nosology. The features of each training model are highlighted, the target audience is selected. The specificity of psychological support for the integration of children with mental retardation into the education system is considered.

Keywords: mental retardation, psychological and pedagogical support, diagnostics, counseling, correction.

Данные Всемирной организации здоровья свидетельствуют о том, что одно из наиболее многочисленных категорий детей с ограниченными возможностями здоровья являются дети с задержкой психического развития. Для таких детей свойственно неоднородное психическое развития, то есть при нарушении функционирования некоторых функций, есть и часть сохранных психических функций.

Важно отметить, что клиническая картина задержки психического развития у детей часто значительно отличается друг от друга, это обусловлено большим разнообразием причин возникновения этого отклонения в развитии:

1. Хронические заболевания матери и ребенка;
2. Нарушение процесса воспитания, гипоопека, отсутствие надлежащего ухода за ребенком;
3. Нарушения функционирования центральной нервной системы вследствие родовой травмы или инфекции [1].

При этом важно отличать задержку психического развития от умственной отсталости, что позволяет определить степени компенсаторных возможностей психики ребенка для более успешного обучения и воспитания. Так как дети с ЗПР имеют возможность успешного социального развития, если было организовано целенаправленное и систематическое психолого-педагогическое сопровождение процесса образования ребенка.

Следовательно, процесс обучения детей с ЗПР нуждается в соблюдении выполнения их специфических образовательных потребностей. Рассмотрим основные из них:

1. Раннее выявление нарушения в развитии и предоставление специализированного сопровождения, наиболее благоприятным периодом для выявления отклонений является дошкольный возраст;
2. Приемственность между дошкольными учреждениями и учреждениями общего образования позволяет сохранить коррекционно-развивающий эффект;
3. Организация коррекционно-развивающего сопровождения в период школьного обучения;
4. Организация процесса обучения с применением индивидуального подхода для учета специфических особенностей нервно-психического развития ребенка и специфики усвоения им материала;
5. Создание условий для контроля успешности усвоения учебного материала и необходимости применения направляющей и стимулирующей помощи [4].

Более того выделяется ряд условий, необходимых для обеспечения успешности обучения детей с ЗПР (Рис. 1).

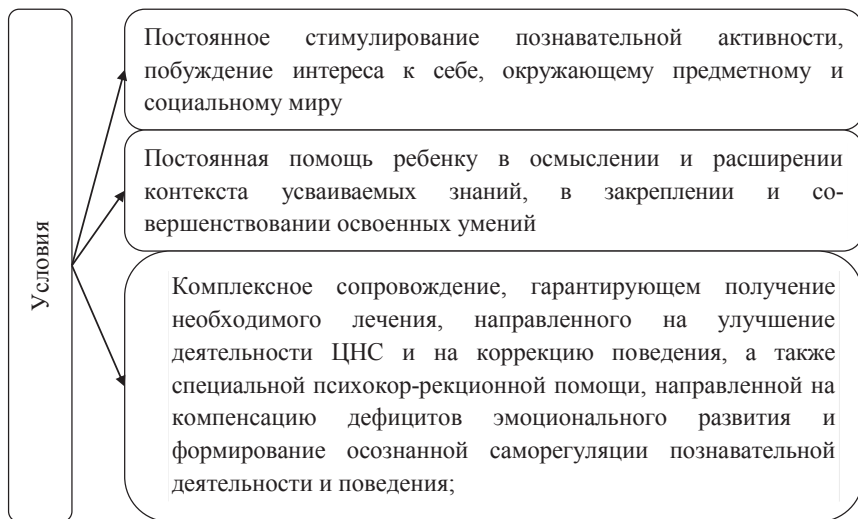


Рисунок 1. Условия успешности освоения учебной программы обучающимися с ЗПР

Отметим, что для удовлетворения специфических образовательных потребностей детей с задержкой психического развития необходима интеграция форм специального коррекционного образования в образовательный процесс массовой школы. Принимая во внимание особенности психического развития детей данной категории и возможности образовательной среды общеобразовательной школы, можно выделить несколько ключевых моделей обучения, которые позволят максимально использовать компенсаторный потенциал детей с ЗПР:

1. Инклюзия;
2. Обучение в гибких классах;
3. Класс с коррекционно-развивающим уклоном;
4. Обучение в специализированной школе;
5. Эпизодическая интеграция [2].

Отметим, что инклюзивное образование является способом полноценной интеграции ребенка с ЗПР в традиционную образовательную систему. В ситуации незначительного отклонения от развития применение этой формы обучения будет наиболее результативным. Такие дети отличаются незначительными нарушениями в интеллектуальном развитии или нарушением эмоционально-волевой и поведенческой сфер, при этом они все равно нуждаются в специальном психолого-педагогическом сопровождении, даже обучаясь в общеобразовательном классе. Сопровождение оказывается педагогом-пси-

хологом и другими педагогами, имеющими специальную подготовку в этой области [3].

Вторая форма образования таких детей – частичная интеграция, то есть возможность обучения в смешанных классах, где наряду с нормативными детьми, есть несколько детей с ЗПР. В таких классах образовательный процесс осуществляется на общую массу, однако для коррекционно-развивающей работы дети с ЗПР объединяются в специальные группы, где изучают несколько предметов по отдельной программе, согласно нозологии. Такая модель обучения будет успешно реализовываться с детьми, у которых существенное отставание от нормативного развития, но при этом они способны осваивать некоторые области знаний самостоятельно или с незначительной направляющей помощью [5].

Следующая форма организации образовательного процесса – это коррекционные классы. Эта форма предполагает постоянную систематическую интеграцию детей с ЗПР в общество. Здесь актуально применение такой формы работы, как смешение обучающихся с ЗПР и нормативных для проведения наиболее простых уроков, а основной материал такие дети осваивают в специализированном классе. Эффективность этой модели обучения доказана для обучающихся с существенной задержкой развития, так как они могут освоить только незначительный объем материала на равнее с нормативными ровесниками. Привлечение детей с ЗПР к работе с нормативными детьми здесь является исключительно средством социализации и освоения нормативных образцов поведения и взаимодействия [1].

Эпизодическая интеграция предполагает отдельное обучение детей с ЗПР в коррекционных классах, но с привлечением к взаимодействию с нормативными детьми исключительно в воспитательных ситуациях. То есть эта модель предполагает освоение всего учебного материала по специально разработанным программам в рамках специфики отклонений в развитии, при этом проведение массовых воспитательных мероприятий и коллективно-творческих дел осуществляется с привлечением нормативных детей. Эта модель эффективна для детей с глубокой задержкой психического развития.

Важно обратить внимание, что специалисты, реализующие интегративные модели обучения детей с ЗПР должны иметь специализированную подготовку, что обеспечивает эффективность проводимого обучения и воспитания. При этом интегративный процесс образования нуждается в психологическом сопровождении.

В рамках психологического сопровождения процесса обучения и воспитания детей с задержкой психического развития специалист проводит работу в двух формах: индивидуальная, групповая. В рамках каждой деятельности осуществляется по ряду направлений:

1. Диагностика.

2. Консультирование

3. Коррекция [3].

На этапе диагностики происходит изучение личности обучающихся, выявляются склонности к разного рода поведению, собирается анамнез психического развития ребенка.

В рамках консультативной помощи специалист оказывает поддержку родителям и педагогам по взаимодействию с детьми, исходя из полученных данных диагностики.

Коррекционно-развивающая работа направлена именно на детей и предполагает изменение сложившихся паттернов поведения, развития компенсаторного механизма психики ребенка.

Таким образом, образование детей с задержкой психического развития требует дополнительного психолого-педагогического сопровождения с учетом индивидуальных особенностей каждого обучающегося. Эффективность обучения является результатом правильно подобранного варианта интеграции такого ребенка в процесс обучения.

Список использованных источников

1. Бабкина, Н.В. *Оценка психологической готовности детей к школе; пособие для психологов и специалистов коррекционно-развивающего обучения* / Н.В. Бабкина. – М.: Айрис-пресс, 2015. – 162 с.

2. Бабкина, Н.В. *Интеллектуальное развитие младших школьников с задержкой психического развития* / Н.В. Бабкина, - М.: Школьная Пресса, 2016. – 127 с.

3. Гончарова, Е.Л. *Внутренний мир человека как предмет изучения в специальной школе: опыт проектирования нового содержания обучения* / Е.Л. Гончарова, О.И. Кукушкина // *Дефектология*. – 2018. – № 3. – С. 3-14.

4. Залесская, О.В. *Младшие школьники с ЗПР: уроки общения* / О.В. Залесская. – М.: Школьная Пресса, 2014.

5. Зарубина, А.В. *Практическая реализация моделей интеграции в условиях общеобразовательной школы районного центра* / А.В. Зарубина, Е.Л. Инденбаум и др. // *Воспитание и обучение детей с нарушениями развития*. – 2019. – №4. – С. 46-53.

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕТЕЙ С ЗПР

Цимбал Анастасия Валентиновна

учитель

МБОУ «ЯСШ № 4» г. Ялта

магистрант

КФУ имени В. И. Вернадского

***Аннотация.** В статье рассматриваются особенности формирования задержки психического развития у детей, выделены возможные причины этой нозологии. Описываются особенности осуществления основных психических функций. Отмечаются нарушения в развитии внимания, памяти и мышления. При этом делается акцент на развитие эмоционально-волевой сферы ребенка.*

***Ключевые слова:** задержка психического развития, ограниченные возможности здоровья.*

***Annotation.** The article discusses the features of the formation of mental retardation in children, highlights the possible causes of this nosology. The features of the implementation of the main mental functions are described. There are disturbances in the development of attention, memory and thinking. At the same time, emphasis is placed on the development of the emotional-volitional sphere of the child.*

***Keywords:** mental retardation, health limitations.*

Современная эпидемиологическая, экологическая, экономическая ситуация в стране приводит к нарушению социального взаимодействия людей, развитию негативных социальных феноменов. Как следствие происходит искажение интеллектуального потенциала нарушения, все чаще рождаются дети с ограниченными возможностями здоровья и инвалидностью.

Одним из часто встречающихся ограничений в здоровье сегодня является задержка психического развития. Вследствие чего возникают трудности в организации обучения и воспитания детей данной категории. Исследование психологических и педагогических особенностей таких детей началось с момента появления таких детей в обществе. На сегодняшний день этой теме посвящено большое количество научно-исследовательских работ. Специфику задержки психического развития исследуют в рамках психологии, педа-

гогики, логопедии, дефектологии, а среди ведущих ученых, освещавших эту проблему можно выделить Л.С. Выготского, Т.А. Власова, В.В. Лебединского, М.С. Певзнера.

Для организации обучения детей данной категории педагогическому составу важно понимать специфику развития таких детей, для чего необходимо в первую очередь рассмотреть понятие «задержка психического развития». Задержка психического развития – это биологически обусловленное отставание от развития некоторых психических функций и процессов. Выделяют несколько причин формирования задержки психического развития у детей:

1. Интоксикация или травмирование в период беременности и родов;
2. Заболевание нервной системы и мозга, травмы на ранних этапах развития ребенка;
3. Нарушение функционирования эндокринной системы [2].

В рамках отечественных психологических исследований был выделен ряд основных характеристик детей с задержкой психического развития.

Первое на что важно обратить внимание – это уровень восприятия. Если сравнивать с нормативными детьми, то у детей с ЗПР прослеживается низкий уровень восприятия. Такая особенность проявляется в:

1. Потребности предоставления большего количества времени между принятием и переработкой информации, которая поступила из внешних источников;
2. Затруднении восприятия информации об окружающем мире и ее фрагментарности;
3. Возникновении трудностей при распознавании предметов, находящихся в непривычном положении, сопоставлении контуров, теней с реальными объектами;
4. При этом похожие качества предметов отождествляются такими детьми [1].

То есть наиболее часто 4 признак прослеживается на письме, когда дети путают похожие по написанию буквы, например «б» и «д». так же возникают трудности при чтении и дифференциации букв.

В период начала систематического обучения такие дети сталкиваются с трудностями, которые возникают по причине нарушения зрительного и слухового восприятия, они не способны составлять полноценный план действий и выполнять сложные двигательные команды.

Так же прослеживаются нарушения в пространственной ориентации. Так длительное время для ориентации в пространстве детям необходимо практическое подкрепление, например, для изучения «право/лево» важно всегда иметь практическую подсказку, в противном случае определение сторон будет ошибочным. Из этого вытекают трудности с формированием конструктивного мышления.

В практике педагогической деятельности такая особенность проявляется, например, в процессе изучения геометрических фигур, таким детям сложно представить, как фигура выглядит сверху или снизу, пока они не проверят это на практике, им сложно определить симметричность фигуры, при этом элементарные узоры воспроизводятся точно, что отличает детей с ЗПР от детей с умственной отсталостью [3].

Соединение разрезанных картинок, на которых изображен один персонаж, является доступным заданием для детей с ЗПР. При этом увеличение количества частей, картинки не приводит к затруднению выполнения задания. Трудности возникают в ситуации распространенного сюжета и увеличения количества персонажей. Здесь изменение направления разреза частей и их увеличение приводит к появлению ошибок и невозможности составления единой картины. Таким образом, дети с ЗПР нуждаются в дополнительной стимулирующей и направляющей помощи со стороны взрослого.

У детей с ЗПР прослеживаются особенности внимания. Так трудности возникают в процессе переключения внимания, его концентрации. Затруднение в распределении внимания происходит в ситуации необходимости усвоения информации с применением нескольких визуальных каналов [1].

Более того сложности в использовании внимания, как психической функции заключаются у детей с задержкой психического развития в том, что происходит недоразвитие интеллектуальной активности. При этом снижается уровень интереса к обучению, мотивация учения имеет внешний характер. Формирование устойчивости внимания замедляется, если от ребенка требуется повышенная скорость восприятия информации, у ребенка возникают трудности.

Важно обратить внимание на то, что особенности внимания у таких детей имеют строго индивидуальный характер. Например, один ребенок может максимально сконцентрировать внимание и быстро выполнять работу в начале урока, а к концу занятия происходит истощение нервной системы и тем деятельности снижается. В то время, как другой ребенок с ЗПР в начале выполнения задания не может сконцентрировать внимание, проявляется медленный темп деятельности, а к концу занятия постепенно вливается в процесс и выполняет частично задание. Следовательно, пик активности внимания таких детей может приходиться на конец или начало занятия [2].

Особенности развития памяти так же характерны для этой нозологии. Так активность запоминания информации является неустойчивой. Хранение материала происходит более успешно, если он усвоен с помощью произвольной памяти, в то время, как произвольное запоминание информации затруднено. Преобладает наглядная память. Так же возникают сложности в процессе приложения волевых усилий для заучивания материала. Преобладает механическое запоминание, словесное затруднено. Кратковременная

память характеризуется небольшим объемом запоминаемого материала, быстрым темпом забывания информации.

Развитие мышления так же отстает от норм развития, замедляется переход между наглядно-действенным и наглядно-образным мышлением. Возможно успешное усвоение классификации по признаку цвета или формы, однако восприятие более сложных признаков, например, размер, материал, из которого предмет сделан, затруднено. Переключаемость между признаками так же затруднена.

Таким образом, ребенок с ЗПР в процессе анализа представленных одного или нескольких предметов опирается исключительно на явные признаки, опуская при этом те, которые необходимо более длительно искать.

Отметим, что нарушения происходят и в эмоционально-волевой сфере. Им сложнее контролировать свою деятельность для исключения ошибок, они не всегда способны анализировать свою работу в соответствии с образцом. Если предложить ребенку с ЗПР поставить себе оценку, то она в большинстве случаев будет неадекватно завышена [3].

Такие дети любят похвалу, но для них достаточно краткого описания, например, «хорошая девочка», «молодец». Более развернутой похвалы они не требуют, не спрашивают, при этом, за что их наказали или похвалили.

Таким образом, для детей с ЗПР характерно:

1. Психические функции поражаются частично, то есть выделяются и сохраняются психические функции;

2. Для ЗПР свойственно недоразвитие межсистемных взаимосвязей, которые обеспечивают успешное функционирование психических функций;

3. Дети с ЗПР могут обучаться согласно общеобразовательной учебной программе, однако для этого необходимо соблюдение ряда условий: дозирование нагрузки, многократное повторение материала, направляющая и стимулирующая помощь со стороны учителя;

4. Дети с ЗПР умеют принимать помощь со стороны взрослого и применять ее для повышения успешности своей деятельности;

5. Умение применять полученные знания в практической сфере, однако с дополнительной направляющей и стимулирующей помощью, самостоятельное применение материала возможно не всегда.

Следовательно, дети с задержкой психического развития имеют недостатки в функционировании психических функций, что осложняет процесс обучения, однако наличие сохранных функций делает его возможным при направляющей и систематической помощи педагога.

Список использованных источников

1. Лубовский, В.И. *Специальная психология* / В.И. Лубовский. – М.: Академия, 2017. – 464 с.
2. Борякова, Н.Ю. *Ступеньки развития. Ранняя диагностика и коррекция задержки психического развития у детей* / Н.Ю. Борякова. – М.: Гном-Пресс, 2019. – 64 с.
3. Фадина, Г.В. *Диагностика и коррекция задержки психического развития детей школьного возраста* / Г.В. Фадина. – Балашов. «Николаев», 2018. – 68 с.

ПОСТРОЕНИЕ САМОПРЕЗЕНТАЦИИ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ И СВЯЗЬ САМОПРЕЗЕНТАЦИИ С УРОВНЕМ СОЦИАЛЬНОГО САМОКОНТРОЛЯ

Плотников А.Ю.

магистрант

Голубева Н.А.

кандидат психологических наук, доцент

Институт психологии им. Л.С. Выготского РГГУ, Москва, Россия

В данной статье рассматриваются основные теории построения самопрезентации. Особое внимание уделяется самопрезентации в виртуальном пространстве. Приводятся результаты эмпирического исследования, в ходе которого была предпринята попытка выявить основные механизмы и закономерности построения самопрезентации в социальных сетях. Исследование проводилось с помощью авторской анкеты, методики для диагностики уровня социального самоконтроля и контент-анализа профилей в социальных сетях. Также рассматривается связь виртуальной самопрезентации с уровнем социального самоконтроля.

При изучении феномена метавселенной особое внимание привлекает размытие границ между физическим и цифровым пространством. Особенно это размытие стало актуальным в период пандемии. Актуальная современная действительность отражается и на самопрезентации человека как в реальном, так и цифровом пространстве. В данной статье рассматриваются основные теории построения самопрезентации. Особое внимание уделяется самопрезентации в цифровом пространстве. Выдвинутая проблематика является актуальной в свете того, что цифровая среда, в частности среда виртуальных социальных сетей, все более интегрируется в процессы и пространство социализации человека, и вопросы того, как человек в ней развивается, живет и реализует свои потребности, приобретают всю большую значимость. Приводятся результаты эмпирического исследования, в ходе которого была предпринята попытка выявить основные механизмы и закономерности построения самопрезентации в социальных сетях. Исследование проводилось с помощью авторской анкеты, методики для диагностики уровня социального самоконтроля и контент-анализа профилей в социальных сетях. Также

рассматривается связь виртуальной самопрезентации с уровнем социального самоконтроля. Анализируются особенности построения виртуальной самопрезентации, внешние и внутренние факторы, влияющие на характеристики цифровой идентичности и содержание наиболее значимой для подростков и юношей информации.

Ключевые слова: самопрезентация, социальный самоконтроль, виртуальное пространство, цифровое пространство, цифровая идентичность, социальные сети.

Современный человек живет на границе двух миров, физического и цифрового. Важно отметить, что провести четкую границу между этими мирами, как это было в начале 2000-х годов сейчас практически невозможно. Изучение феномена метавселенной становится важным предметом исследований многих ученых.

Размытие границ между физическим и цифровым пространством стало особенно ярким в период пандемии. Когда с помощью цифрового пространства пришли новые формы привычного физического мира: офис с привычными планерками переместился в зум, ровно как и учеба, проведение зум-вечеринок, покупки не выходя из дома, телемедицина и многое другое. Данные опции стали возможны благодаря измененному ландшафту цифровых сервисов. Интернет стал доступен каждому благодаря наличию смартфона.

Самопрезентация в социальных сетях

Самопрезентация в социальных сетях формируется за счёт информации, которую пользователь может разместить на своей личной страничке. Это может быть, как достоверная информация о человеке, так и информация, отражающая представление индивида о своём идеальном Я. Для удобства во многих социальных сетях присутствуют специальные тематические блоки для разной информации. Наиболее важной частью самопрезентации в социальных сетях представляется размещение профильной фотографии на своей странице. Именно эту фотографию будет первым делом видеть другие пользователи и по ней будет формироваться первоначальное представление о внешности, характере, стиле и увлечениях пользователя.

В социальных сетях также присутствует динамичный элемент построения самопрезентации: лента новостей. Лента формируется из публикаций, которые выкладывает пользователь или, при согласии пользователя, его друзья и подписчики. Просматривая ленту, другие люди могут сформировать представление, о интересах и ценностях пользователя.

Особенностью выстраивания самопрезентации в социальных сетях является то, что пользователи стремятся социализировать каждый свой шаг, зафиксировать то, что они слушали, читали, смотрели, где и с кем встречались. Это приводит к расцвету микронarrаций – то есть, рассказов о себе, которые

созданы при помощи визуальных образов, так как практически каждое сообщение в интернете сопровождается картинкой.

Эмпирическое исследование механизмов построения самопрезентации в социальных сетях.

Целью нашего исследования было изучение различных способов построения виртуальной презентации, а также изучение того, как люди оценивают чужие профили в социальных сетях.

В исследовании приняли участие 115 респондентов в возрасте от 18 до 25 лет. Им была предложена авторская анкета (Голубева Н.А, Плотников А.Ю.), которая состояла из двух частей: в первой части были вопросы, направленные на изучение того, каким способом респонденты предпочитают выстраивать собственную самопрезентацию, целью второго блока вопросов было изучение способов оценки нашими респондентами профилей других людей. Также респондентам было предложено пройти методику «Шкала социального самоконтроля» Снайдера, адаптированную Н.В. Амягой (Амяга, 1991, С.37).

Основные задачи исследования:

- 1) Изучить, какую информацию предпочитают представлять люди при построении самопрезентации
- 2) Найти факторы, на которые люди ориентируются при построении самопрезентации
- 3) Изучить, какая информация является наиболее важной при изучении чужого профиля в социальных сетях
- 4) Изучить связь особенностей построения самопрезентации с уровнем социального самоконтроля.

Результаты и обсуждение

Авторская анкета.

Треть респондентов проводит в социальных сетях более пяти часов в день (34%). 30% респондентов тратят на социальные сети от 1 до 3 часов в день. В основном все респонденты проводят больше одного часа в день в социальных сетях.

Сколько часов в день Вы в среднем проводите в социальных сетях?

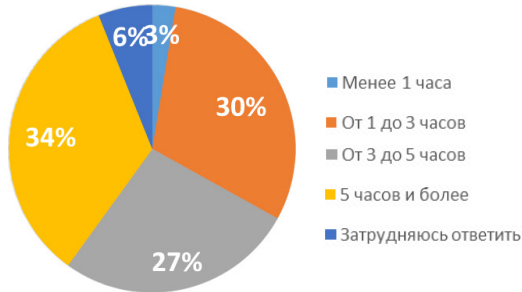


Рисунок 1. Сколько часов в день Вы в среднем проводите в социальных сетях?

Нас интересовало, с какой целью респонденты используют социальные сети. Респондентам был предложен вопрос с возможностью выбрать несколько вариантов ответа. Исходя из полученных данных, можно сказать, что респонденты используют социальные сети в основном как средство развлечения и способ контакта с друзьями, коллегами и одногруппниками. Следующими по выраженности целями использования социальных сетей являются: поиск нужной информации и «быть в курсе новостей». Меньше всего наших респондентов интересуют онлайн игры и заведение новых знакомств посредством социальных сетей. Также лишь немногие используют социальные сети, как способ самовыражения и для ведения блога. То есть, для большинства респондентов социальные сети служат для удовлетворения потребности в социальных контактах, а не являются способом самовыражения и самореализации.

С какой целью используются соц. Сети

- Поддержание связи с родственниками
- Общение с друзьями, коллегами, одногруппниками
- Быть в курсе новостей
- Поиск нужной информации
- Ведение блога
- Средство самовыражения
- Средство развлечения (просмотр фильмов, прослушивание музыки)

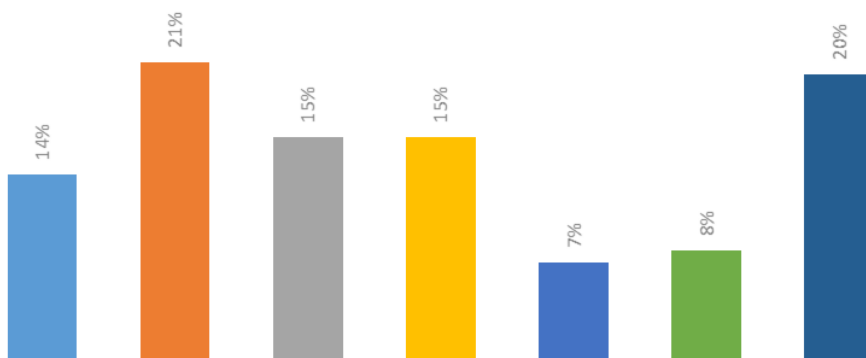


Рисунок 2. С какой целью используются соц. сети

Также нас интересовало, что подтолкнуло наших респондентов к тому, чтобы зарегистрироваться в социальных сетях.

Профили опрошенных респондентов в основном являются открытыми (79%).

Следующей задачей нашего исследования было узнать, чем руководствуются респонденты при публикации контента в социальных сетях и какой вид контента они предпочитают публиковать. Большинство респондентов (85%) опираются на события, происходящие в их жизни, причём в основном (61%) люди публикуют свою повседневную жизнь, и только 38% респондентов старается отражать в своём профиле яркие события из своей жизни. Остальные респонденты смотрят на актуальные тренды и мировые события.

Самым предпочтительным видом контента для большинства респондентов (48%) являются посты, в которых содержатся фотографии или видео с текстовым комментарием. Вторым по предпочтительности видом контента являются фотографии. Меньше всего респондентов (11%) склонны публиковать только текстовые заметки. При публикации контента большинство ре-

спондентов (68%) не прибегают к использованию специального программного обеспечения для редактирования контента. Также только для 33% респондентов является важным количество лайков, репостов и комментариев под их публикациями в социальных сетях.

На что Вы чаще опираетесь при публикации контента в социальных сетях?

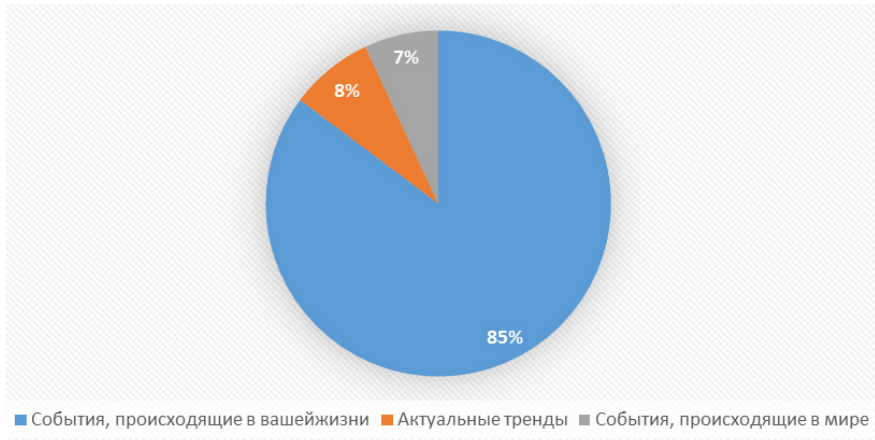


Рисунок 3. На что Вы чаще опираетесь при публикации контента в социальных сетях?

При заполнении личной информации в профиле большинство опрошенных (93%) предпочитают рассказывать о себе несколько общих фактов, не вдаваясь в подробности. При этом респонденты в основном (76%) не стремятся подчеркнуть свою принадлежность к какой-либо социальной группе, при построении своего профиля.

Также большинство респондентов (76%) не стремятся приукрасить информацию о себе. На вопрос о том, для чего другие люди публикуют о себе недостоверную информацию, самым частым ответом является «с целью показать себя лучше, чем есть». Также респонденты считают, что недостоверная информация публикуется от скуки и нежелания публиковать реальную информацию о своей жизни.

Частота публикаций. В основном респонденты делают публикации раз в год и раз в месяц. Лишь один человек делает публикации каждый день.

Как часто Вы делаете публикации в соц. сетях?

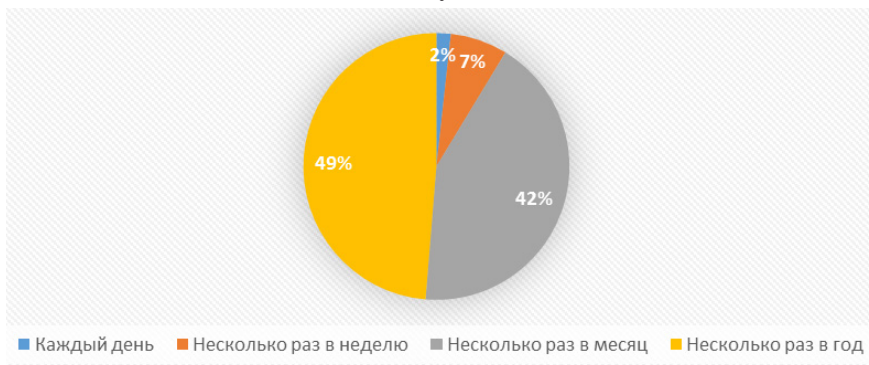


Рисунок 4. Как часто Вы делаете публикации в соц. сетях?

Также нас интересовало, насколько важна для наших респондентов популярность в социальных сетях. Ни один респондент не ответил, что для него это очень важно. Для большинства респондентов (87%) популярность в социальных сетях не важна.

Насколько важно для Вас быть популярным в социальных сетях?

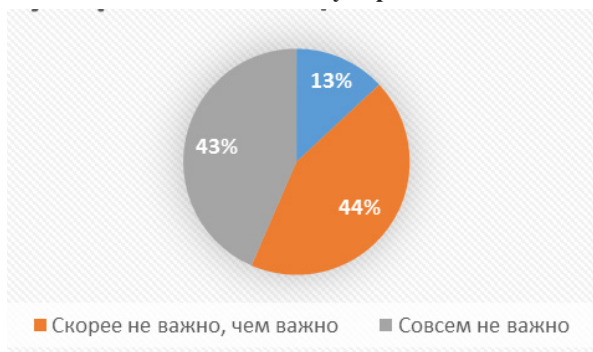


Рисунок 5. Насколько важно для Вас быть популярным в социальных сетях?

Однако большинству респондентов (59%) нравится, когда его публикации лайкают и комментируют. Активность других людей на странице респондентов безразлична для 39% респондентов и является для одного респондента из нашей выборки.

В заключении мы задали респондентам следующий вопрос: «Как Вам кажется, то мнение и представление о Вас, которое складывается у посетителей Вашей страницы, соответствует Вам в реальной жизни?». Большинство респондентов (83%) ответили, что соответствует, а 15% респондентов ответили, что не соответствует.

Как Вам кажется, то мнение и представление о Вас, которое складывается у посетителей Вашей страницы, соответствует Вам в реальной жизни?

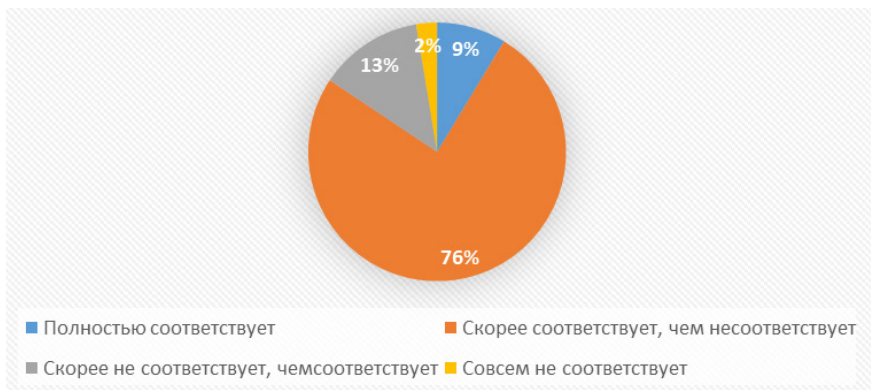


Рисунок 6. Как Вам кажется, то мнение и представление о Вас, которое складывается у посетителей Вашей страницы, соответствует Вам в реальной жизни?

Оценка чужих профилей в социальных сетях.

При просмотре профилей других людей наши респонденты, в основном, обращают внимание на следующие аспекты профиля:

- 1) Фотографии (для 61% респондентов важно наличие фотографии на странице пользователя при общении)
- 2) Общие друзья (однако для большинства респондентов (70%) количество общих друзей не является залогом комфортного общения)
- 3) Лента новостей
- 4) Раздел «информация о себе» (55% респондентов считают, что количество информации о себе не связано с доверием к другому человеку)

То есть большинство респондентов обращают внимание на внешность человека, его интересы, а также на круг его знакомств, при изучении профиля другого человека. 55% респондентов обращают внимание на количество друзей и подписчиков у другого человека, однако 65% респондентов считают, что количество друзей и подписчиков не связано с социальным статусом человека.

На что Вы обращаете внимание на странице пользователя в социальной сети, прежде чем начать общение/добавить его в друзья/подписаться?

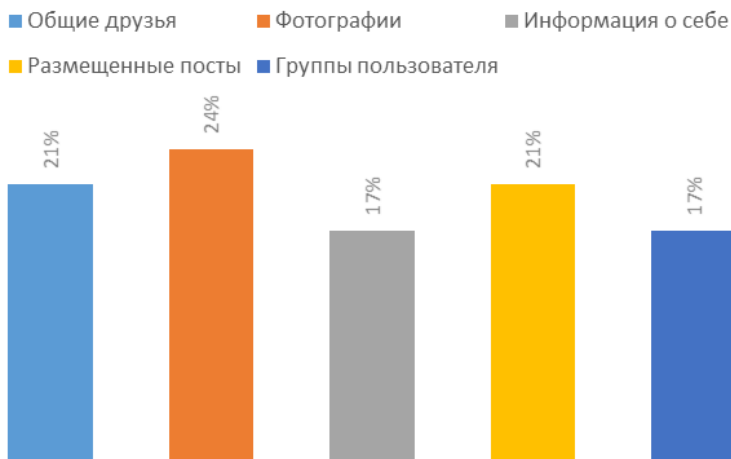


Рисунок 7. На что Вы обращаете внимание на странице пользователя в социальной сети, прежде чем начать общение/добавить его в друзья/подписаться?

Большинство респондентов (70%) склонны доверять информации, размещенной на странице другого пользователя. 28% респондентов скорее не доверяют представленной информации и 2% респондент совсем не доверят. Однако нет ни одного респондента, который бы полностью доверял своей информации, которую публикуют другие люди. Возможно, респонденты исходят из того, что при построении профиля в социальных сетях заведомо будут публиковать недостоверную информацию о себе.

Методика «Шкала социального самоконтроля Снайдера».

В нашей выборке у большинства респондентов (57%) наблюдается низкий уровень социального самоконтроля (1-5). Это говорит о том, что большинство людей из нашей выборки мало озабочены адекватностью своего поведения и эмоциональной экспрессии, а также не обращают внимания на поведение других людей. Их поведения в большей степени продиктовано внутренним состоянием, а не требованиями ситуации. Это позволяет таким людям сохранять стабильность поведения в различных ситуациях.

Однако стоит заметить, что довольно большое количество респондентов (18%) имеют средний уровень социального самоконтроля (6). Здесь можно говорить о вариативности их поведения в зависимости от ситуации.

Распределение по шкале Снейдера

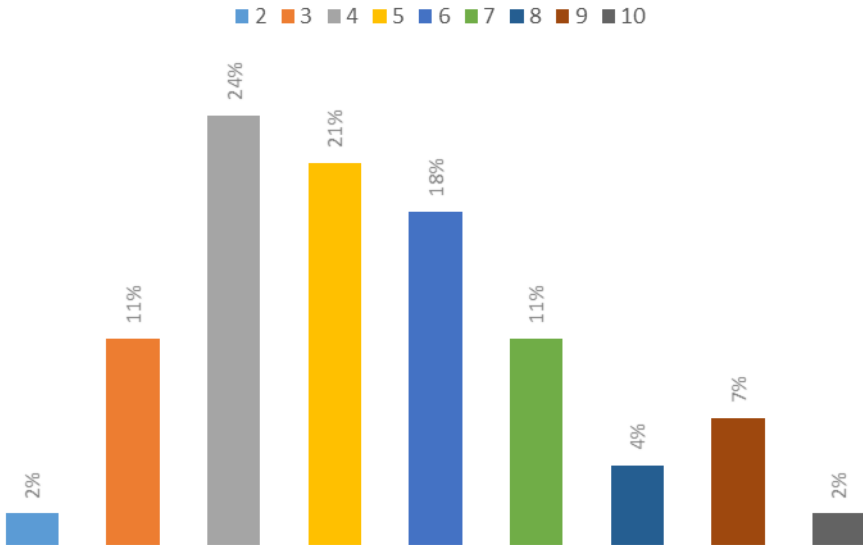


Рисунок 8. Распределение по шкале Снейдера

Связь уровня социального самоконтроля с построением самопрезентации в социальных сетях.

В данном исследовании мы сравнили особенности построения самопрезентации в социальных сетях у людей с низким и высоким уровнем социального самоконтроля. В нашей выборке оказалось 35% респондентов с низким уровнем самоконтроля (от 1 до 4) и 24% респондентов с высоким уровнем самоконтроля (от 7 до 10). Уровень социального самоконтроля остальных респондентов находится в диапазоне от 5 до 6.

Низкий уровень социального самоконтроля.

Люди с низким уровнем социального самоконтроля делают публикации в социальных сетях основываясь на собственных ощущениях и событиях из их жизни. Они публикуют контент о своей повседневной жизни и ярких событиях из жизни, не обращая внимания на активность других пользователей под их публикациями, и не стремясь стать популярными в социальных сетях. Однако, в большинстве (72%) им нравится, когда на их странице другие пользователи проявляют активность.

В основном (67%) свою страницу они стараются наполнять информацией о себе, при этом не вдаваясь в подробности и не стремясь приукрашивать собственную жизнь. В основном (89%) профили таких людей являются открытыми. Респонденты с низким уровнем социального самоконтроля счита-

ют, что мнение и представление о них, которое формируется у других пользователей, соответствует реальному образу респондентов.

Высокий уровень социального самоконтроля.

Люди с высоким уровнем социального самоконтроля при публикации контента также исходят из событий собственной жизни, однако большинство отдаёт предпочтение ярким событиям, происходящим в жизни, а не повседневной реальности. Половина респондентов с высоким уровнем самоконтроля приукрашивает информацию о себе. Для них также не имеет значения количество лайков и комментариев, и они не стремятся к популярности в социальных сетях.

Публикации на странице таких пользователей посвящены в большей степени отвлеченным темам, а не информации о себе. Свою же жизнь они описывают в нескольких общих предложениях. Респонденты с высоким уровнем социального самоконтроля также считают, что мнение других людей о них соответствует реальности.

Выводы:

1) При построении самопрезентации в социальных сетях люди в большей мере склонны описывать свою жизнь, подчеркивая яркие моменты, происходящие с ними, при этом не стремясь «подгонять» свой образ под актуальные тренды. Такая ориентация на самораскрытие может быть следствием того, что в социальных сетях любой пользователь Интернета, который может просматривать содержимое чужого профиля, может быть причислен к потенциальной аудитории. Таким образом, аудитория каждого человека очень многочисленна. Даже если человек закрывает свой профиль, он всё равно имеет аудиторию, которую составляют его «друзья» и подписчики. Наличие большой аудитории имеет положительную взаимосвязь с уровнем самораскрытия, который определяется как количеством публикуемого материала, так и наличием содержащейся в нем личной информации. При этом респонденты не пытаются приукрашивать свою жизнь, выстраивая самопрезентацию. Об этом также говорит тот факт, что большинство респондентов не прибегает к использованию специализированных программ при создании контента для улучшения картинки. Данный факт подтверждает результаты исследований, согласно которым в сетевой коммуникации человек конструирует не саму идентичность, а её «виртуальную оболочку», которая является проекцией реальной идентичности.

2) Большинство респондентов предпочитают публиковать о себе общие факты, не сильно углубляясь в подробности своей жизни и не подчеркивая свою принадлежность к какой-либо социальной группе. Это может быть связано с тем, что из-за наличия большой аудитории человек может быть озабочен негативной оценкой себя со стороны других людей, что может при-

водить к использованию защитных тактик самопрезентации и к повышенному контролю степени собственной откровенности при публикации контента.

3) Наиболее предпочтительным видом контента для публикации являются фото и видеоматериалы. Это может быть связано с общей тенденцией ухода от предоставления информации в виде текста. В начале исследования интернета Войскунский представлял виртуальное пространство в форме гипертекста, так как в то время люди отдавали большее предпочтение текстовым материалам. Однако сейчас всё больше людей предпочитают слушать и смотреть, а не читать, поэтому при публикации контента большинство респондентов выбирают фотографии (возможно с небольшими текстами) и короткие видеоролики.

4) Для большинства респондентов не важна активность других людей под собственными публикациями, то есть при публикации контента они руководствуются собственными чувствами и смыслами, а не желанием собрать как можно больше лайков.

5) Оптимальной частотой публикации контента в данной выборке является несколько публикаций в месяц. Можно предположить, что это некий оптимум между постоянной публикацией не очень интересного контента и очень редким появлением публикаций, что может привести к потере интереса со стороны аудитории. Выкладывая публикации несколько раз в месяц люди поддерживают интерес к своей персоне, не теряются из поля зрения, но при этом и не надоедают постоянным потоком слабого контента.

6) При оценке профилей других людей для большинства респондентов важным фактором является наличие фотографии. Это может говорить о том, что при наличии фотографии люди, просматривающие профиль, чувствуют большее доверие к человеку, так как видят его лицо, что может являться фактором открытости. Однако наличие фотографии может приводить так же к навешиванию ярлыков и предвзятости в дальнейшем общении. Интересно, что на вопрос о связи между количеством личной информации о человеке и уровнем доверия к нему большинство респондентов отметили, что эти два факта никак не связаны. Это может говорить с одной стороны о том, что респонденты могут не осознавать эту связь, а с другой – о том, что для них доминирующим фактором является общение с человеком, а не содержание его профиля. Также обстоит дело и с количеством друзей и подписчиков: большинство респондентов обращают внимание на это количество, однако не считают, что оно может отражать социальный статус человека или быть залогом комфортного общения с человеком.

7) Люди с высоким уровнем самоконтроля отдают предпочтение публикациям, в которых отражены яркие события из их жизни, в то время как люди с низким уровнем социального самоконтроля ориентируются на повседневную жизнь.

8) Люди с высоким уровнем самоконтроля публикуют контент на отвлекающие темы, а не информацию о себе, как люди с низким уровнем самоконтроля. При этом люди с высоким уровнем самоконтроля склонны приукрашивать информацию о своей жизни.

Литература

1. Амяга, Н.В. Самораскрытие и самопредъявление личности в общении. М.: Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук, 1991. С. 37-74.

2. Белинская, Е.П. Информационная социализация подростков: опыт пользования социальными сетями и психологическое благополучие. М.: Психологические исследования. 2013. Т.6. №30. С.5.

3. Гавриченко, О.В. Особенности самопрезентации в реальном и виртуальном пространстве представителей творческих профессий. М.: Вестник РГГУ. Серия «Психология. Педагогика. Образование», 2018. С. 96-114.

4. Boll M. *The Metaverse: What it is, where to find it, and who will build it.* <https://www.matthewball.vc/all/themetaverse>. 2020

5. Zarghooni, S. *A study of self-presentation in light of Facebook.* Institute of psychology, University of Oslo. 2001.

6. Zuckerberg M. *Mark in the metaverse.* <https://www.theverge.com/22588022/mark-zuckerberg-facebook-ceo-metaverse-interview>. 2021

Благодарности:

Работа выполнена в рамках проекта «Транзитивное и виртуальное пространства - общность и различия» 19-18-00516

ИЗМЕНЕНИЯ В ОТНОШЕНИЯХ В ПАРЕ ПРИ ИЗМЕНЕ ПАРТНЕРА**Кобелев Александр Викторович***психолог**ООО Медицинский центр «СИНЭПС»**(«Семейный институт независимой экспертизы, психотерапии и сексологии»)**г. Санкт-Петербург. Россия*

***Аннотация.** Межличностные отношения являются одной из важнейших проблем психологии и особенно социальной психологии. Личность индивида не может рассматриваться в отрыве от общества, в котором он живет, от системы отношений, в которых он находится. Отношения в паре, это система отношений, и, в ней есть измены. Именно этому будет посвящена настоящая статья.*

***Ключевые слова:** измена, партнерские измены, супружеские измены, межличностные отношения, адюльтер.*

Одним из первых исследователей данного вопроса стал советский психолог В.Н. Мясищев. Он указывал на то, что отношения являются одной из форм отражения личностью окружающей действительности. Формирование отношений в структуре личности человека происходит в результате отражения им на сознательном уровне сущности социальных объективно существующих отношений общества (Мясищев, 1995) и преобразования их в собственный субъективный образ. Отношения человека неодинаковы к различным объектам. Они избирательны, прежде всего, в эмоционально-оценочном смысле. Как отмечал В.Н. Мясищев, отношения представляют из себя сознательную, избирательную, основанную на опыте, психологическую связь человека с различными сторонами объективной действительности, выражающуюся в его действиях, реакциях и переживаниях (Мясищев, 1995). Отношения отдельного человека, как его сознательные избирательные связи являются продуктом индивидуального развития (Мясищев, 1995). Межличностные отношения подразделяются на ситуативные и устойчивые. Основными критериями разделения являются значимость отношений, их продолжительность (Мясищев, 1995), а так же устойчивость.

Когда женщина или мужчина, понимают и обнаруживают измену партне-

ра, то часто они винят не только партнера, но и себя, а так же окружающих. В то же время, окружение так же обвиняет их, кто мужчину, а кто и женщину. В общем, в этом окружении появляется тотальное и, часто, стойкое чувство вины. Даже тогда, когда кто то из них делиться своим состоянием, своим чувством и ситуацией, то другие, так же начинают предъявлять обвинения, а не разбираться в ситуации. Обвинения по типу: «значит ты виновата, или виновен» «не додал, не додала», «не контролировала, не контролировал», «много дал или дала свободы» и так далее. Эти обвинения, зачастую еще больше запутывают в чувствах ситуацию. Полностью взяв вину на себя, мы часто этим провоцируем повторные измены, дав другому своего рода «отпущение грехов». Принимая жертвенную роль в состоянии обвинения, партнеры принимают обвинение. Но, можно извлечь уроки, отказавшись от роли жертвы, которую навязывает сама ситуация. Будучи в своих глазах жертвой и считая, что имеем право вести себя как жертва, мы можем подпитывать этой эмоциональной энергией поведение партнера - «преследователя».

Никто не говорит о том, что к измене привела сама сложившаяся ситуация. И дело не в поведении партнера, а в принятом им решении. Только вот, как приняли он или она это решение, это другой вопрос, который требует анализа в работе с изменами и с ситуациями. В этом случае, будет работа уже с ситуацией и с тем, что к ней привело, а не поиск виноватых и виновных. Почти всегда, партнеры в этом случае не управляют ситуацией, и это очень трудно признавать. Можно быть идеальной женой или идеальным мужем, но у партнера может быть потребность изменять, например, для подтверждения своей сексуальной привлекательности. Когда женщина постоянно меняет партнеров – это не только про секс, а про то, что каждый следующий мужчина подтверждает ее исключительность: «Ты прекрасна», «я выбираю тебя», «ты лучше всех».

Часто человек «закрывает глаза» на ситуацию, не хочет понять, принять, узнать об этом, а тем более жить в этой ситуации и работать над ней. Это сложно, трудно, невыносимо больно, срабатывают защитные механизмы, подключается поведение избегания, не каждый «пойдет лоб в лоб» с имеющейся ситуацией. Многие рассчитывают на ее саморазрушение, самоокончание и так далее. Тут тоже много вопросов: готовы ли мы открыть глаза или мы хотим затуманивать свой взор, потому что очень страшно? Скорее всего, обнаружение связано с тем, что у обманутого партнера уже есть ресурс для сохранения или это случайность, что еще сложнее. Если женщина при потере партнера останется без средств, без жилья, скорее всего она будет долго «закрывать глаза» и создавать вид, что «ничего не случилось», «пройдет», «я его люблю» и т.д., то есть стараться не обнаруживать измену. Если для мужчины факт измены жены грозит колоссальным падением самоуважения, самоутверждения и в стереотипе поведения есть избегающие механизмы, то

он будет тоже, какое то время, отвергать эту ситуацию, убежать от нее, но проживать эмоционально в ней. Делать, он и она, будут это неосознанно, а под воздействием психологических защит. Так же, такой психологической защитой, является и сглаживание, изменение реали ситуации, например - рассуждения о том, что измена – это только секс и больше ничего. Не может быть любая измена без эмоций и каких либо переживаний, анализа, сравнения. Практически не бывает отношений «только секс», ровно как и отношений «секс по дружбе». Если уже есть секс, то это нечто большее.

При измене, поведение человека меняется, пусть не сразу, через какой либо латентный период оценок, выводов, анализа и другого, но меняется. Меняются основные жизненные сферы: перемена ценностей, представление о себе и представления о будущем, оно зачастую рушиться в том смысле, каким представлялось – крах будущего, себя и настоящего.

Ситуация складывается еще хуже, когда измена была, после чего, произошел, пусть хоть и небольшой, надлом отношений, но подорван уровень доверия и уверенности в этих отношениях, они не имеют уже той ценности, которая было до измены. Эти отношения заходят в тупик: обманутый никуда идти не видит смысла (он не виноват), а изменивший не хочет, говоря «я никуда не уйду». И кажется, что это то, чего хотелось, но никто не обещает перестать изменять. Пара остается с утраченным доверием и опытом разрушения иллюзий. Изменивший, контролирует ситуацию, а обманутый партнер утрачивает контроль над происходящим в принципе. Часто приходят клиенты и говорят: «Господи, мне так стыдно, я проверяю его телефон, я веду себя безумно и не могу с этим справиться». И это, в этой ситуации, нормально, человек находится в стрессе, в травме, пытается хоть как-то контролировать мир, ведь все рассыпается вокруг, земля из-под ног уходит. Пытается хотя бы в телефоне обнаружить, что он верен, чтобы поверить, успокоится и побороть страх. Да, могут клясться в любви и заверять, но нет никакого подтверждения, нет гарантий. Захочет изменять – будет изменять, не захочет – не будет, захочет уйти – уйдет, не захочет – не уйдет. А обманутый человек сидит в ситуации полностью развалившегося мира и только наблюдает, уйдет партнер или нет. И начинаются соматические проявления: изменяющий партнер появляется и кажется, что это радость, а у нее появляется «ком в горле» до пренебрежения и внутренней «рвота». Потому что, это трудно переварить, но можно пережить. Самая страшная вещь в поведении, в этой ситуации, это утрата контроля.

Чуть легче переживают измену люди, у которых есть устойчивая жизненная база. Они сконцентрированы только на психологических аспектах. Партнер, например, уходит, но как я была с детьми, работой, квартирой, так и остаюсь. Из-под контроля уходит одна сфера жизни, а не вся жизнь вообще. Это не значит, что психологически будет легко, но хотя бы не уйдет почва из под ног.

Часто партнер или партнерша, узнав об измене, начинают цепляться, эмоционально удерживать через жалость и обвинения, что является ошибкой. Главное при измене, не надо цепляться за партнера. Когда начинают цепляться, стремление убежать увеличивается во много раз. Держат, ограничивают свободу, при этом партнеру наоборот, хочется ее приобрести, то есть сбежать из этих обременяющих отношений. Не держите!!! Надо пусть идет. Но, пояснить и утвердить свое отношение к партнеру надо, этим партнер получает состояние выбора, то есть состояние свободы, свободы выбора, а вместе с ним ответственность за свой выбор. Разные пары из ситуации измены, выходят по-разному. Одним так и не удается справиться с этим и начать «жизнь после измены», не удается оставить позади этот эпизод, другие отвлекаются от него, не поднимаясь на новый уровень, а третьи выходят из испытания преобразенными.

Когда пара застревает в этом прошлом, партнеры живут в глубоком чувстве обиды. Конечно, чувство обиды больше у обманутого партнера, и, именно, по его инициативе они обращаются за помощью, либо он обращается один. Обманутый партнер на консультации стремиться найти в психотерапевте, как бы свидетеля своего мученичества или даже защитника. Этим самым стремиться подтвердить свой статус жертвы, из которого следуют некоторые выгоды: сочувствие окружающих, удовольствие осуждать «отступника», иногда «индальгенция» на собственную неверность». Отсюда начинает проследиваться мстительность, стремление наказать партнера и закручивается порочный круг отношений, который очень трудно разомкнуть.

Измена вызывает боль, боль через чувство обиды и вины, как если бы обманутый партнер сам был недостаточно хорош, чтобы заслужить любовь. Но если он останется в этом состоянии, то не сможет развиваться в рамках пары. Взять на себя свою часть ответственности за случившееся — значит вновь стать хозяином своей жизни. С чувством вины поможет бороться ответственность, ответственность за судьбу пары, судьбу отношений. Если партнеры закрывают глаза на измену и замалчивают, то молчание, становится основой отношений и, в этом случае, технически и формально отношения могут жить, а теплота и психологический комфорт в отношениях умирают. Невьясненная, непроясненная ситуация, угрожает доверию и часто приводит к «забвению» партнеров. Они избегают этих разговоров, щекотливых моментов и поддерживают лживое благополучие. Отношения становятся поверхностными, формальными, ограничивающиеся страхом углубления и прояснения ситуации. В этом состоянии пара существует, но не развивается, ни в чувственном, ни коммуникативном, ни в интеллектуальном плане. Наступает период «замораживания» отношений в паре, после которого, трудно, а иногда и не возможно, «оттаять». Зачастую, такие отношения – молчания в паре, рано или поздно «оттаивают» взрывам, разруши-

тельным взрывом эмоций и чувств, всех тех чувств, которые так тщательно умалчивались. Это и может стать окончательным разрывом отношений или поводом открыто поговорить. Паре необходимо разделить друг с другом ответственность за испорченные отношения и не бояться искать причины неверности в прошлом, быть готовыми услышать, чего именно искал партнер, когда совершил измену. Интересоваться его чувствами и открыто говорить о своих. Вдвоем обсудить первоначальный «договор», на котором была основана совместная жизнь, и при необходимости внести в него поправки. Задуматься о том, какой верности мы требуем от партнера.

Начать снова отношения очень трудно, трудно принять и понять истинные цели и желания обоих, в том числе и сексуальные, а тем более найти компромисс и принять без протеста и осуждения. Пары, которые выходят из этого испытания, становятся более зрелыми и приобретают динамику отношений. Такие пары начинают понимать, что телесная неверность может сосуществовать с верностью сердца, и вместе стараются решить возникающие проблемы и брать ответственность за них. Пары выходят на такой новый уровень отношений, но только при условии: один прощает другого, а тот искренне хочет, чтобы его простили, и просит прощения и/или показывает его своим поведением. И это не обязательно тот, кто изменил, это взаимный процесс, в котором развивается культура психологического общения и контакта, чувствительность к потребностям другого. Это лучший вариант выхода из кризиса, а также профилактика неверности. Если в паре постоянно укреплять и развивать отношения, работать над ними, то отношения будут иметь динамику, то есть будут жить и развиваться.

МЕТОДЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПСИХОЛОГА С ПОДРОСТКАМИ С ОСОБЫМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ

Кочина Ксения Константиновна

педагог-психолог

КФУ имени В. И. Вернадского

Аннотация. В статье рассмотрены особенности профессиональной ориентации детей с особыми образовательными потребностями, в частности детей с задержкой психического развития. Выделены основные формы профессиональной ориентации таких детей. Отмечена специфика психологического сопровождения профессии профессионального самоопределения подростков с особыми образовательными потребностями.

Ключевые слова: ограниченные возможности здоровья, особые образовательные потребности, инклюзивное образование, профессиональная ориентация.

Annotation. The article discusses the features of vocational guidance for children with special educational needs, in particular children with mental retardation. The main forms of professional orientation of such children are singled out. The specificity of the psychological support of the profession of professional self-determination of adolescents with special educational needs is noted.

Keywords: limited health opportunities, special educational needs, inclusive education, vocational guidance.

Современная система образования ориентирована на удовлетворение образовательных потребностей детей из различных категорий. При этом особое значение имеет привлечение к общеобразовательному и профессиональному образованию детей с особыми образовательными потребностями. Эта категория включает в себя лиц с инвалидностью и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Обучение таким детей возможно в нескольких формах:

1. Семейная форма обучения. Здесь ребенок обучается непосредственно дома. В задачи школы здесь входит организация проверочных работ и их оценка. На этой форме чаще всего обучаются дети со сложными множественными нарушениями развития;

2. Надомное обучение. Эта форма предполагает посещение школы, полноценное участие в образовательном процессе по индивидуальной адаптированной образовательной программе, в индивидуальном формате. Здесь могут обучаться дети в ситуации невозможности усвоения учебного материала на общую массу;

3. Инклюзивное образование. Ребенок имеет инвалидность и обучается в общеобразовательном классе, если прослеживается нарушение темпа психического развития или умственная отсталость, для ребенка разрабатывается индивидуальная образовательная программа;

4. Специальные коррекционные классы. Эти классы организуются в рамках общеобразовательной школы, программа является адаптированной, но разрабатывается на класс в целом. Сегодня в общеобразовательных школах часто встречаются коррекционные классы для детей с задержкой психического развития [4].

Для детей с особыми образовательными потребностями, в частности детей с ЗПР, имеет особое значение не только получение основного общего образования, а и возможность ведения полноценной профессиональной деятельности. Профессиональное самоопределение является сложным и многоплановым процессом для детей с ЗПР при этом трудности испытывают, как дети, так и их родители. В процессе профессиональной ориентации детей с ЗПР важно формировать у детей четкое представление о своих умениях и способностях, активное отношение к себе, мотивацию получения востребованной специальности, отвечающей их возможностям.

Завершение обучения в школе предполагает выход в самостоятельную жизнь для этого ребенку уметь выстраивать конструктивные отношения с окружающими, строить жизненную перспективу согласно своим возможностям. Справиться с этой задачей могут не все нормативные дети, а дети с ОВЗ испытывают еще большие трудности, что определяет актуальность компетентной и комплексной психологической помощи в профессиональной ориентации для этой категории выпускников.

Следовательно, на процесс профессиональное самоопределение оказывает воздействие ряд факторов:

1. Уровень поддержки и осознание психофизиологических особенностей родителями;
2. Подбор профессии согласно специфике состояния здоровья;
3. Адекватная оценка своих знаний, умений и навыков;
4. Информационная осведомленность о различных профессиях, что помогает найти подходящую профессию;
5. Комплексное психолого-педагогическое сопровождение специалистов.

Исходя из этого, отметим основные формы профессиональной ориен-

тации детей с задержкой психического развития в коррекционных классах общеобразовательной школы (Рис. 1).

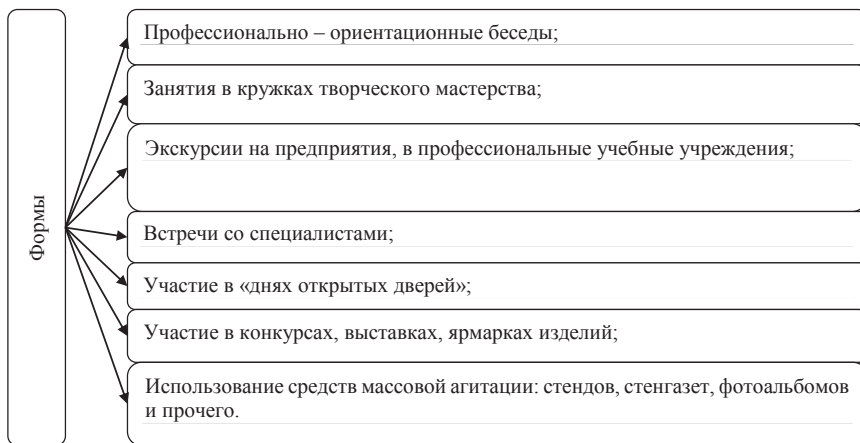


Рисунок 1. Формы профориентационной деятельности

Отметим, что для детей с особыми образовательными потребностями в процессе выбора профессии значимым является поддержание мотивационного компонента определения профессионального пути. Более того информационное просвещение о специфике той или иной профессии позволит выбрать профессию согласно своим индивидуальным психофизиологическим особенностям [1].

Следовательно, профориентационная деятельность с обучающимися с ограниченными возможностями здоровья должна строиться в системе индивидуального подхода, где групповая форма работы становится менее актуальной. Перед началом профориентационной работы важно познакомить обучающихся с результатами диагностического исследования их психологических особенностей.

С детьми с особыми образовательными потребностями профориентация должна проводиться в рамках двух направлений:

1. Ознакомление с рынком труда, об актуальном и перспективном спросе на предлагаемые профессии в конкретном районе проживания детей, наличие образовательных организаций высшего образования этого профиля;

2. Профориентационное консультирование. Это направление психологической работы включает в себя корреляцию между выбранной профессией и имеющими знаниями и умениями детей [3].

Отметим, что выделяются наиболее актуальные методы работы профессиональной ориентации подростков с особыми образовательными потребностями:

1. Проведение консультаций на профориентационные темы: «специфика современного рынка труда», «Способность планировать», «Психологические трудности выпускников при выборе профессии», «способы профессионального образования»;

2. Направление обучающихся на дни открытых дверей в рамках предпочитаемых профессий в профессиональные образовательные учреждения;

3. Проведение психологических мастер-классов по определению личностной предрасположенности к различным типам профессиональной деятельности;

4. Оформление информационных стендов с рекомендациями психолога по выбору профессии;

5. Организация диагностической работы для определения личностной предрасположенности к разного рода профессиям, специфики личностной организации, личностных черт, к которым предъявляются требования в рамках разных профессий [2].

Таким образом, профессиональная ориентация детей с особыми образовательными потребностями в рамках деятельности педагога-психолога школы в первую очередь заключается в предоставлении возможности детям реально оценить свои личностные и психофизиологические особенности. Так как именно к личностным качествам предъявляется большое количество требований в некоторых профессиях. При этом формирование объективного отношения к своим возможностям и особенностям здоровья так же являются важным направлением для профориентационной работы, так как дети с особыми образовательными потребностями не всегда способны самостоятельно объективно оценить их. Исходя из этого индивидуальная работа должна преобладать над групповой, а среди основных методов психологического сопровождения процесса самоопределения таких детей важно выделить мастер-классы, консультации, информационную работу и групповые тренинги для отработки важных личностных умений.

Список использованных источников

1. Иванова, Е.М. Основы психологического изучения профессиональной деятельности / Е.М. Иванова. – М.: Изд-во МГУ, 2018. – 132 с.

2. Маллер, А.Р. Дети с нарушением интеллекта: социально-трудовая адаптация [Текст] / А. Р. Маллер. – М., 2010. – 123 с.

3. Орёл, В.Е. *Психологические основы профориентационной работы со школьниками* / В.Е. Орёл, 2010, – 83 с.

4. Платонов, К.К. *Проблемы способностей* / К.К. Платонов. – М., 2019. – 312с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА ШКОЛА МАСТЕРСТВА «ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ»

Каменских Татьяна Григорьевна

доктор медицинских наук, заведующий кафедрой

Веселова Екатерина Викторовна

кандидат медицинских наук, доцент

Борисов Андрей Владимирович

кандидат медицинских наук, ассистент

Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского

Аннотация. *Преимущество практических знаний и умений и непрерывность образовательного процесса обеспечивается работой обучающихся на клинических базах кафедр.*

Особенностью преподавания клинических дисциплин является формирование клинического мышления, интеграции учебного, воспитательного, научного процесса в личность будущего специалиста.

Целью образовательного проекта Школы мастерства «Лазерные технологии в офтальмологии» является предоставление обучающимся, продемонстрировавшим углубленные знания сформированных в рамках дисциплины «Офтальмология» компетенций, возможности получения дополнительных умений и уникальных владений с последующим применением их в сферах профессиональной деятельности.

Студенты изучают теоретические основы применения лазерного излучения в офтальмологии, применение лазерного излучения в диагностике, терапевтическом и хирургическом лечении заболеваний зрительной системы. Изучение обучающимися разделов хирургического лечения патологии органа зрения (рефракционная хирургия, хирургия переднего и заднего отрезка глаза при различных заболеваниях) сопровождается демонстрацией пациентов и посещением операционных малыми группами.

Особое внимание при освоении программы уделяется практической работе обучающихся и дополнительной интегративной и образовательная деятельности студентов.

Таким образом, проект Школа мастерства позволяет студенту определиться с будущей специализацией, получить широкие теоретические и практические навыки в выбранной специальности, реализовать свой

потенциал и лидерские качества.

Ключевые слова: *Школа мастерства, лазеры, офтальмология*

Практическое здравоохранение требует от высших учебных заведений качественного профессионального образования на основе сочетания его фундаментальности, высокой квалификации профессорско-преподавательского состава, непрерывности процесса подготовки и профессионального развития специалистов в области здравоохранения. В условиях непрерывного развития и совершенствования технических средств, здравоохранение нуждается в высокотехнологичной наукоемкой медицинской помощи, разработке новых диагностических и лечебных технологий, эффективной реализации инноваций в образовании и науке.

Преимущество практических знаний и умений и непрерывность образовательного процесса обеспечивается работой обучающихся на клинических базах кафедр. Дисциплины изучаются через предмет, что создает тесную взаимосвязь между полученными теоретическими знаниями и практическими умениями [1].

Особенностью преподавания клинических дисциплин является не просто подача информации для изучения, а формирование клинического мышления, направленного на переработку полученной информации, применении ее на практике, дополнение ее новыми знаниями и умениями при необходимости [2]. Интеграции учебного, воспитательного, научного процесса в личность будущего специалиста способствует совместная работа обучающегося и практикующего врача [3].

Обучение врача-специалиста приобретает все более персонифицированный, индивидуализированный подход. Образовательный процесс требует постоянного профессионального роста [4], применения новых современных образовательных технологий, непрерывной интеграций современных информационных технологий в педагогический процесс, повышения практической направленности обучения, выхода за рамки основного учебно-методического комплекса [5, 6].

Необходимость подготовки специалистов самого высокого уровня для клинического звена, формирования высококлассных исследователей нового поколения уже на студенческой скамье, а также выявления талантливых студентов и предоставления им возможности реализовать свой потенциал и лидерские качества, привела к запуску проекта Школа мастерства.

Образовательный проект «Школы мастерства» запустили в 2013 году в Первом МГМУ имени И.М. Сеченова. В первый год по результатам конкурсного отбора было сформировано 10 школ для студентов 4-6 курсов лечебного факультета. С каждым годом росло количество действующих школ мастерства, так же, как количество студентов, желающих участвовать в про-

екте. Так, к 2016 году действовало 15 школ мастерства, к 2018 году – 43 школы, а к 2020 году состоялся набор на 63 школы мастерства различного профиля.

В 2021 этот проект стартовал в СГМУ им. В.И. Разумовского, по результатам конкурсного отбора было сформировано 10 Школ мастерства, в том числе Школа мастерства «Лазерные технологии в офтальмологии».

Целью образовательного проекта Школы мастерства «Лазерные технологии в офтальмологии» является предоставление обучающимся, продемонстрировавшим углубленные знания сформированных в рамках дисциплины «Офтальмология» компетенций, возможности получения дополнительных умений и уникальных владений с последующим применением их в сферах профессиональной деятельности.

В ходе обучения студенты получают знания об основных закономерностях развития и функционирования органа зрения, о применении современных лазерных технологий в лечении и профилактике наиболее распространенных глазных заболеваний. Особое внимание уделяется умениям применять полученные знания при решении клинических задач с использованием современных методов обследования органа зрения.

В процессе освоения программы Школы мастерства обучающиеся приобретают знания о работе зрительной системы в норме и при различных патологических состояниях, обучиться умению ориентироваться в лечении и профилактике важнейших глазных заболеваний, получают навыки анализа результатов клинических и функциональных исследований. Также обучающиеся приобретают навыки аналитической работы с информацией (учебной, научной, нормативно-справочной литературой и другими источниками), с информационными технологиями и диагностическими методами исследованиями.

Школа мастерства предназначена освоения обучающимися по программе специалитета (5 или 6 курс) по специальностям Лечебное дело и Педиатрия. Обучающиеся зачисляются в Школу мастерства по результатам конкурсного отбора.

Обучающийся, освоивший программу Школы мастерства, приобретает набор знаний, умений и владений. Обучающийся должен знать, что такое лазер, его разновидности, заболевания, которые лечатся с помощью различных видов лазерного излучения, а также показания для назначения лазерного лечения и технику выполнения некоторых видов лазерного лечения. Обучающийся должен уметь диагностировать у больного заболевание, требующее лазерного лечения, и составить план обследования и лечения пациента. Владеть обучающийся должен базовыми технологиями преобразования информации (текстовыми и табличными редакторами, поиском в сети Интернет), навыками постановки предварительного диагноза на основании результатов

обследования и техникой применения медицинских изделий, предусмотренных порядками оказания медицинской помощи.

Проект Школа мастерства позволяет углубить и расширить компетенции, сформированные в рамках дисциплины «Офтальмология» согласно учебно-му плану по специальности 31.05.01 Лечебное дело или 31.05.02 Педиатрия.

Длительность обучения составляет 1 год, занятия в Школе мастерства проводятся 1 раз в неделю по 3 или 4 академических часа согласно расписанию, всего 108 часов за учебный год.

Рабочая программа проекта Школы мастерства «Лазерные технологии в офтальмологии» предусматривает 8 разделов, занятия проводятся в виде лекций, семинаров и практических занятий по каждой теме с обязательным клиническим разбором пациентов.

Студенты изучают теоретические основы применения лазерного излучения в офтальмологии, применение лазерного излучения в диагностике, терапевтическом и хирургическом лечении заболеваний зрительной системы. Изучение обучающимися разделов хирургического лечения патологии органа зрения (рефракционная хирургия, хирургия переднего и заднего отрезка глаза при различных заболеваниях) сопровождается демонстрацией пациентов и посещением операционных малыми группами. Рабочей программой также предусмотрен контроль знаний обучающихся в форме промежуточной и итоговой аттестации. Промежуточная аттестация проводится 1 раз в учебный семестр в виде устного собеседования по контрольным вопросам, итоговая аттестация проводится 1 раз в учебный год в виде устного собеседования по контрольным вопросам.

Помимо аудиторной работы, предусмотрена и внеаудиторная (самостоятельная) работа обучающихся, которая включает в себя подготовку к учебным занятиям, работу с источниками информации, выполнение дополнительных заданий, научно-исследовательскую работу и подготовка к конкурсам и учебным диспутам.

Особое внимание при освоении программы уделяется практической работе обучающихся и дополнительной интегративной и образовательной деятельности студентов. Посещение лазерных операционных малыми группами (не более двух человек) и посещение офтальмологического приема пациентов (малыми группами не более двух человек) позволяет обучающимся применить полученные на занятиях знания, а выполнение лечебно-диагностических манипуляций (после посещения центра практических навыков и обучения на муляжах) позволяет приобрести требуемые умения. В настоящее время в образовательный процесс планируется внедрить симулятор работы в лазерной операционной в виде компьютерной программы с разветвленным алгоритмом работы и запрограммированными осложнениями при неправильных манипуляциях. Такой подход позволит обучающимся

лучше отработать полученные умения, а также получить навыки быстрого реагирования на внештатные ситуации, что необходимо для формирования клинического мышления.

Участие студентов в олимпиадах по офтальмологии позволяет им получить новые знания, проверить и критически оценить свои возможности, определить и развить свои способности и интересы. Соревновательный характер олимпиады помогает сформировать клиническое мышление, самореализоваться и повысить свою самооценку.

Научная работа обучающихся предусматривает участие в научных исследованиях с разной степенью вовлеченности (выполнение научной работы в команде из 2-3 человек, работа индивидуально под контролем научного руководителя, работа совместно с врачом-исследователем). Выполнение научной работы позволяет более глубоко изучить выбранный раздел офтальмологии, получить определенные практические и теоретические навыки и знания. Участие в научно-практических конференциях для врачей в качестве слушателей, в конференциях для студентов и ординаторов в качестве докладчиков позволяет получить умение четко и ясно выражать свои мысли, оформлять и презентовать результаты проведенной научной работы.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы представлено интернет-ресурсами, печатными и электронными источниками. Материально-техническое обеспечение программы представлено щелевыми лампами, муляжами глаза, офтальмоскопами, а также лечебно-диагностическим оборудованием клиники глазных болезней. Клиническая база кафедры оснащена самым современным специализированным оборудованием, позволяющим обучающимся осваивать навыки, предусмотренные профессиональной деятельностью.

Проект Школа мастерства предоставляет обучающимся уникальную возможность погрузиться в избранную специальность. Обучение имеет практико-ориентированный вектор образовательного процесса, студенты работают с ведущими специалистами практического здравоохранения. Индивидуализация образовательного процесса способствует более глубокому изучению дисциплины, выявлению разделов, требующих дополнительной проработки, и, в итоге, повышению качества образования.

Успешное освоение программы школы мастерства даёт возможность расширить индивидуальное портфолио дополнительными профессиональными компетенциями, направленными на выполнение трудовых функций в сфере профессиональной деятельности.

Таким образом, проект Школа мастерства позволяет студенту определиться с будущей специализацией, получить широкие теоретические и практические навыки в выбранной специальности, реализовать свой потенциал и лидерские качества.

Конфликт интересов не заявляется.

References (Литературы)

1. Osetrov AS. *On current aspects of improving the teaching of neurology in medical schools. International Journal of Applied and Fundamental Research* 2014; (6): 19–22. Russian (Осетров А. С. Об актуальных аспектах совершенствования преподавания неврологии в медицинских вузах. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований* 2014; (6): 19–22).

2. Romantsov MG, Melnikova IYu, Shamsheva OV. *The role of the university teacher in improving the system of national medical education at the stage of its reform. Children's Infections* 2013; 12 (4): 63–7. Russian (Романцов М. Г., Мельникова И. Ю., Шамшеева О. В. Роль преподавателя вуза в совершенствовании системы национального медицинского образования на этапе его реформирования. *Детские инфекции* 2013; 12 (4): 63–7).

3. Khojayan AB, Agranovich NV. *Features of the organization of effective self-educational activities of students in a medical university. Basic Research* 2011; (11): 149–53. Russian (Ходжаян А. Б., Агранович Н. В. Особенности организации эффективной самообразовательной деятельности студентов в медицинском вузе. *Фундаментальные исследования* 2011; (11): 149–53).

4. Peck C, McCall M, McLaren B, et al. *Continuing medical education and continuing professional development: international comparisons. BMJ Education and Debate* 2000; (320): 432–5.

5. Maltseva AN. *Modern methods in the educational process of a medical university. Modern Problems of Science and Education* 2019; (4). Russian (Мальцева А. Н. Современные методы в учебном процессе медицинского вуза. *Современные проблемы науки и образования* 2019; (4). URL: <http://www.science-education.ru / ru / article / view?id=29040> (дата обращения: 01.09.2020).

6. Petruneva RM. *Individually-oriented organization of the educational process: illusions and reality. Higher Education in Russia* 2011; (5): 65–70. Russian (Петрунева Р. М. Индивидуально-ориентированная организация учебного процесса: иллюзии и реальность. *Высшее образование в России* 2011; (5): 65–70).

ЦИРКАДНЫЙ РИТМ СИСТОЛИЧЕСКОГО АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЯЖЕСТИ ТЯЖЕЛОЙ СОЧЕТАННОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ ДО ТРЕХ ЛЕТ

Мухитдинова Хура Нурутдиновна

доктор медицинских наук, профессор

Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников

***Аннотация.** Обнаружена прямая связь необходимости респираторной поддержки преимущественно от тяжести повреждения головного мозга при тяжелой сочетанной черепно-мозговой травме (ТСЧМТ) у детей младенческого возраста. Показатели мезора циркадного ритма САД в 1 сутки существенно не различались по группам, что было обусловлено своевременностью и адекватностью противошоковых, этиопатогенетически обусловленных мероприятий, включая хирургическую коррекцию внутричерепного давления (ВЧД), гемостатическую, обезболивающую терапию. Выявлено повышение показателя мезора циркадного ритма САД на 27 сутки на 14 % ($p < 0,05$), что характеризовало пролонгированную стрессовую реакцию на тяжелую травму в 3 самой тяжелой группе детей. Различие между максимальным и минимальным значением САД в 1 сутки соответствовало тяжести повреждения мозга, то есть чем больше повреждение, тем более выражена нестабильность САД в 1 сутки, достигая 65 мм РТ ст у самых тяжелых пациентов.*

***Ключевые слова:** циркадный ритм, систолическое давление, тяжелая сочетанная черепно-мозговая травма, дети*

Актуальность

По данным многих авторов, тяжелая ЧМТ является независимым предиктором неблагоприятного исхода сочетанных повреждений, значительно повышая вероятность летального исхода. При этом причины смерти были связаны с ЧМТ в 67,8 %, с другими повреждениями — в 6,6 %, с теми и другими причинами — в 25,6 % случаев. Наиболее неблагоприятное влияние на исход сочетанной черепно-мозговой травмы в первые трое суток после травмы оказывают черепно-мозговые повреждения, особенно тяжелые ушибы головного мозга с компрессией на фоне субарахноидального кровоизлияния и субдуральных гематом, сопровождающихся переломами свода и

основания черепа. Однако в литературе недостаточно информации по влиянию тяжелой СЧМТ на гемодинамику в аспекте фазовой характеристики циркадных ритмов [1-3].

Цель работы

Изучить и дать оценку изменениям циркадного ритма систолического артериального давления после ТСЧМТ в младенческом возрасте.

Материал и методы исследования

Из 18 детей (табл.1) с диагностированной тяжелой сочетанной черепно-мозговой травмой (ТСЧМТ), поступивших в республиканский центр экстренной медицинской помощи в младенческом возрасте (до 3 лет) 7 пациентов находились на интенсивной терапии в условиях ОРИТ на протяжении $5,9 \pm 1,3$ суток, 6 пациентов $14 \pm 1,7$ дней, 5 больных $31,2 \pm 5,3$, что и послужило основанием для создания рандомизированных групп по тяжести состояния. Различия достоверно ($p < 0,05$).

Таблица 1.

Характеристика больных ТСЧМТ поступивших в возрасте до 3 лет

Группы	кд в ОРИТ	кол. больн.	Пол Муж.	возраст	ДТП	катастрофа	травм шок 2 ст	Оперир. при поступл.	кд в стац.
1	$5,9 \pm 1,3$	7	4.	$20,8 \pm 7,8$	71% (5)	29% (2)	71% (5)	71% (5)	$15,2 \pm 7$
2	$14 \pm 1,7$	6	4	$23,1 \pm 4,7$	50% (3)	50% (3)	83% (5)	66% (4)	20 ± 4
3	$31,2 \pm 5,3$	5	3	$18,2 \pm 4,6$	80% (4)	20% (1)	100% (5)	100% (5)	$37,4 \pm 5,3$

Существенных различий по антропометрическим данным, возрасту, половой принадлежности, количеству дней, проведенных на стационарном лечении не выявлено. Обращает внимание более тяжелый характер сочетанной травмы в связи с катастрофой во 2 группе (50%).

В 1 группе (табл.2) преобладала частота ЗЧМТ (71%), сотрясение головного мозга (28%), и количество операций в первые сутки после травмы составило 71%.

Таблица 2.

Тяжесть состояния при поступлении обусловлена

Диагноз	1 группа	2 группа	3 группа
Закрытая черепно-мозговая травма (ЗЧМТ)	71% (5)	33% (2)	100% (5)
Открытая черепно-мозговая травма (ОЧМТ)	28% (2)	66% (4)	0
Ушиб головного мозга тяжелой степени (ТУГМ)	14% (1)	50% (3)	100% (5)
Ушиб головного мозга средней степени тяжести	14% (1)	16% (1)	0
Ушиб головного мозга легкой степени	14% (1)	16% (1)	0
Сотрясение головного мозга	28% (2)	16% (1)	0
Субарахноидальное кровоизлияние (САК)	28% (2)	16% (1)	100% (5)
перелом теменно-височной кости с переходом на основание черепа	14% (1)	48% (3)	60% (3)
перелом ребра с разрывом легкого	28% (2)	16% (1)	0
разрыв левой доли печени	28% (2)	32% (2)	0
Разрыв правой доли печени	0	16% (1)	20% (1)
Ушиб печени	14% (1)	16% (1)	20% (1)
Перелом ключицы	14% (1)	16% (1)	0
Перелом бедренной кости со смещением	28% (2)	16% (1)	0
Перелом обеих бедренных костей	28% (2)	0	0
Закрытый перелом перелом седалищной кости	14% (1)	16% (1)	0
Травматический шок 2 степени	71% (5)	66% (4)	80% (4)
Травматический шок 3 степени	0	16% (1)	20% (1)
Оперированы в день поступления	71% (5)	66% (4)	100% (5)

Во 2 более тяжелой группе преобладало количество ОЧМТ (66%), частота ТУГМ (50%), перелом теменно-височной кости с переходом на основание черепа (48%), тяжесть травматического шока. В наиболее тяжелой 3 группе в 100% тяжесть состояния при поступлении была обусловлена ЗЧМТ, ТУГМ, САК, травматическим шоком. В 1 группе из 5,9±1,3 дней проведенных в ОРИТ только 1 больной из 7 был на ИВЛ на протяжении 3 суток в режиме СМV, с последующей экстубацией по восстановлению спонтанного дыхания. Во 2 и 3 группах все пациенты переведены на ИВЛ по показаниям. В последующем из проведенных в ОРИТ 14,6±1,7 суток средний показатель ИВЛ в режиме СМV во 2 группе осуществлен в течение 6,8±2,2 суток, SIMV 1,75±0,8, СРАР у 1 больного – 1 сутки, продолжительность спонтанного дыхания составила 7±1,6 суток. В 3 группе ИВЛ в режиме СМV трем больным проводили в течение 17±3 суток, SIMV 9,5±4,6 суток, СРАР 2,5±1,5 суток,

спонтанное дыхание $34 \pm 9,5$ суток. Таким образом, отмечена прямая связь необходимости респираторной поддержки преимущественно от тяжести повреждения головного мозга. Все пациенты выписаны с улучшением или переведены в реабилитационный центр.

Результаты и их обсуждение

Изучена и дана оценка фазовой структуре циркадного ритма САД в остром периоде ТСЧМТ в младенческом возрасте.

Таблица 3.

Динамика мезора циркадного ритма систолического артериального давления

Дни	1 группа	2 группа	3 группа
	7 больных	6	5
1	95,5±7,5	96,3±10,2	99,8±6,5
2	93,2±3,6	97,0±3,3	98,9±2,5
3	97,6±2,6	98,6±1,8	101,1±5,6
4	99,0±3,3	101,9±1,9	99,6±3,6
5	97,9±2,5	102,5±2,2	100,3±4,2
6	100,8±2,5	102,3±2,3	95,4±2,9
7	97,1±2,9	102,2±2,3	97,5±1,7
8		108,7±3,4	101,3±3,7
9		101,7±2,9	98,5±2,1
10		98,0±1,2	106,7±3,9**
11		99,2±1,6	96,7±3,4
12		101,3±1,0	104,3±1,9**
13		98,6±1,9	97,7±2,3
14		95,6±2,5	98,9±2,9
15		99,2±2,3	97,8±4,5
16			97,0±3,6
17			94,2±2,6
18			95,3±2,3
19			98,2±3,4
20			99,0±3,0
21			96,7±2,3
22			97,5±2,9

23			96,8±2,1
24			94,4±2,2
25			95,6±2,1
26			99,3±4,1
27			114,2±6,0*
28			107,7±2,9
29			101,4±2,9
30			99,9±3,7

*-достоверно относительно показателя в 1 сутки.

**-достоверно относительно показателя во 2 группе

Как представлено в табл.3, показатели мезора циркадного ритма САД в 1 сутки существенно не отличались, что было обусловлено своевременностью и адекватностью противошоковых, этиопатогенетически обоснованных мероприятий, включая хирургическую коррекцию внутричерепного давления (ВЧД), гемостатическую, обезболивающую терапию. В последующие дни САД было стабильным в 1 и 2 группах. Только у пациентов 3 группы выявлено повышение показателя мезора циркадного ритма САД на 27 сутки на 14 % ($p < 0,05$), что характеризовало пролонгированную стрессовую реакцию на тяжелую травму.

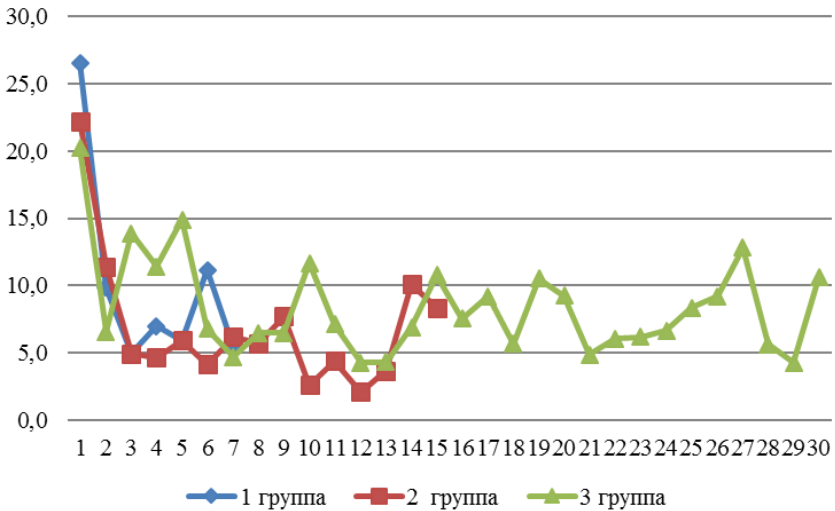


Рисунок 1. Динамика мезора циркадного ритма САД при ТСЧМТ до 3 лет

Динамика мезора циркадного ритма САД (рис.1) представляла собой волнообразную кривую, укладывавшаяся в 1 группе в двуфазную волну с околонедельным периодом колебания, во 2 группе длина первой волны увеличилась до 10 суток, в 3 группе первая волна низкоамплитудная 8 суток, за которой следовали деформированная – 9 суток, низкоамплитудная -8 суток и высокоамплитудная деформированная до 30 суток. Несмотря на тяжесть повреждения головного мозга, сохранялась тенденция околонедельных биоритмов регуляции кровообращения, сердечного выброса у детей 3 группы.

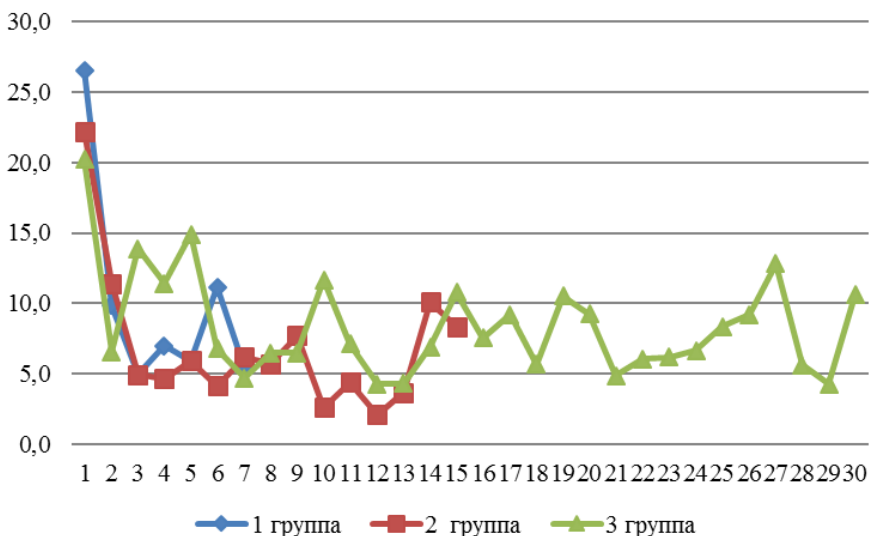


Рисунок 2. Амплитуда циркадного ритма САД до 3 лет, мм.рт.ст.

Амплитуда суточных изменений САД была наибольшей в 1 сутки у всех исследуемых. В последующие дни уменьшаясь до 5-10 в 1 и 2 группах. В 3 группе на 3-8 сутки, достигая 15 мм рт ст (рис.2).

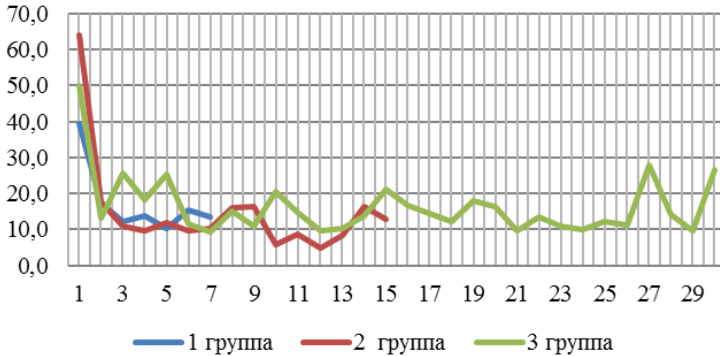


Рисунок 3. Размах суточных изменений САД при ТСЧМТ до 3 лет

Несмотря на близкий к нормальному уровню средний САД в 1 сутки обнаружен значительный размах перепадов САД, составивший в 1 группе 40мм РТ ст., во 2 – 50 мм рт ст, в 3 – 65 мм рт ст (рис.3). То есть, различие между максимальным и минимальным значением САД в 1 сутки соответствовало тяжести повреждения мозга, чем больше повреждение, тем более выражена нестабильность САД в 1 сутки, проявляющаяся увеличением размаха суточных колебаний САД до 65 мм РТ ст у самых тяжелых пациентов.

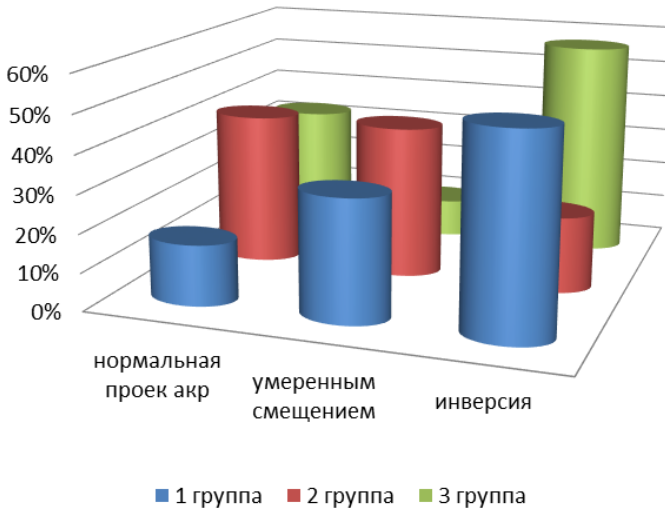


Рисунок 4. Продолжительность смещений акрофазы циркадного ритма САД

Как представлено на рис.4, инверсия циркадного ритма САД оказалась наиболее продолжительной в 3 группе, продолжаясь на протяжении 17 (57%) суток, в то время как во 2 группе – 3, в 1 – 4 суток.

Вывод

Отмечена прямая связь необходимости респираторной поддержки преимущественно от тяжести повреждения головного мозга. Показатели мезора циркадного ритма САД в 1 сутки сутки существенно не отличались, что было связано со своевременностью и адекватностью противошоковых, этиопатогенетически обусловленных мероприятий, включая хирургическую коррекцию внутричерепного давления (ВЧД), гемостатическую, обезболивающую терапию. Выявлено повышение показателя мезора циркадного ритма САД на 27 сутки на 14 % ($p < 0,05$), что характеризовало пролонгированную стрессовую реакцию на тяжелую травму. Различие между максимальным и минимальным значением САД в 1 сутки соответствовало тяжести повреждения мозга, чем больше повреждение, тем более выражена нестабильность САД в 1 сутки, достигая 65 мм РТ ст у самых тяжелых пациентов. Инверсия циркадного ритма САД оказалась наиболее продолжительной в 3 группе, продолжаясь на протяжении 17 (57%) суток, в то время как во 2 группе – 3, в 1 – 4 суток.

Источники

1. <https://vbg.ru/cough/sochetannaya-cherepno-mozgovaya-travma-sochetannaya-cherepno-mozgovaya-i/>
2. <https://golovaibolit.ru/chmt/chmt-u-detej>
3. <https://ymkababy.ru/good-to-know/sochetannaya-cherepno-mozgovaya-travma-sochetannaya-cherepno-mozgovaya.html>

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ АРТРОСКОПИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЙ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОГО КРУЗАРТРОЗА

Брижань Леонид Карлович

Доктор медицинских наук, профессор

Национальный медико-хирургический Центр имени Н. И. Пирогова

Москва, Россия

Юрмина Наталья Сергеевна

Врач травматолог-ортопед

Городская клиническая больница имени Л.А. Ворохобова

Москва, Россия

Дорошкин Виталий Владимирович

Врач травматолог-ортопед

Городская клиническая больница имени Л.А. Ворохобова

Москва, Россия

Введение

Сохранение повседневной активности и трудоспособности пациентов с посттравматическим деформирующим остеоартрозом -актуальная проблема последних десятилетий. [1,2] Особенность посттравматического крузартроза, в частности после переломов лодыжек, включает в себя отсутствие рентгенологических признаков на начальных стадиях, с клиническими проявлениями в виде болевого синдрома и нарушениями функции голеностопного сустава влечет за собой снижение качества жизни.[3, 4, 5, 6] .

Основными направлениями лечения деформирующего остеоартроза голеностопного сустава являются малоинвазивные хирургические методики, такие как лечебно-диагностическая артроскопия (ЛДА). Главными критериями эффективности которых являются отсутствие боли и устойчивость к ежедневным механическим нагрузкам с течением времени. [7].

Цель исследования – оценить эффективность лечебно-диагностической артроскопии при лечении начальных стадий посттравматического крузартроза после переломов лодыжек в отдаленном периоде с помощью шкал-опросников.

Материалы и методы

С 2013 по 2017 год на базе Центра Травматологии и Ортопедии ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурден-

ко» Министерства обороны Российской Федерации проводилось исследование, включающее в себя 84 пациента мужского пола с закрытыми нестабильными переломами лодыжек в анамнезе (без деления на типы по классификации Мюллера-АО), последующим остеосинтезом, сохранением болевого синдрома в отдаленном послеоперационном периоде, функциональными нарушениями в голеностопном суставе при статической и динамической нагрузке. Средний возраст наблюдаемого контингента составил $33 \pm 0,82$ лет. Из-за наличия металлоконструкций при клинско-диагностическом обследовании МРТ голеностопного сустава не выполнялась.

Из общего числа больных были сформированы основная (первая) и контрольная (вторая) группы. I группе (41 пациент) удаляли металлоконструкции и выполняли лечебно-диагностическую артроскопию. II группа (43 человека) получала консервативное лечение, включающее в себя хондропротекторы, НПВС, внутрисуставное введение 4 мл аутоплазмы 3 процедуры с интервалом в 14 дней, физиотерапию и комплекс ЛФК. Средний срок удаления металлоконструкции у всех пациентов 6-10 месяцев после остеосинтеза.

Каждый участник проводимого исследования проходил опрос в письменном виде до начала лечения, через 1 год, 3 и 5 лет после артроскопии (или остеосинтеза в контрольной группе), результат оценивался в баллах. Для измерения субъективного ощущения болевого синдрома в ходе исследования использовалась визуальная аналоговая шкала боли (ВАШ) от 0 до 10 баллов [8]. Биомеханические параметров голеностопного сустава оценивались с помощью опросника AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) в баллах: отличный результат составлял 95-100, хороший результат- 75-94, удовлетворительный -51-74, неудовлетворительный результат- меньше 50 баллов.

Статистический анализ проводился с помощью Microsoft Excel. При оценке значимости различий между группами количественных показателей применен критерий Стьюдента. Мерой центральной тенденции данных является среднее арифметическое (M), мерой рассеяния – среднее квадратичное отклонение(σ), стандартная ошибка (m). Достоверная разница между сравниваемыми считается при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

До начала исследования болевой синдром у всех пациентов по шкале ВАШ соответствовал умеренному значению (основная группа - $4,68 \pm 0,28$, контрольная – $4,87 \pm 1,33$) без статистически значимой разницы между группами ($p=0,86 \pm 1,35$). При анализе полученных данных через 12 месяцев после проведенного консервативного и оперативного лечения отмечено снижение интенсивности боли по ВАШ в каждой группе. Во II группе в 1,6 раза (с $4,68 \pm 0,28$ до $1,93 \pm 0,84$), а в основной группе в 2,3 раза (с $4,87 \pm 1,33$ до $2,03 \pm 0,62$ баллов) без статистически достоверных различий ($p=0,14 \pm 0,09$).

При анализе полученных результатов через 3 года после проведенного

лечения, болевой синдром по ВАШ у пациентов контрольной группы составил $6,85 \pm 1,82$ баллов и в дальнейшем прогрессивно усиливался. Через 5 лет результат тестирования у тех же пациентов составил $8,11 \pm 2,13$ баллов. Динамика изменения болевого синдрома внутри группы статистически достоверна ($p=0,04 \pm 0,34$). В I группе статистически значимого усиления интенсивности боли в течение 5 лет по шкале ВАШ отмечено не было ($p=0,06 \pm 0,02$).

Результаты опроса пациентов по AOFAS в группах спустя 1 год после консервативного лечения и лечебно-диагностической артроскопии показали статистически достоверное улучшение функционального стояния голеностопного сустава с удовлетворительного до хорошего. Средний балл в контрольной группе повысился с $73,68 \pm 2,67$ до $87,59 \pm 3,59$, в основной группе - с $74,71 \pm 2,93$ до $92,84 \pm 1,36$. К 3 годам после лечения показатели по AOFAS в контрольной группе понизились до $63,39 \pm 4,58$ балла, а к концу исследования - до неудовлетворительного результата ($42,17 \pm 3,17$ балла) с достоверной статистической значимостью ($p=0,04 \pm 0,03$). Среди пациентов основной группы сохранялся хороший результат к 3 году ($85,39 \pm 2,86$ балла), а так же через 5 лет ($83,71 \pm 1,98$ балла) $p=0,08 \pm 0,01$.

Результаты тестирования по шкалам ВАШ, AOFAS, полученные в ходе исследования представлены в таблице №1.

Таблица № 1.

Общие результаты тестирования пациентов

Шкала	Период исследования	Пациенты		P*
		Основная группа (n=41)	Контрольная группа (n=43)	
ВАШ (баллы)	До лечения	$4,68 \pm 0,28$	$4,87 \pm 1,33$	$0,86 \pm 1,35$
	1 год	$1,93 \pm 0,84$	$2,03 \pm 0,62$	$0,14 \pm 0,09$
	3 года	$3,09 \pm 0,61$	$6,85 \pm 1,82$	$0,02 \pm 0,01$
	5 лет	$3,16 \pm 0,77$	$8,11 \pm 2,13$	$0,03 \pm 0,01$
	p**	$0,06 \pm 0,02$	$0,04 \pm 0,34$	-
AOFAS (баллы)	До лечения	$74,71 \pm 2,93$	$73,68 \pm 2,67$	$0,75 \pm 0,12$
	1 год	$92,84 \pm 1,36$	$87,59 \pm 3,59$	$0,27 \pm 0,02$
	3 года	$85,39 \pm 2,86$	$63,39 \pm 4,58$	$0,05 \pm 0,01$
	5 лет	$83,71 \pm 1,98$	$42,17 \pm 3,17$	$0,03 \pm 0,01$
	p**	$0,08 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,03$	-

*- статистическая разница между группами (t-Стьюдента)

** - статистическая разница внутри группы (двусторонний парный тест (t-критерий),

#- среднее значение

Таким образом, при анализе полученных данных статистически достоверно отмечена разница между пациентами I и II групп, выявлена взаимосвязь усиления болевого синдрома и изменением функционального состояния голеностопного сустава у тех, кому проводилась только консервативная терапия. По шкале AOFAS отмечена отрицательная динамика биомеханических параметров голеностопного сустава в контрольной группе с хорошего до неудовлетворительного результата к завершению исследования.

Вывод

Анализ данных, полученных в ходе наблюдения, показывает, что лечебно-диагностическая артроскопия, в отличие от консервативной терапии, дает положительный результат в виде уменьшения болевого синдрома, улучшения функции голеностопного сустава, повышает качество жизни у пациентов с начальными стадиями посттравматического крузартроза после переломов лодыжек в отдаленном периоде по данным шкал ВАШ и AOFAS.

Список литературы

1. Барабаиш Ю.А., Барабаиш А.П., Мандров Д.В., Иванов Д.В., Магомедов У.А. Обоснование способа функционального лечения сложных переломов лодыжек. // *Успехи современного естествознания*. 2014. Т.11 №2. С.9-13
2. Горбатов Р.О., Павлов Д.В., Мальшев Е.Е. Современное оперативное лечение переломов лодыжек и их последствий // *Современные технологии в медицине* 2015, Т. 7, №2, С. 153-167.
3. Омельченко Т.Н. Переломы лодыжек и быстропрогрессирующий остеоартроз голеностопного сустава: профилактика и лечение // *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2013. №4 (593). С.35–40
4. Алексеева Л.И., Тельшев К.А. Ранний остеоартрит: разработка критериев диагностики // *Современная ревматология*. 2020. Т 14 №3. С.140–145.
5. Gentile M.A. Nonsurgical Treatment of Ankle Arthritis Clin. ClinPodiatr Med Surg. 2017 Oct;34(4):415-423.
6. Алексенко Е.Ю., Говорин А.В., Цвингер С.М. Качество жизни у больных остеоартрозом. // *Бюллетень СО РАМН*. 2009. Т.6. С.15–18.
7. Prado M.P., Kennedy J.G., Raduan F., Nery C. Diagnosis and treatment of osteochondral lesions of the ankle: current concepts. *Rev Bras Ortop*. 2016; 51(5):489-500. doi: 10.1016/j.rboe.2016.08.00
8. Gracely R. H., Dubner R. Reliability and validity of verbal descriptor scales of painfulness // *Pain*. 1987. Vol.29(2):175-185. pp. 175–185.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА МЕДИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ВОСТОЧНОМ МАКРОРЕГИОНЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Томских Эльвира Сергеевна

*кандидат медицинских наук, старший преподаватель
Читинская государственная медицинская академия*

***Аннотация.** Оценка и прогнозирование тенденций популяционного здоровья лежит в основе стратегического планирования не только в здравоохранении, но и в социально-экономической сфере. Особенностью медико-демографической компоненты здоровья населения является ее зависимость от большого количества факторов среды. В рамках социально-гигиенического мониторинга стоит вопрос о формировании базы данных значимых факторов для отдельных демографических показателей на муниципальном, региональном и федеральном уровнях.*

***Ключевые слова:** демографические показатели, факторы среды, социально-гигиенический мониторинг, восточный макрорегион.*

Поиск путей решения медико-демографических проблем является приоритетной задачей для многих государств. Начало XXI века характеризуется формированием мирового демографического парадокса: часть стран (Индия, Индонезия) сталкиваются с проблемой перенаселения, часть (Италия, Венгрия) с депопуляцией. Медико-демографические проблемы актуальны и для Российской Федерации, особенно для регионов, удаленных от центра страны. Восточный макрорегион занимает 75 % территории Российской Федерации. В азиатской части страны образовано три федеральных округа: Уральский, Сибирский, Дальневосточный. Анализ научных работ по проблеме изучения тенденций демографической компоненты здоровья населения позволил сформировать подборку материалов по оценке влияния факторов среды на рождаемость, смертность, ожидаемую продолжительность жизни в каждом из трех округов.

Уральский федеральный округ включает Курганскую, Свердловскую, Тюменскую, Челябинскую области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа. На общероссийском фоне территория выделяется высоким уровнем социально-экономического развития (доля округа в ВРП

страны в два раза превышает долю в населении). В этом регионе оценка факторного влияния на демографические показатели здоровья проводилась для крупных промышленных центров (Екатеринбург 2012-2019, Пермь 2010-2019, Челябинск 2019). Подробная оценка ущерба здоровью при воздействии техногенного факторного влияния на медико-демографические показатели на популяционном уровне выполнена С.В. Клейн (2010-2020гг) [6]. По данным автора, большая часть населения г. Перми (95%) постоянно проживает в условиях многокомпонентной длительной аэрогенной экспозиции, формируемой формальдегидом, этилбензолом, бензолом, азота диоксидом и другими примесями с кратностью превышения гигиенических нормативов до 13,5 раз ПДКс.с. В 2018 году работа продолжена (Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Д.А. Кирьяновым) в рамках изучения демографических потерь ассоциированных с вредным воздействием химических факторов среды обитания и предотвращаемых действиями Роспотребнадзора [3,4]. Исследованиями демографических процессов в Перми занимались так же А.А. Олина, Г.К. Садыкова, Т.А. Метелева (2018 год). Авторы провели анализ динамики показателей рождаемости и смертности населения за период с 1990–2016 гг. В качестве значимых факторов среды обитания выделен ряд социально-экономических индикаторов, таких как снижение количества заключенных браков и повышение числа разводов, высокий уровень внутрирегиональной миграции с концентрацией населения в крупных городах, снижение уровня среднедушевых доходов [12]. Оценку влияния факторов среды на здоровье населения городов Челябинской области проводили И.С. Белик, Л.В. Камдина, Н.А. Долгушина, И.А. Кувшинова. В качестве приоритетных факторов, оказывающих влияние на здоровье населения, авторы указывают уровень загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды, климатические изменения [1].

Сибирский федеральный округ имеет в своём составе 10 субъектов. Территория округа составляет 25,47 % от территории РФ, на его долю приходится 11,7% населения страны. При этом ВПП в 2018 году составил 9,8% от ВВП. Оценка факторного влияния на демографические показатели здоровья населения проводилась для округа в целом и в разрезе некоторых отдельных территорий.

С. В. Соболевой, Н. Е. Смирновой, О. В. Чудаевой написан ряд работ по демографической безопасности регионов Сибирского федерального округа [16]. Е. А. Третьякова, Р. Р. Хасанова изучали факторное влияние на динамику рождаемости и смертности. В качестве значимых факторов, влияющих на формирование демографических тенденций авторы указывают национальный состав населения, уровень оказания медицинской помощи, социально-экономическое развитие территорий [19]. Рассматриваемой теме посвящены работы Я.А. Лещенко, А.А. Лисовцова [7,8,9]. В фокусе интересов

исследователей - факторная обусловленность преждевременной смертности населения Иркутской области. Авторы установили, что на смертность в разных возрастно-половых группах в первую очередь оказывают влияние показатели, характеризующие экономическую ситуацию, а также психоэмоциональный статус и техногенное химическое загрязнение окружающей среды. Так же, исследователи отмечают, что рост смертности с более коротким лагом среди трудоспособного населения связан с показателями, характеризующими уровень медицинского обслуживания (заболеваемость социально значимыми заболеваниями, обеспеченность врачами и др.). Оценке влияния факторов окружающей среды на здоровье населения Иркутской области посвящены работы Рукавишников В.С. (2000-2020), Никифоровой В.А. с соавт. (2018 г), В качестве приоритетных факторов исследователи выделяют загрязнение атмосферного воздуха и питьевой воды [10,11,14,15].

Дальневосточный федеральный округ территориально занимает 40,6 % площади всей страны, при этом количество населения не превышает 5,6% населения РФ. Оценку влияния факторов на медико-демографические показатели здоровья населения на территории Дальневосточного федерального округа проводили в Хабаровском крае, республике Саха (Якутия), Забайкальском крае, Приморском крае.

Изергина Е.В., Лозовская С.А., Шевцова С.П. изучали факторную зависимость случаев преждевременной смертности мужского населения Дальнего Востока. Авторы выявили взаимосвязь высокого уровня смертности мужчин с высокой степенью алкогольной зависимости населения [5]. Хасанова Р.Р.(2015-2017), Улумбекова Г.Э.(2017) рассматривали зависимость смертности и ожидаемой продолжительности жизни от социально-экономических факторов и качества оказания медицинской помощи [20].

Забайкальский край, наряду с республикой Бурятия, вошел в состав ДФО в 2018 году. На территории проведена оценка медико-экологических и социальных факторов, оказывающих влияние на здоровье населения для г. Читы (Михайлова Л.А, Томских Э.С., Шильникова Н.Ф, Ефимова Н.В.). Факторами риска для показателя смертности, по данным авторов, являются: величина среднедушевых доходов, высокое загрязнение атмосферного воздуха, уровень преступности, заболеваемость алкоголизмом; для ожидаемой продолжительности жизни и ожидаемой продолжительности здоровой жизни: уровни заболеваемости алкоголизмом, загрязнения атмосферного воздуха, величина среднедушевых доходов, посещаемость врача с профилактической целью, частота колебаний среднесуточных температур с интервалом более 10°C [17,18].

А.П. Протодьяконов, П.Г. Петрова, Н.В. Борисова, Л.Н. Афанасьева провели оценку медико-экологических и социальных факторов, оказывающих влияние на здоровье населения г. Якутска. В качестве значимого фактора

выделено загрязнение атмосферного воздуха. Приоритетными загрязняющими веществами атмосферного воздуха являются: взвешенные вещества, азота диоксид, углерода оксид, сернистый газ, фенол, бензапирен, особенно в зимний период. На территории города нет крупных промышленных предприятий, высокий уровень загрязнения объясняется расположением г. Якутска в котловине, низкими температурами воздуха, повышением количества автотранспорта [13].

Интересен опыт факторной оценки риска для здоровья населения на граничащих с Россией территориях Монголии и Китая. В качестве значимых факторов исследователи выделяют высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, социальные маркеры (курение, злоупотребление алкоголем, низкий уровень профилактической активности) [21,22,23]. Изучению факторного влияния на причины преждевременной смертности в Китае посвящены работы Maigeng Zhou и соавторов(2017-2020). Исследователи проанализировали изменения структуры преждевременной смертности за двадцать семь лет и выделили ряд рисковых зон, в число которых вошло несовершенство оказания медицинской помощи, загрязнение атмосферного воздуха, социально-экономические проблемы [24].

Формирование прогнозов медико-демографической компоненты здоровья населения является сложным и трудоемким процессом из-за необходимости учета большого количества средовых факторов, набор и степень значимости которых отличается в зависимости от особенностей территории. Анализ результатов исследований позволяет создать первичный макет факторной сети, включающий три группы показателей: природно-климатические параметры и техногенное загрязнение окружающей среды, социально-экономические условия, уровень медицинского обслуживания. На сегодняшний день выявлены и постоянно мониторируются зоны риска для Пермского края, Иркутской области, республики Саха(Якутия).

Список литературы

1. Белик, И.С., Камдина, Л.В. *Взаимосвязь антропогенного воздействия и качества жизни населения в Свердловской и Челябинской областях / И.С. Белик, Л.В. Камдина // Вестник Челябинского государственного университета. - 2018 - №7. - С.39-48.*

2. Долгушина Н. А., Кувшинова И.А. *Оценка загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов Челябинской области и неканцерогенных рисков здоровью населения/ Н.А. Долгушина, И.А. Кувшинова // Экология человека. - 2019. - № 7. -С. 17–22.*

3. Зайцева, Н.В. и др. Методические аспекты и результаты оценки демографических потерь, ассоциированных с вредным воздействием факторов среды обитания и предотвращаемых действий Роспотребнадзора, в регионах Российской Федерации / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Д.А. Кирьянов. // *ЗНУСо* -2018. - №4.- С. 15-20.

4. Зайцева, Н.В. и др. Роль химических факторов риска в развитии соматической патологии у населения селитебных территорий алюминиевого и целлюлозно-бумажного производства. / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, М.А. Землянова, И.А. Жданова, И.Г. Заплесвичко, К.П. Лужецкий, О.А. Маклакова, С.В. Клейн. // *Медицина труда и промышленная экология*. - 2017. -№ 6.- С. 1-5.

5. Изергина Е.В., Лозовская С.А., Косолапов А.Б., Шевцова С.П. Предотвратимая смертность мужского населения Дальневосточного федерального округа России // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 1-9. С. 1836-1841; URL: <https://www.fundament>.

6. Клейн, С.В. и др. К практике доказывания вреда здоровью населения на популяционном и индивидуальном уровнях при воздействии вредных факторов среды обитания. Т.17, / С.В.Клейн, Н.В. Зайцева, Э.В. Седусова // *Известия Самарского научного центра РАН*.- 2015.- №5.- С.457-464.

7. Леценко, Я.А., Лисовцов А.А. Тренды смертности населения Иркутской области в процессе социально-экономических трансформаций (1989-2017 гг). -Т.98. / Я.А. Леценко, А.А. Лисовцов. // *Гигиена и санитария*.-2019.- № 10.- С. 1141-1147.

8. Леценко, Я.А. Оценка развития социально-экологической системы промышленного города. - Т.97. / Я.А. Леценко. // *Гигиена и санитария*.- 2018. - № 9. С. 803-808.

9. Леценко, Я.А., Лисовцов А.А. Процессы естественного воспроизводства населения в аспекте реализации национального проекта «Демография»: Сборник научных трудов. / Я.А. Леценко, А.А. Лисовцов. // *Статистика в стратегическом развитии России*. -Иркутск, 2020.- С. 385-389.

10. Никифорова, В.А. Экологические риски и здоровье населения/ В.А. Никифорова // *Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки*.- 2019.- Т. 1.- С. 231-234.

11. Никифорова, В.А. и др. Окружающая среда и ее влияние на состояние здоровья Иркутской области / В.А. Никифорова, Е.А. Видищева, Д.Д. Видищева // *Здоровье - основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*.- 2018. -Т. 13.- № 2. - С. 921-927.

12. Олина, А.А. и др. Анализ демографических процессов в Пермском крае/ Олина А.А., Г.К. Садыкова, Т.А. Метелева// *Пермский медицинский журнал*.- 2018.-№3.- С.67-73.

13. Протодьяконов, А.П. и др. Медико-экологические и социальные аспекты здоровья населения г. Якутска / А.П. Протодьяконов, П.Г.Петров, Н.В. Борисова, Л.Н.Афанасьева. // Наука и образование. -2010. -№ 2. -С. 73-76.

14. Рукавишников, В.С. и др. Основные вопросы разработки мониторинга факторов окружающей среды и здоровья населения в рамках организации центра цифрового мониторингования оз. Байкал. / В.С. Рукавишников, Н.В. Ефимова, Л.В. Рычкова, Т.А. Баирова. // Здоровье населения и окружающая среда: материалы V Всероссийской конференции. – Иркутск : ИНЦХТ, 2018. – С. 153-158.

15. Рукавишников, В.С. и др. Итоги фундаментальных исследований Восточно-сибирского института медико-экологических исследований по основным проблемам медицины труда и экологии человека (к 60-летию института) / В.С. Рукавишников, О.Л. Лахман, С.Ф. Шаяхметов, Л.М. Соседова, Г.М. Бодиенкова, Н.М. Мещакова, Я.А. Леценко, О.М.Журба, Н.В. Ефимова, Е.В. Катаманова, И.В. Кудалева, В.А. Панков, Ю.И.Черняк // Медицина труда и промышленная экология, 2019. -Т. 59.- № 4. - С. 196-205.

16. Соболева С. В., Смирнова Н. Е., Чудаева О. В. Демографическая безопасность России: региональные измерители, оценка результатов // Мир новой экономики. 2016. № 4. С. 142153.

17. Томских, Э.С. Оценка рисков формирования демографических процессов на муниципальном уровне / Э.С.Томских, Н.Ф. Шильникова // Забайкальский медицинский журнал. – 2016. – №4. – С.24-25.

18. Томских, Э.С. Оценка влияния загрязнений атмосферного воздуха на ожидаемую продолжительность здоровой жизни трудоспособного населения/ Э.С. Томских, Л.А. Михайлова, Н.В. Ефиморва, Н.М. Бурлака, М.А. Смолянинова //Материалы научно-практической конференции «Современные проблемы гигиены, токсикологии и медицины труда, Новосибирск.-2020.-С.283-287.

19. Третьякова Е. А, Хасанова Р. Р. Тенденции рождаемости и смертности в Сибирском федеральном округе//Мир экономики и управления. 2017. Т. 17, № 4. С. 122-141.

20. Хасанова Р.Р. Особенности смертности населения в Дальневосточном Федеральном округе// Уровень жизни населения регионов России. 2017. №2.- С.58-64.

21. Цэцэгдулам Б. Ретроспективный анализ структуры факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний у больных артериальной гипертензией в Монголии/ Цэцэгдулам Б., Максикова Т.М., Калягин А.Н., Орлова Г.М., Синькова Г.М., Балабина Н.М. // Артериальная гипертензия. 2019.-№25(1).- С.14–24

22. Cousin S. Air pollution in Mongolia//Bull World Health Organ 2019;97: 79–80

23. Liu C, Chen R, Sera F, Vicedo-Cabrera A M, Guo Y., Tong S., et al. *Ambient Particulate Air Pollution and Daily Mortality in 652 Cities. N Engl J Med.* 2019 22;381(8):705-715. doi: 10.1056/NEJMoa1817364

24. Qingli Zhang, Maigeng Zhou, et al *The Establishment of a New Air Health Index Integrating the Mortality Risks Due to Ambient Air Pollution and Non-Optimum Temperature* URL:<https://www.researchgate.net/publication/352057797> (дата обращения 15.07.2021).

СИНЕХВОСТКА *TARSIGER CYANURUS* В ЮЖНОМ ПРЕДБАЙКАЛЬЕ: РАЗНООБРАЗИЕ МЕСТООБИТАНИЙ И ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

Мельников Юрий Иванович

кандидат биологических наук, заведующий аспирантурой,
Байкальский музей Сибирского отделения Российской академии наук,
Иркутск, Россия

Аннотация. На основе многолетних работ (2010-2021 гг.) по изучению летнего населения птиц лесных экосистем Восточной Сибири показаны особенности изучения очень малочисленных и редких видов. Синехвостка *Tarsiger cyanurus* - один из наиболее малочисленных видов соловьев, изучена очень слабо. В большинстве регионов, входящих в состав ареала данного вида, отсутствуют даже самые общие сведения по разнообразию используемых местообитаний и плотности ее населения. На основе работ в Южном Предбайкалье с использованием кластерного анализа показано, что синехвостка использует для гнездования 8 основных типов местообитаний: селитебная территория (диффузная застройка), сосновые, сосново-березовые, сосново-березовые с хорошо развитым подростом из сосны сибирской (кедра), осиново-березовые, темнохвойные склоновые, еловые пойменные леса и заболоченные поймы рек и ручьев. Наиболее оптимальные ее станции отличаются некоторой повышенной влажностью (зеленомошные леса разных типов). Коэффициент детерминации (R^2) по данному фактору выбирает около 4,2% общей изменчивости плотности ее населения и является достоверным $P < 0,001$. Наибольшее значение для вида имеют сильно захлапленные древесными остатками (старый валежник) и отличающиеся высокой затененностью (хорошо развитый подрост) участки леса в разных местообитаниях. Коэффициент корреляции между плотностью населения синехвостки и данными признаками составляет $r=0,81$, а коэффициент детерминации равен 0,66. Следовательно, данные 3 фактора на 70,0% определяют особенности ее распределения по различным местообитаниям. Плотность населения вида сильно меняется как по различным станциям, так и годам (от 0,7 ос./км² до 17,6 ос./км²). Средняя плотность населения вида за многолетний период составляет 1,3 ос./км². Основная часть местообитаний заселяется синехвосткой достаточно

редко, судя по всему при сочетании определенных условий, сложившихся в конкретный сезон размножения птиц. В целом, это второстепенный вид с общей плотностью населения меньше 1,0% от общей плотности населения птиц в регионе. Лишь в отдельные редкие сезоны с более оптимальными условиями ее обитания, синехвостка может переходить в категорию фоновых птиц, с общей долей в населении немного выше 1,0%

Ключевые слова: Южное Предбайкалье, синехвостка, местообитания, лимитирующие факторы, избирательность стаций, категория обилия.

Синехвостка *Tarsiger cyanurus* – один из видов соловьев, имеет обширный ареал, в пределах которого ее численность может очень сильно меняться [1-6, 11, 16, 18-20, 23-27]. В Южном Предбайкалье она считается обычным и даже многочисленным видом [3, 18-20]. Однако количественных данных по ее обилию и плотности населения накоплено очень мало и поэтому большинство оценок ее численности являются здесь чисто субъективными. Очень интересно, что на восточном побережье оз. Байкал обилие синехвостки явно выше [1-2, 4-6]. Основное отличие этих территорий связано с тем, что на западном побережье горные системы имеют значительно меньшую мощность. Поэтому наветренные склоны восточного побережья оз. Байкал задерживают основные осадки, переносимые воздушными потоками в Забайкалье и уровень увлажнения территории здесь заметно выше [15].

До сих пор, плохо изучено разнообразие местообитаний, используемых синехвосткой в гнездовой период, а также плотность ее населения в разных стациях. Во многом это связано с тем, что она является редким видом. Однако, довольно характерный голос и высокая продолжительность пения самцов (фактически все лето до осени) [23], создают ложное впечатление о высоком обилии вида. Имеющиеся работы, в которых эти показатели освещены более подробно, показывают, что это редкая птица из категории малочисленных видов. В связи с этим, мы считаем необходимым специально рассмотреть основные популяционные характеристики данного оригинального вида.

Район работ, материал и методика

Наши работы по изучению птиц Восточной Сибири проводились с 1965 г. по 2021 г. и за это время исследованиями охвачена вся территория данного обширного региона. Однако детальное изучение лесных птиц, связанное с необходимостью выявления факторов, вызывающих высокую динамичность их ареалов, плотности и структуры населения, начато в 2010 г. на стационаре, заложенном на правом берегу истока р. Ангары (междуречье рр. Никольской Банной и Крестовой). Данная территория находится в зоне влияния, обусловленной специфичным климатом (приморский) Байкальской котловины [12]. Вместе с тем, хорошо показано, что условия этой котлови-

ны тесно связаны с общими изменениями климатических особенностей Восточной Сибири [12-13]. Поэтому, сведения, полученные в пределах данной территории, хорошо характеризуют общие изменения, зарегистрированные в пределах всего этого региона и связанные с общим потеплением климата Северного полушария Земли, Восточной Сибири и, в частности, Южного Предбайкалья [14].

На территории ключевого участка, на основе специально проведенного кластерного анализа, выделено восемь основных типов местообитаний птиц. Они включают селитебную территорию, сосново-березовые леса с подростом сосны сибирской (кедра), еловые пойменные леса, смешанные темнохвойные леса, березово-осиновые леса, сосновые леса, сосново-березовые леса, относительно открытые поймы рек. Многие интересные местообитания, вероятнее всего из-за незначительной площади, не отличаются по структуре населения птиц от основных их типов и объединены с теми из них, которые ближе всего подходили к ним по своим характеристикам.

Из наиболее общих особенностей Байкальской котловины необходимо выделить сезонные изменения климата. Весна здесь поздняя и холодная (огромная масса льда сильно сдерживает наступление положительных весенних температур), а осень очень теплая и продолжительная (огромная масса прогретой летом воды медленно отдает накопленное тепло в атмосферу озера). В это время на оз. Байкал отмечается повышенная частота повторения сильных осенних штормов, что ограничивает передвижение судов в пределах его акватории. Сокращается и количество теплых солнечных дней. Однако, в целом, на берегах озера сохраняются достаточно комфортные условия [12-14].

В процессе учетных работ ключевой участок покрывался сетью маршрутов, равномерно охватывающих всю его территорию. Соотношение маршрутов, заложенных в разных типах станций, соответствовало соотношению площади выделенных местообитаний птиц. Использовались стандартные методики учетных работ, широко применяющиеся орнитологами России, с расчетом ширины учетной полосы на основе средней гармонической из расстояний обнаружения птиц [21]. Данный подход позволяет сократить объем работ, связанный с определением расстояний обнаружения встреченных птиц несколькими способами, как это часто делается при современных исследованиях [2]. Вместе с тем, нами внесены и определенные дополнения в методику проведения учетных работ. Данные изменения, в основном, касаются их периодичности, выделения арен экстраполяции, определения необходимого объема учетного материала, закладки и протяженности учетных маршрутов.

Численность большинства видов, несмотря на общую значительную протяженность маршрутов, невысока. Поэтому ошибка определения плотности

их населения часто весьма существенна и нередко равна плотности населения малочисленных видов. Поэтому, необходим расчет ошибки плотности населения на основе количества встреч для каждого конкретного вида птиц. Это очень важный показатель, используемый и для определения ширины учетной полосы. При ограниченном количестве наблюдений малочисленного вида в течение одного сезона, возможен ее расчет на основе нескольких лет наблюдений в каждом типе местообитаний. В крайнем случае (очень редкий вид) возможен расчет ширины учетной полосы на основе всех встреч вида на конкретном ключевом участке. В дальнейшем, по мере накопления материала (долговременные исследования), возможен пересчет ширины учетной полосы для каждого типа выделенных местообитаний.

Для снижения ошибки в определении плотности населения малочисленных и редких видов птиц, число их встреч должно быть очень большим (не менее 30, а лучше 100-120). В таких случаях, выходом является резкое увеличение протяженности маршрутов или лет постоянных наблюдений (увеличивается вероятность встречи вида). Это еще раз подчеркивает большую важность организации именно долговременных исследований многовидовых сообществ птиц. В тоже время, общая плотность населения птиц определяется с небольшой ошибкой - количество встреч всех видов всегда достаточно велико, не менее нескольких сот особей.

Общая протяженность учетных маршрутов в летний период на ключевом участке за годы исследований (2010-2021 гг.) составляла 2978,8 км. Минимальная протяженность ежегодных маршрутов в стациях, имеющих невысокую долю в общей структуре местообитаний вида, составляет около 10,0 км (обычно несколько больше) [13]. В наиболее обширных стациях, составляющих основу местообитаний данной территории, ежегодная протяженность маршрутов достигает 55,0 -70,0 км, а иногда и превышает 100,0 км. В связи с этим, вероятность пропуска вида в период учетных работ очень низка. Это позволяет получать истинную картину распределения различных видов по местообитаниям, в т.ч. и у очень редких и малочисленных видов. Последнее очень важно, поскольку обилие таких видов, как правило, определяется неточно. Нередко, их плотность в общем населении птиц не учитывается, хотя суммарное их обилие в некоторых случаях составляет более 10,0%, а иногда достигает и 15,0%.

На первом этапе анализа необходимо было выяснить зависит ли распределение плотности населения синехвостки по различным местообитаниям от их качества, т.е. провести проверку изучаемых признаков на независимость друг от друга. Обычно для проверки независимости признаков используется анализ таблиц сопряженности признаков типа $r \times c$ [9]. Необходимо иметь в виду, что проверка на однородность различных дискретных распределений (в данном случае местообитаний) проводится на основе того же критерия.

Применяется одинаковая статистика как для проверки таблицы сопряженности признаков на независимость, так и для проверки того, что выборки принадлежат одной и той же генеральной совокупности. Считается, что это очень хорошо, поскольку во многих задачах подобного анализа бывает неясно, какая трактовка ближе к истине [9].

В соответствии с требованиями факторной зоогеографии, необходимо специальное определение силы влияния изучаемых факторов среды на плотность населения вида или всего сообщества птиц конкретного местообитания [22]. В соответствии с этим, население синехвостки в разных местообитаниях ранжировалось по уровню проявления учитываемых факторов: увлажненность территории и уровень ее затененности и захламленности. Затем рассчитывались коэффициенты корреляции между плотностью населения вида и уровнями выраженности (рангами) учитываемых факторов. Строился график сопряженности учитываемых факторов и плотности населения вида по различным местообитаниям, что позволяло определять уровень их взаимосвязи. Коэффициент детерминации – R^2 показывал, какая доля общей изменчивости плотности населения определяется рассматриваемыми факторами. Необходимые расчеты, с использованием непараметрической статистики, проводились на основе общепризнанных рекомендаций [9, 17].

В данной работе видовой состав птиц и порядок их описания приводятся в соответствии с последними сводками по птицам России и Восточной Сибири [10, 23]. Полученные сведения представляют большой интерес для орнитологов и общей орнито-фаунистической характеристики Южного Предбайкалья.

Результаты

Общая характеристика местообитаний синехвостки на ключевом участке. Ключевой участок обращен к оз. Байкал и истоку р. Ангары (правый берег) и непосредственно примыкает к осевой линии Приморского хребта. Его границами являются два относительно крупных распадка – Никольская Банная и Крестовка. На этой территории повсеместно преобладают древостои из сосны обыкновенной (лесной) *Pinus silvestris* и смешанные сосново-березовые леса. Однако их состав очень сложен и включает практически все породы деревьев, встречающиеся в Предбайкалье. Наиболее обычны в структуре сосновых лесов лиственница сибирская *Larix sibirica*, береза повислая *Betula pendula*, осина *Populus tremula* и сосна сибирская (кедр) *P. sibirica*, встречающиеся, как отдельными деревьями, так и небольшими группами. На узких гребнях водоразделов между небольшими ключами широко распространены леса с рододендром даурским *Rhododendron dauricum*. На хорошо освещенных участках с разреженными древостоями обычна спирея средняя *Spiraea media*, а также кизильники черноплодный *Cotoneaster*

melanocarpa и блестящий *C. lucidus*. На открытых полянах заросли спиреи могут достигать значительного развития. Варианты сосновых лесов представлены, преимущественно брусничными, разнотравными и бергениевыми ассоциациями, а на мшистых участках, отдельными куртинами черники *Vaccinium myrtillum*. Сосново-березовые насаждения повсеместно представлены различными вариантами разнотравных лесов и отчасти черничными и бергениевыми сообществами с примесью вышеописанных низких кустарников и кустарничков. Нередко встречаются участки чистых сосновых боров с наземным покровом из больших по площади куртин брусники *Vaccinium vitis-idaea* и лука победного (черемши) *Allium victorialis*.

Крутые склоны северо-западных экспозиций и плоские водоразделы между ключами заняты темнохвойными лесами из ели сибирской *Picea sibirica*, пихты сибирской *Abies sibirica* и кедра, при явном преобладании двух первых пород деревьев. По нижним участкам склонов в верхней части рек Малая Крестовка и Большая Крестовка имеются небольшие по площади, по своей сути ленточные, участки субори, т.е. мшистые смешанные леса из сосны обыкновенной и сосны сибирской с примесью практически всех остальных темнохвойных пород деревьев и отдельных лиственниц. Из кустарников здесь обычно встречаются ольха кустарниковая *Duschekia fruticosa* и рододендрон даурский. Склоны северных экспозиций заняты темнохвойными лесами с преобладанием ели сибирской и кедра. Здесь типичны ассоциации с хорошо развитым растительным покровом из лука победного (черемши). Верхние участки относительно крупных рек и боковые ключи сильно заболочены и заняты пойменными лесами с явным преобладанием ели сибирской. В поймах заболоченных рек преобладают молодые березняки с моховым покровом и зарослями багульника болотного *Ledum palustre* и кассандры обыкновенной *Chamaedaphne calyculata*.

Синехвостке характерен широкий спектр используемых для гнездования местообитаний (табл. 1). Наиболее часто и с наибольшей плотностью населения она использует сосново-березовые леса с подростом из сосны сибирской (кедра). Очень характерным их отличием является большое количество старого подгнившего валежника и сухостоя из толстых засохших кедров. Наземный покров в таких местах обычно формируется зелеными мхами и большими куртинами черники, а на более сухих участках брусники. Характерно присутствие хорошо развитых кустов душекии кустарниковой и рододендрона даурского. Нередко птицы этого вида используют и сосново-березовые травяные леса, где селятся на участках с повышенной захламленностью, затененностью и хорошим развитием зарослей низкорослых кустарников и кустарничков. В меньшей степени, но достаточно часто синехвостка гнездится в сосново-березовых лесах, а более редко, но с высокой плотностью в сосновых, еловых пойменных и заболоченных поймах рек (на более

сухих “релках”). Однако основная часть местообитаний заселяется видом достаточно редко (не ежегодно), судя по всему только при сочетании определенных условий, сложившихся в конкретный сезон размножения птиц.

По годам распределение синехвостки по территории также меняется очень сильно. За весь период изучения вида (2010-2021 гг.) хорошо выделяются два летних сезона, для которых зафиксирована наибольшая плотность его населения и достаточно равномерное распределение по территории ключевого участка – 2016 г. (31,9 ос./км²) и 2021 г. (46,5 ос./ км²). Заметно более высокая плотность ее населения наблюдалась и в 2014 г. (28,3 ос./км²) (табл. 1). Для всех этих сезонов была характерна теплая весна и большое количество осадков в первой половине лета, на которую приходится основной сезон размножения птиц (конец мая - июнь). В остальное время она была малочисленной, а в сезоны 2011 г., 2019 г. и 2020 г. полностью отсутствовала в учетах (табл. 1). Однако, это не означает, что в это время ее не было на данной территории. Вероятнее всего, она была настолько малочисленной, что, занимая наиболее оптимальные станции очень небольшой площади, синехвостка просто не попадала в учеты.

Таблица 1.

*Плотность населения (ос./км²) синехвостки *Tarsiger cyaniurus* в различных местообитаниях Южного Предбайкалья (2010-2021 гг.)*

Группа типов местообитаний	Год наблюдений											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Селитебная территория (диффузная застройка)	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	6,8
Сосновые леса	-	-	-	-	13,9	2,7	4,7	-	-	-	-	-
Сосново-березовые леса	-	-	-	-	-	-	3,6	2,9	3,4	-	-	2,2
Сосново-березовые леса с подростом из сосны сибирской (кедра)	-	-	11,1	9,3	14,4	-	4,7	-	5,2	-	-	13,2
Осиново-березовые леса	2,6	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	1,6
Темнохвойные склоновые леса	-	-	-	-	-	-	4,5	-	-	-	-	5,1
Еловые пойменные леса	-	-	-	-	-	-	2,6	4,9	-	-	-	17,6

Заболоченные поймы рек и ручьев	-	-	-	-	-	-	11,8	-	4,0	-	-	-
Средневзвешенная плотность населения (с учетом площади местообитаний)	0,5	-	0,4	0,4	3,2	0,5	3,1	1,5	1,0	-	-	4,9

В приведенной таблице местообитания расположены по уровню увлажнения их увлажненности с учетом характера наземного покрова (обилия зеленых мхов и сфагнома). Проверка таблицы на однородность и независимость по разным сезонам и местообитаниям (таблица сопряженности признаков типа $r \times c$) [9] показала, что нуль гипотеза об однородности и независимости распределения данных друг от друга должна быть отклонена, $257,3 > 99,6 = \chi^2_{56; 0.001}$. График, показывающий распределение плотности населения вида по различным сезонам, подтвердил существование четкого линейного тренда, связанного с повышением плотности населения вида на протяжении изученного периода и этот тренд достаточно существенный (рис. 1). Он выбирает 45,0% общей изменчивости данного признака, а в таких случаях коэффициент корреляции достигает $r = 0,5$, т.е. среднего уровня связи.

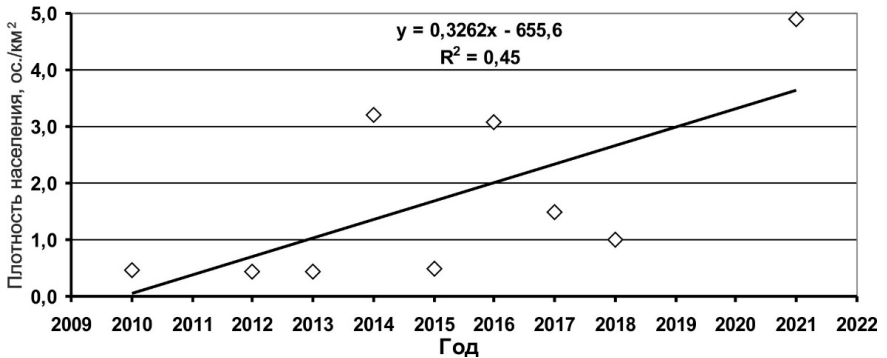


Рисунок 1. Общий тренд изменения плотности населения синехвостки *Tarsiger cyanurus* в Южном Предбайкалье (2010-2021 гг.)

Следовательно, существуют факторы, которые определяют особенности распределения синехвостки по местообитаниям и отдельным сезонам. В первую очередь, необходимо определить силу влияния увлажненности местообитаний на плотность населения данного вида, поскольку хорошо вид-

но, что в более влажные годы она была явно выше (2014, 2016 и 2021 гг.). Последнее десятилетие изученного периода в регионе хорошо отличается от предыдущего более теплым климатом. После 2018 г. скорость потепления явно замедлилась, а в последние годы интенсивность выпадения осадков увеличилась. Однако в 2020 г. они, преимущественно, выпадали во второй половине лета, а в 2021 г. в первой половине теплого периода года (гнездовой сезон).

Вполне очевидно, что такая связь действительно существует. Поскольку плотность населения вида к концу периода наблюдений заметно повышалась (см. табл. 1) не исключено существование тренда, связанного с уровнем повышения увлажненности в этом направлении. Расчет линейной регрессии и ее вклада в общую вариацию факторов [9] показал, что она действительно существует, но ее уровень невысокий, хотя и достоверный. Вклад повышения уровня увлажненности местообитаний на протяжении изученного периода в общую вариацию плотности населения птиц выбирает 4,2% изменчивости признаков. Однако, несмотря на такой незначительный его уровень, данная связь высоко достоверна - $10,9 > 10,8 = \chi^2_{1; 0,01}$. Следовательно, могут существовать и другие факторы, также связанные с уровнем увлажненности территории, оказывающие влияние на плотность населения синехвостки.

Наиболее характерными признаками участков леса, используемых синехвосткой в гнездовой период, является их захламленность старым валежником (давно упавшими деревьями) и высокая затененность территории (хорошо развитый подрост и подлесок). Такие варианты участков леса отличаются и повышенной увлажненностью, что подтверждается высокой встречаемостью здесь в наземном покрове зеленых мхов. Если ранжировать разные местообитания по степени развития данных признаков наибольшая их выраженность характерна для сосново-березовых лесов с хорошо развитым подростом из сосны сибирской (кедра) и подлеском, формируемым рододендром даурским и, в меньшей степени, багульником болотным (8 баллов). Наименьшая выраженность этих признаков (1 балл) характерна для лесов селитебной территории (сухостой и валежник быстро используются местным населением) (табл. 2).

Таблица 2.
*Оценка уровня захламленности и затененности местообитаний с
 использованием их ранжирования по этим факторам*

Местообитания	Средняя плотность населения, ос./км ²	Уровень градации, в баллах
1	2	3
Селитебная территория (диффузная застройка)	0,63	1
Осиново-березовые леса	0,48	2
Сосново-березовые леса	1,01	3
Заболоченные поймы рек и ручьев	1,32	4
Темнохвойные склоновые леса	0,8	5
Сосновые леса	1,78	6
Еловые пойменные леса	2,09	7
Сосново-березовые леса с подростом из сосны сибирской (кедра)	4,83	8

Другим показателем уровня использования разных местообитаний синехвосткой является средняя плотность населения птиц по каждому местообитанию за многолетний период в зависимости от их захламленности и затененности (рис. 2). График, построенный по этим факторам, показывает существование хорошо выраженного линейного тренда. Плотность населения синехвостки последовательно повышается по мере усиления захламленности местообитаний валежником и возрастанием их затененности (рис. 2). Линейная регрессия выбирает 66,0% общей изменчивости этих факторов. Корреляция между данными признаками достигает большой величины – $r = 0,81$, а критерий Фишера – $F = 9,58 > 8,47$; $P < 0,01$, $V_1 = V_2 = 6$ подтверждает высокую достоверность существующей связи между ними (рис. 2). Вероятнее всего, это обусловлено тем, что данный вид устраивает свои гнезда в хорошо защищенных и укромных местах. Имеющиеся сведения по гнездовым станциям синехвостки указывают на использование им для устройства гнезд дупел валежника, пустот между корнями упавших деревьев, гнилые пни, хорошо развитые куртины мха среди валежника и т.д. [3-4, 6, 23].

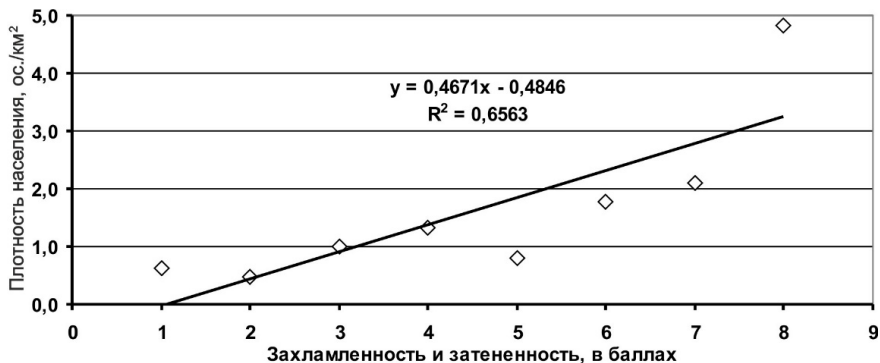


Рисунок 2. Уровень связи средней плотности населения синехвостки *Tarsiger cyanurus* с захламленностью и затененностью различных местообитаний

Следовательно, общий уровень увлажненности территории, а также захламленность и затененность гнездовых участков фактически выбирают 70,0% общей изменчивости плотности населения вида по сезонам и местообитаниям. С учетом достаточно высокого уровня общей тенденции к увеличению плотности населения синехвостки по мере повышения уровня увлажненности территории (интенсивности осадков в первой половине лета) – $R^2 = 0,45$ (рис. 1), не остается сомнений, что именно данные факторы определяют распределение данного вида по территории Южного Предбайкалья.

Обсуждение

Период исследований приходится на время окончания многовекового цикла климата, продолжительностью около 2000 лет. Последнее десятилетие отличается наиболее высокими температурами приземного слоя воздуха. Согласно прогнозов академика Г.А. Жеребцова [7-8] этот цикл должен был закончиться в 2016 г. Однако, судя по последним наблюдениям, он закончился в 2018 г. и с этого времени на Южном Байкале заметно увеличилась интенсивность выпадения осадков. Основная их часть приходилась на вторую половину лета, что не вызывало повышения численности вида. Наоборот, в это время его обилие было минимальным и его очень трудно было зафиксировать во время проведения учетных работ. Однако в 2021 г. основная их часть выпала в первой половине лета и плотность населения синехвостки резко увеличилась (табл. 1, рис. 1). Ранее было отмечено, что ее обилие возрастает в более влажные годы, но это можно было увязать с сильно увеличившейся засушливостью климата, ограничивающей численность вида на ключевом участке. В данном случае обилие вида резко увеличилось

почти во всех местообитаниях вида и этот факт не вызывал сомнений, что увлажненность территории может определять численность вида на гнездовье.

Дополнительно к этому факту, многолетние наблюдения показывают, что на восточном побережье оз. Байкал обилие синехвостки явно выше [1-2, 4-6]. Основное отличие этих территорий связано с тем, что на западном побережье горные системы имеют значительно меньшую мощность (Приморский хребет, занимающий основное побережье, гора Харгитуй – 1659 м, Байкальский хребет, гора Черского – 2588 м). Однако, самый высокий пик Байкальского хребта – г. Черского, расположен фактически на северной оконечности оз. Байкал и не определяет высоты прилежащих хребтов. На восточном побережье озера горные системы отличаются явно более мощным развитием (хр. Хамар-Дабан, гора Хан-Ула -2371 м, хр. Улан-Бургасы, гора Хурхаг – 2033 м, Баргузинский хребет, гора Гольмакта – 2436, пик в верховьях р. Большой – 2840 м). Поэтому наветренные склоны восточного побережья оз. Байкал задерживают основную атмосферную влагу, переносимую воздушными потоками в Забайкалье [15]. Поэтому увлажненность восточного берега оз. Байкал явно выше, что сказывается и на обилии здесь синехвостки [1-2, 4, 6, 18, 23].

В ряде работ предшествующего периода были указания, что синехвостка выбирает для гнездования высокоствольные, часто перестойные, леса с развитым подлеском и буреломом [2-4, 6]. Это полностью подтвердилось нами в процессе выполнения более детальной работы по выяснению распределения птиц по различным местообитаниям. На участке стационарных работ, заложенном в типичных лесных местообитаниях Южного Предбайкалья, этот вид предпочитал участки с перестойным лесом, высокой захламленностью и густыми подростом и подлеском, либо на участках его гнездования часто встречались старые усыхающие деревья. Во всех этих случаях такие участки леса сильно захламлены старым валежником, упавшими деревьями и обломанными ветром сучьями.

Хорошо это выражено и на участках леса, с периодически повторяющимися низовыми пожарами. Такие леса отличаются сложной возрастной структурой и среди них всегда есть перестойные и усыхающие деревья, легко вываливаемые сильными ветрами. За счет этого в таких лесах много валежника, что и привлекает сюда синехвостку. Данные типы леса часто относят к таежным лесам и указания, что она предпочитает леса таежного типа [23], отчасти является верным. Наличие валежника на отдельных участках леса часто привлекает вид на гнездовье в практически чистые лесные насаждения и именно этот фактор обеспечивает ее широкое распространение по территории и использование практически всех типов лесных насаждений.

В целом, синехвостку нельзя назвать массовым видом птиц Южного Предбайкалья. Частые ее регистрации обычно обусловлены достаточно вы-

сокой песенной активностью вида на протяжении всего лета. Поэтому ее можно отметить практически в любой период учетных работ, даже после окончания сезона размножения. Однако обычная средняя плотность ее населения в гнездовой период является довольно низкой. Практически всегда она относится к второстепенным видам птиц региона, т.е. плотность ее населения не достигает 1,0% от общей плотности населения птиц района работ [21]. Лишь в отдельные сезоны средневзвешенная плотность ее населения (с учетом площади местообитаний) может немного превышать 1,0% и в таких случаях она относится к фоновым видам птиц.

Учет редких и малочисленных видов птиц часто представляет большую проблему. Для полной уверенности, что в процессе полевых работ был выявлен весь видовой состав птиц, объем учетных работ должен в 2-3 раза превышать рекомендуемые нормы [13-14, 21]. Обычно считается, что доля второстепенных видов птиц всегда является очень низкой и пропуск их в учетах не сказывается на общей точности полученных результатов. Но в таком случае явно занижается, иногда очень сильно, видовое разнообразие птиц. В тех случаях, когда количество малочисленных видов, к которым относится и подавляющая часть редких особо охраняемых птиц, заметно увеличивается, их общая доля в населении может достигать 15,0-20,0%, а в отдельных учетах даже больше. Это уже увеличивает общую ошибку учета птиц в многовидовых сообществах.

Нам пришлось решать такую задачу в последние десятилетия, отличавшиеся резким потеплением климата, сопровождавшимся массовым выселением птиц из Центральной Азии к северным границам ареалов. Основу таких птиц часто составляет залеты отдельных особей, пар и небольших групп. Однако общее количество новых видов птиц заметно увеличилось. К настоящему времени состав общей фауны птиц Восточной Сибири, по сравнению с предшествующим периодом, увеличился более чем на 20,0% [12-14]. Даже выявление полного состава выселяющихся птиц требует значительных усилий и резкого увеличения объемов учетных работ. В таких случаях возрастает и ошибка учетных работ, связанных с определением общей плотности населения птиц. Все это требует резкого увеличения интенсивности исследований, сопровождающейся ростом объема учетных данных (количества пройденных маршрутов и их протяженности) и полноты обследования разных местообитаний. Особенно важно выполнение данных требований при проведении специальных обследований обширных лесных территорий, как правило, населенных многовидовыми сообществами птиц. Общая ситуация усложняется и необходимостью как можно более полного выявления видового состава птиц.

В заключение необходимо отметить, что синехвостка имеет обширный ареал [10, 23, 25-27]. Поэтому продолжительность ее миграций является

очень высокой, а сроки начала и окончания пролета, даже для местных популяций, выяснены еще очень плохо. К тому же, сроки отлета местных птиц и пролета соседних популяций могут перекрываться довольно значительно. Нередко массовый пролет птиц северных группировок проходит в период, когда часть местной популяции еще не приступила к миграции. Именно это является основной причиной завышения ее численности на местах гнездовых.

В связи с этим, необходимо привести некоторые данные по пролету этого вида в Южном Предбайкалье. Первые птицы весной появляются 25-27 апреля и основной пролет проходит в первой половине мая [5, 11, наши данные]. Весенняя миграция вида, в целом, относительно короткая и птицы часто незаметно появляются на территории Южного Предбайкалья. Осенние миграции синехвостки очень растянуты. В большинстве случаев, она оценивается в этот период как обычный пролетный вид [1-6, 18, 24]. Начинаются они в конце августа-начале сентября, а наиболее интенсивный пролет идет во второй половине сентября. Полностью пролет вида прекращается в середине октября, но отдельные особи могут задерживаться здесь очень долго. В очень теплые осени последние синехвостки у Байкальского музея СО РАН были отмечены в середине ноября. Наиболее поздняя встреча данного вида приходится на 14 ноября 2013 г. В это время, из-за сильного тепляющего влияния оз. Байкал, здесь создается большой по площади термальный рефугиум, вызывающий задержки в миграциях многих видов птиц. Одновременно, он вызывает их постепенное накопление и формирование крупной "холодной" зимовки водоплавающих птиц в истоке и верхнем течении р. Ангары.

Заключение

Синехвостка является достаточно обычным, но малочисленным видом Южного Предбайкалья. Обычная плотность ее населения соответствует второстепенным видам птиц этого региона и лишь в периоды массовых миграций ее обилие может кратковременно, но сильно, увеличиваться. В гнездовой период вид может использовать практически все местообитания. Однако синехвостка выбирает участки, отличающиеся сильной захламенностью старым валежником и высокой затененностью, связанной с хорошим развитием подлеска (темнохвойные породы деревьев) и подроста из кустистых кустарников. Как правило, это зеленомошные, часто смешанные леса с высокой долей темнохвойных пород деревьев, часто формирующих отдельные относительно небольшие участки среди лесов другого типа. Все они отличаются несколько повышенной увлажненностью территории. В качестве общей характеристики их можно назвать лесами таежного типа.

Список литературы

1. Ананин А.А. *Общий обзор фауны птиц северо-восточного Прибайкалья (Баргузинский хребет) // Тр. гос. зап-ка "Байкало-Ленский", 2001. – Вып. 2. – 66-82.*
2. Ананин А.А. *Птицы Баргузинского заповедника. – Улан-Удэ: Изд-во БурГУ, 2006. – 276 с.*
3. Богородский Ю.В. *Птицы Южного Предбайкалья. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1989. – 207 с.*
4. Васильченко А.А. *Птицы Хамар-Дабана. – Новосибирск: Наука, 1987. – 104 с.*
5. Доржиев Ц.З. *Птицы Байкальской Сибири: систематический состав, характер пребывания и территориальной размещение // Байкал. зоол. журн., 2011. - № 1(6). – С. 30-54.*
6. Доржиев Ц.З., Дурнев Ю.А., Сони́на М.В., Елаев Э.Н. *Птицы Восточного Саяна. – Улан-Удэ: Изд-во Бур.ГУ, 2019. – 400 с.*
7. Жеребцов Г.А., Коваленко В.А., Молодых С.И., Рубцова О.А. *Закономерности климатических изменений в XX в. и основные физические процессы, ответственные за эти изменения // Изв. Иркутск. гос. ун-та. Сер. Науки о Земле. - 2011. - Т. 4, № 1. - С. 87-108.*
8. Жеребцов Г.А., Коваленко В.А., Молодых С.И., Кириченко К.Е. *Влияние солнечной активности на температуру тропосферы и поверхности океана // Изв. Иркутск. гос. ун-та. Сер. Науки о Земле. - 2013. - Т. 6, № 1. - С. 61-79.*
9. Закс Л. *Статистическое оценивание. – М.: Статистика, 1976. – 598 с.*
10. Коблик Е.А., Редькин Я.А., Архипов В.Ю. *Список птиц Российской Федерации. – М.: Тов-во научн. изд. КМК, 2006. – 256 с.*
11. Малеев В.Г., Попов В.В. *Птицы лесостепей Верхнего Приангарья. – Иркутск: НЦ ВСНЦ СО РАМН, Изд-во "Время странствий", 2007. - 300 с.*
12. Мельников Ю.И., Гагина-Скалон Т.Н. *Птицы озера Байкал (с конца XIX по начало XXI столетия): видовой состав, распределение и характер пребывания // Бюл. МОИП. Отд. биол., 2016. – Т. 121. - Вып. 2. – С. 13-32.*
13. Мельников Ю.И. *Мониторинг плотности и структуры населения птиц лесных экосистем среднегорий Приморского хребта (Южный Байкал) в летний период // Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий: Мат-лы IV Всерос. научно-практич. конф. (1-3 ноября 2017 г., г. Сочи, Россия). – Сочи: Дониздат, 2017. – Т. 4. – С. 181-191.*

14. Мельников Ю.И. Современное изменение климата Южного Предбайкалья и его влияние на динамику природных условий, плотность и структуру населения птиц // *Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России: Мат-лы IV Всерос. научно-практич. конф. (24-26 ноября 2021 г., г. Иркутск, Россия)*. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2021. – С. 453-463.
15. Напрасников А.Т. Гидролого-климатические системы: геоэкологический анализ. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2003. – 143 с.
16. Оловянная Н.М. Авифауна Байкало-Ленского заповедника // *Тр. гос. зап-ка “Байкало-Ленский”*, 2006. – Вып. 4. – С. 183-197.
17. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
18. Попов В.В., Гулгонов В.Е., Китаев А.В. Конспект фауны наземных позвоночных Тункинского национального парка. – Иркутск: Изд-во БГУ, 2017. – 106 с.
19. Преловский В.А. Авифауна минеральных озер Приольхонья // *Тр. Прибайкальского НП*, 2007. – Вып. 2. – С. 208-217.
20. Пыжьянов С.В. Список птиц побережья Малого моря и прилегающих территорий // *Тр. Прибайкальского НП*, 2007. – Вып. 2. – С. 218-229.
21. Равкин Е.С., Челинцев Н.Г. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц. Препринт. – М.: Госкомитет СССР по охране природы, 1990. – 33 с.
22. Равкин Ю.С., Ливанов С.Г. Факторная зоогеография. – Новосибирск: Наука, 2008. – 205 с.
23. Рябицев В.К. Птицы Сибири: справочник-определитель в двух томах. – Москва-Екатеринбург: Изд-во “Кабинетный ученый”, 2014. – Т. 2. – 452 с.
24. Феллов И.В., Тупицын И.И., Подковыров В.А., Журавлев В.Е. Птицы дельты Селенги: Фаунистическая сводка. – Иркутск: ЗАО “Вост.-Сиб. изд. компания”, 2001. – 320 с.
25. Brazil M. *Birds of East Asia (Eastern China – Taiwan – Korea – Japan – Eastern Russia)*. – London: Christopher Helm, 2009. – 528 p.
26. MacKinnon J., Phillipps K. and Fen-qi He. *A Field Guide to the Birds of China*. – Oxford: Oxford University Press, 2000. – 586 p.
27. Sundev G., Leahy Ch. *Birds of Mongolia*. – Helm: Bloomsbury Publishing Plc, 2019. – 1314 p.

ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Саидова Оксана Жоржевна

старший преподаватель

*Институт экономики и торговли Таджикского государственного
университета коммерции*

Аннотация. *Антропогенное загрязнение окружающей среды (загрязнение, обусловленное жизнедеятельностью человека) до определенного периода времени достаточно хорошо сглаживалось (компенсировалось) процессами, происходящими в биосфере. Однако в результате интенсивной деятельности человека биосфера стала постоянно изменяться (деградировать): ухудшается качество атмосферы, водоёмов и почв, уничтожается фауна и флора. В результате научно-технической революции происходит значительное загрязнение окружающей среды, с которым она зачастую уже не в состоянии сама справиться. Выбросы и сбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы и почву достигли таких масштабов, что в некоторых регионах земного шара, особенно в крупных промышленных центрах, уровни загрязнений окружающей среды значительно превышают допустимые санитарные нормы.*

Ключевые слова: *атмосфера, окружающая среда, биосфера, аэрозоль, деградация, фауна, флора, человечество, промышленные предприятия, отходы, природные ресурсы, сточные воды, санитарно-защитные зоны.*

В настоящее время в земной атмосфере взвешено около 20 млн. т частиц, из которых примерно три четверти приходится на долю выбросов промышленных предприятий. Пыль и другие взвешенные частицы не только загрязняют атмосферу в результате прямых выбросов, но в большей мере в результате различных превращений газообразных веществ, выбрасываемых в атмосферу (сернистых соединений, оксидов азота, углеводородов) с образованием мелкодисперсных аэрозолей. Загрязняющие атмосферу вещества различны по своему составу (например, хлористый водород, фтористые соединения и т.д.). Главными загрязнителями (поллютантами) атмосферного воздуха, образующимися в процессе производственной и иной деятельности

человека, относят диоксид серы (SO₂), оксиды азота (NO_x), оксид углерода (CO), углеводороды (CH) и твёрдые частицы. Их выброс составляет около 98% от общего объёма выбросов вредных веществ.

Поэтому проблема защиты окружающей среды является одной из важных задач человечества. На рис.1. показана общая схема загрязнения окружающей среды при эксплуатации любого промышленного предприятия.



Рисунок 1. Общая схема загрязнения окружающей среды

В целях защиты окружающей среды (ЗОО) работа промышленности должна быть организована так, чтобы образующиеся отходы превращались в новые продукты. Охрана природы требует, чтобы производство совершенствовалось, а отходы утилизировались; все процессы создавались на основе малоотходной и безотходной технологии.

Применение малоотходной и безотходной технологии позволит не только решить проблему защиты окружающей среды, но одновременно обеспечит высокую экономическую эффективность производства.

Безотходная технология является наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия предприятий. Под понятием «безотходная технология» следует понимать комплекс мероприятий в технологических процессах, который на данном этапе развития общества должен включать:

- 1) совершенствование технологических процессов и разработку нового оборудования с меньшим уровнем выбросов и сбросов вредных веществ (ВВ) и отходов в окружающую среду;
- 2) замена токсичных отходов на нетоксичные;
- 3) обеззараживание отходов;
- 4) замена не утилизируемых отходов на утилизируемые;
- 5) применение пассивных методов защиты окружающей среды.

Любая производственная деятельность человека оказывает негативное влияние на окружающую природную среду, её ресурсы и процессы. Высоким уровнем антропогенного воздействия на природную среду характеризуются предприятия теплоэнергетики, по добыче полезных ископаемых, предприятия чёрной и цветной металлургии, химической и нефтеперерабатывающей промышленности, строительной индустрии, целлюлозно-бумажные комбинаты, все виды электростанций, транспорт.

Так, например, при выплавке одной тонны стали в атмосферу выбрасывается 0,04т твёрдых частиц, 0,03т оксидов серы и до 0,05т оксида углерода, а также в небольших количествах такие опасные загрязнители, как марганец, свинец, фосфор, мышьяк, пары ртути и др. В процессе сталеплавильного производства в атмосферу выбрасываются парогазовые смеси, состоящие из фенола, формальдегида, бензола, аммиака и других токсичных веществ. Существенно загрязняется атмосфера также выбросами доменных и ферросплавных производств.

При переработке свинцовоцинковых, медных, сульфидных руд, при производстве алюминия и др. в выбросах газов и пыли содержатся токсичные вещества.

Выбросы производств химической отрасли невелики, но весьма разнообразны, токсичны, имеют разную концентрацию и представляют значительную угрозу для человека и всей биоты. Химические производства загрязняют атмосферный воздух оксидами серы, соединениями фтора, аммиака, нитрозными газами (т.е. смесями оксидов азота), хлористыми соединениями, сероводородом, неорганической пылью и т.п.

В выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания (особенно карбюраторных) содержится огромное количество токсичных соединений: бенз(а)пирена, альдегидов, оксидов азота и углерода, а в случае применения этилированного бензина - особо опасных соединений свинца. При неотрегулированной топливной системе автомобиля образуется наибольшее количество вредных веществ в составе отработавших газов. Правильная её регулировка позволяет снизить их количество в 1,5 раза, а специальные нейтрализаторы снижают токсичность выхлопных газов в 6 и более раз.

Воздействие предприятий энергетики на состояние воздушного бассейна, главным образом, определяется видом сжигаемого топлива.

В сельской местности источниками загрязнения атмосферного воздуха являются предприятия, обслуживающие технику, энергетические и тепло-силовые предприятия, промышленные комплексы по производству мяса, животноводческие и птицеводческие хозяйства.

Загрязнение атмосферного воздуха воздействует на здоровье человека и на окружающую природную среду. Это воздействие может быть как непосредственным, так и медленным, постепенно разрушающим различные системы жизнеобеспечения организма.

Во многих случаях загрязнение воздушной среды нарушает структурные компоненты экосистемы до такой степени, что регуляторные процессы не в состоянии вернуть их в первоначальное состояние. Воздействие загрязнителей на человеческий организм может иметь самые серьёзные последствия.

Так, диоксид серы, соединяясь с влагой, образует серную кислоту, которая разрушает лёгочную ткань человека и животных. Особенно чётко эта связь прослеживается при анализе детской лёгочной патологии и степени концентрации диоксида серы в атмосфере крупных городов.

Пыль, содержащая диоксид кремния (SiO_2), вызывает тяжёлое заболевание лёгких – силикоз. Оксиды азота раздражают, а в тяжёлых случаях и разъедают слизистые оболочки, например, глаз, лёгких, участвуют в образовании ядовитых туманов и т.д. Особенно опасны они, если содержатся в загрязненном воздухе совместно с диоксидом серы и другими токсичными соединениями. В этих случаях даже при малых концентрациях загрязняющих веществ возникает эффект синергизма, т.е. усиление токсичности всей газообразной смеси.

Оксид углерода (CO , угарный газ) неблагоприятно действует на человеческий организм. При остром отравлении появляется общая слабость, головокружение, тошнота, сонливость, потеря сознания, возможен летальный исход (даже спустя три – семь дней). Но концентрация CO в атмосферном воздухе низка, и, как правило, не вызывает массовых отравлений. А для лиц, страдающих анемией и сердечно-сосудистыми заболеваниями, CO очень опасен. Из взвешенных твердых частиц наиболее опасны частицы размером менее 5 мкм. Они способны проникать в лимфатические узлы, задерживаться в альвеолах лёгких, засорять слизистые оболочки. Весьма неблагоприятные последствия связаны и с такими незначительными по объёму выбросами, как свинец, бенз(а)пирен, фосфор, кадмий, мышьяк, кобальт. Они угнетают кровяную систему, вызывают онкологические заболевания, снижают сопротивление организма инфекциям. Пыль, содержащая соединения свинца и ртути, обладает мутагенными свойствами и вызывает генетические изменения в клетках организма. Последствия воздействия на организм человека вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобилей, весьма серьёзные и имеют широчайший диапазон действия от кашля до летального исхода.

Загрязнение атмосферы – это только часть проблемы. При работе промышленных предприятий образуется большое количество различных твёрдых отходов и сточных вод. Все части биосферы тесно связаны между собой. Изменение в одной из них обязательно отразится на других сферах. Так, оксиды азота, углерода, серы и др. возвращаются на землю в виде кислотных дождей, последствием которых являются повышение кислотности воды, изменения в водных экосистемах, значительные изменения в почве и состоянии растительности и др., и, как следствие, снижение биоразнообразия биосферы, уменьшение запасов пресной воды, обезлесивание, опустынивание, которое может стать необратимым процессом.

Сокращение площадей лесов, саванн, степей в связи с бурным строительством городов, крупных промышленных предприятий и автомагистралей влечёт за собой уменьшение поступления кислорода в атмосферу.

Пассивные методы защиты окружающей среды включают комплекс мероприятий по ограничению выбросов/сбросов с последующей утилизацией или захоронением отходов. К их числу относятся:

- очистка сточных вод и газовых выбросов от вредных примесей;
- захоронение токсичных и радиоактивных отходов;
- рассеивание ВВ в атмосфере;
- снижение уровней энергетического загрязнения среды обитания человека.

Важная роль в ЗОС отводится мероприятиям по рациональному размещению источников загрязнения, а именно:

- вынесение предприятий из крупных городов и сооружение новых в малонаселённых районах;
- расположение их с учётом топографии местности и розы ветров;
- установление зон санитарной охраны (ЗСО), санитарно-защитных зон (СЗЗ), зон наблюдения (ЗН);
- рациональная застройка городов, обеспечивающая оптимальные экологические условия для человека и зелёных насаждений.

Многолетний опыт эксплуатации различного назначения предприятий позволил выработать следующую схему экологизации «старого типа технологий» и решения проблем защиты окружающей среды:

- а) для действующих предприятий:
 - проводится инвентаризация источников загрязнения и анализ качества внутрипроизводственной и внешней среды;
 - на основании сравнения полученных результатов анализа с нормативами делается вывод о технической и экологической безопасности предприятия для персонала и окружающей среды;
 - в случае обнаружения признаков сверхнормативного воздействия производственных процессов и предприятия в целом на человека и окружаю-

шую среду разрабатывают и реализуют более эффективные мероприятия по их модернизации;

б) для проектируемых предприятий, производств:

– проводится изучение и анализ закладываемых в проект технологических режимов и особенностей производственных процессов, источников всевозможных выделений загрязняющих веществ в окружающую среду и оценка их качественных и количественных характеристик;

– разрабатывается проектная документация с оценкой воздействия отдельных процессов и предприятия в целом на окружающую среду, делается вывод о достаточности или необходимости совершенствования проектных решений по защите человека и окружающей среды от возможных негативных воздействий эксплуатации предприятия;

– по результатам этих исследований производится корректировка проектных решений;

– после пуска производства в эксплуатацию проводится проверка его экологической безопасности по схеме действующего предприятия.

В целях предупреждения вреда, который может быть причинен окружающей среде, здоровью и генетическому фонду человека, вводятся стандарты на новые технику, технологии, материалы, вещества и другую продукцию, которые могут оказывать вредное воздействие на атмосферный воздух, устанавливаются требования охраны атмосферного воздуха. Запрещается внедрение новых технологий, техники, материалов, веществ и другой продукции, а также применение технологического оборудования и других технических средств, если они не отвечают установленным законодательством требованиям охраны атмосферного воздуха.

В целом, рациональное использование природных ресурсов подразумевает пересмотр традиционных принципов производства, размещения предприятий, разработки технологии, расчёта затрат, иными словами – системный подход, основанный на экологизации экономического развития.

Список использованной литературы

1. Василенко В.А. Экономика и экология: проблемы и поиски путей устойчивого развития. Новосибирск, 2000.

2. Ерофеев Б.В. Экологическое право: Учебник для вузов. – М.: Юриспруденция, 2001.

3. Карпин М.М. Биополитика. М., 2002.

4. Петров В.В. Экологическое право России, М., 1997г.

5. Шешученко Ю.С. Правовые проблемы экологии. Киев, 1989г.

6. Яковиев В.Н. Экологическое право. К., 1998г.

О ТРЕХ ЭЛЕКТРОДИНАМИКАХ

Аксенов Валентин Васильевич

доктор физико-математических наук, профессор

*Институт вычислительной математики и математической геофизики
СО РАН*

Аннотация. В статье определяются пределы применимости трех электродинамик: Максвелла, Паркера и автора, опираясь на их соответствие экспериментам, а также возникающим в экскрементах эффектам. В электродинамике автора нашли объяснение все названные в статье эффекты в естественных и искусственных электромагнитных полях.

Ключевые слова: электродинамика, пределы применимости, эффекты в электромагнитном поле.

ABOUT THREE ELECTRODYNAMICS

Abstract. The article attempts to determine the limits of applicability of the three electrodynamic: of Maxwell, Parker and the author, based on their compliance with experiments, as well as the effects arising in excrement. In the electrodynamic of the author, all the effects mentioned in the article in natural and artificial electromagnetic fields were explained.

Keywords: electrodynamic, limits of applicability, effects in the electromagnetic field.

1. Введение

Полтора века назад в электродинамике (тогда это была всеми признанная электротехника) произошло эпохальное событие – была опубликована монография Максвелла, на последних страницах которой были записаны общие уравнения электродинамики в кватернионах. Уравнений было порядка двадцати, из которых затем физики вычленили два основных и два материальных, связывающих напряженности и индукции полей с помощью электромагнитных констант.

С тех давних пор уравнения Максвелла стали основными в макроскопической электродинамике. Однако одни ученые считали уравнения Максвелла абсолютными, другие пытались изобрести их аналоги, третьи стали применять их, не заботясь о вложенных в них ограничениях и пределах их применимости.

Вопрос о пределах применимости уравнений Максвелла к природным электромагнитным явлениям возник еще в 1902 г., когда голландский физик Van Vleuten [1] обнаружила эффект, противоречащий первому уравнению Максвелла. Оказалось, что наблюдаемое в природе переменное магнитное поле естественного происхождения не удовлетворяет первому уравнению Максвелла. Его напряженность оказалась не потенциальной в непроводящей атмосфере Земли, что, исходя из уравнений Максвелла, было невозможно.

Много десятилетий спустя, автор поставил задачу проверить эксперимент Van Vleuten, используя данные международного геофизического года (МГГ 1957/58 гг.) и исследовать другие эффекты, которые так или иначе не удовлетворяли уравнениям Максвелла.

2. Эффекты в экспериментах, не удовлетворяющие уравнениям Максвелла

Проверка эксперимента из [1] стала во многом доступнее в связи с опубликованными данными второго международного геофизического года МГГ-1957/58 гг. Эта проверка проводилась, опираясь на известное соотношение, вытекающее из уравнений Максвелла.

$$\oint_L (\mathbf{H} \cdot d\mathbf{l}) = \int_W (\text{rot} \mathbf{H} \cdot d\mathbf{s}) = \int_W (j_n ds)_{j_n=0} = 0. \quad (1)$$

Из (1) следует, что в области, где $j_n = 0$, поле должно быть потенциальным ($\text{rot} \mathbf{H} = 0$). В непроводящей атмосфере $j_n = 0$, однако магнитное поле остается не потенциальным ($\text{rot} \mathbf{H} \neq 0$). Вывод из этого факта состоит в том, что в природе существуют еще какие-то магнитные поля, которые не описываются уравнениями Максвелла. В работе [2] Н.П. Бенькова на материалах первого МГГ 1933 г. зафиксировала результат, который полностью встраивается в эксперимент из [1]. Поскольку результат Н.П. Беньковой был получен позже по материалам первого геофизического года, то автор назвал этот эффект эффектом Van Vleuten-Беньковой. В дальнейшем необходимо было его объяснить.

В 1970 г. были опубликованы результаты, полученные профессором Д.Н. Четаевым [3] с электрическим полем коротко периодических вариаций, используемых в геофизической практике магнитотеллурических зондирований (МТЗ). Оказалось, что вертикальная к поверхности Земли напряженность электрического поля принимает очень высокие значения (КВ/м) при отсутствующем электрическом токе через непроводящую атмосферу. Этот эксперимент восходит к первым двум, описанным выше, и требует своего объяснения.

В пятидесятых годах прошлого века Ааронов и Боом опубликовали в [4] результаты эксперимента с квантовыми частицами, пролетающими поперек

бесконечно длинного соленоида с электрическим током. Апертура на экране после фокусирующей линзы оказалась расплывчатой, хотя, согласно уравнениям Максвелла, за пределами такого соленоида магнитного поля нет. Оно сосредоточено внутри. При выключенном токе в соленоиде апертура сворачивалась в точку, как это должно быть и при включенном в соленоиде электрическом токе. Фейнман объяснил этот эффект влиянием векторного потенциала. На это математики возразили тем, что векторный потенциал – математическая функция. Тем не менее физики удовлетворились объяснением Фейнмана. Автору предстояло примирить тех и других.

Не менее интересной является проблема конденсатора. Как известно Максвелл, вводя в свои уравнения замкнутость электрического тока в цепи ($\text{div } \mathbf{j} = 0$), ввел понятие тока смещения, который, по его мнению, должен течь между обкладками конденсатора, заполненного непроводящим материалом. Физики при этом стали интересоваться магнитным полем такого тока смещения. Прямые эксперименты потерпели неудачу, поэтому конденсаторы обычно не экранируют в колебательных контурах, так как токи смещения не наводят электрический ток в окружающих приборах. Автору в [6] предстояло объяснить это противоречие.

Следующий не менее захватывающий результат получен Чандрасекаром в [10]. Он предположил, что помимо отличной от нуля силы Лоренца в природе должны быть магнитные поля, сила Лоренца для которых равна нулю. Это означает, что электрический ток должен совпадать по направлению с вектором напряженности магнитного поля, а это запрещено уравнениями Максвелла. Автору необходимо было найти в эксперименте такие поля, которые бы удовлетворяли предположению Чандрасекара [10].

В геофизической практике скин-эффект доставляет неприятности, когда переменное магнитное поле, с помощью которого осуществляют электромагнитное зондирование Земли, не проникает на глубину из-за скин-эффекта. Физическое объяснение скин-эффекта известно давно и заключается в том, что зондирующее магнитное поле, проникая в проводник, наводит в нем вторичное магнитное поле в противофазе первичному из-за возникающих в проводнике вторичных электрических токов (по отношению к электрическим токам, возбуждающим первичное магнитное поле). Вторичные электрические токи, как раз и возбуждают вторичное магнитное поле в противофазе первичному. От этого первичное магнитное поле гасится на глубине, не проникая далеко внутрь исследуемого объекта [7]. Автору предстояло найти такие магнитные поля, которые бы не создавали скин-эффект [7].

Поразительное явление возникает в известных термоядерных экспериментах на Земле в так называемых токамаках. После создания в них тороидального магнитного поля, способного, как считается, удержать проводящую нагретую плазму внутри тороидального соленоида, происходит не-

медленный «срыв», объяснению которому посвящено много научных работ. Автору предстояло предложить одно из возможных преодолений этого явления, опираясь на идею и доказательство существования некоего другого магнитного поля, не входящего в уравнения Максвелла [8].

В науке много лет известна проблема краткосрочного предсказания землетрясений. Геологи сетуют на то, что у физиков нет даже намек на те поля или явления, способные предсказать чуть раньше наступающее землетрясение. Автору предстояло ответить на этот вызов [9].

Здесь следует особо остановиться на эффекте Дж. Лармора [15]. Этот эффект положил начало авторской теореме о пределах применимости уравнений Максвелла, с одной стороны. А с другой, явился основополагающим для двух новых электродинамик: космической электродинамике Ю. Паркера [16] и электродинамике естественного электромагнитного поля Земли автора [13]. Суть эффекта Дж. Лармора состоит в том, что при движении заряженной жидкости в магнитном поле возникает дополнительное электрическое поле, не учтенное в уравнениях Максвелла. Этот же эффект появления дополнительного электрического поля наблюдается при движении одной системы отсчета относительно другой. Учет Эффекта Дж. Лармора здесь является во многом определяющим.

3. Электродинамика Максвелла

Исходя из выше изложенных экспериментов необходимо тщательно исследовать пределы применимости уравнений Максвелла не только к исследованию создаваемым искусственно электромагнитным полям, но и к природным электромагнитным полям, известным уже очень давно. Уравнения Максвелла:

$$\begin{aligned} \nabla \times \mathbf{H} = \sigma \mathbf{E} + \varepsilon \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}, \quad \nabla \times \mathbf{E} = -\mu \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}, \quad \nabla \cdot \mathbf{H} = 0, \quad \nabla \cdot \mathbf{E} = 0, \\ \mathbf{B} = \mu \mathbf{H}, \quad \mathbf{D} = \varepsilon \mathbf{E}, \end{aligned} \quad (1)$$

Первое и самое главное условие, которое вложено Максвеллом в свои уравнения и является по существу парадигмой его исследований, состоит в том, что, изучая электрические токи в колебательных контурах, он вынужден был предположить замкнутость токов в них ($\text{div} \mathbf{j} = 0$). Это привело его к введению в уравнения токов смещения. Они замкнули электрические токи в контурах. Это решило основную проблему замкнутости электрических токов в контурах. Однако в то же время предопределило пределы применимости записанных Максвеллом уравнений.

Несколько десятилетий спустя Дж. Стреттон в [11], не нарушая принцип замкнутости электрических токов в уравнениях Максвелла, математически определил два решения уравнений Максвелла, назвав их электромагнитными полями магнитного (МТ) и электрического (ЭТ) типов.

Автор в 1982 г. [12] попытался записать уравнения Максвелла для МТ и ЭТ полей по отдельности, не исключая принцип бездивергентности электрического тока. В монографии [13] автором повторен вывод этих уравнений с тщательным соблюдением необходимых этапов при этом выводе. Заключительные уравнения в сферических координатах выглядят следующим образом. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля магнитного типа МТ при условии $\mathbf{H} = \text{rot}\mathbf{A}$ с калибровкой $\text{div}\mathbf{A} - \sigma'\varphi = 0$, где $\sigma' = \sigma_0 + i\omega\varepsilon_0$, $\sigma_0, \varepsilon_0, \mu_0$ – электромагнитные константы области определения уравнений, ω – круговая частота электрического тока, возбуждающего электромагнитные поля.

$$\text{Rot}\mathbf{H}^{MT} - \text{Grad}\left(\frac{2A_r}{r}\right) = \sigma'\mathbf{E}^{MT}, \quad \text{rot}\mathbf{E}^{MT} = -\mu_0 \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{H}^{MT}, \quad \text{Div}\mathbf{E}^{MT} = 0, \quad \text{div}\mathbf{H}^{MT} = 0. \quad (2)$$

Здесь *Rot*, *Grad*, *Div* – двумерные аналоги обычных операторов *rot*, *grad*, *div*.

Поле электрического типа ЭТ подчиняется следующим уравнениям.

$$\text{rot}\mathbf{H}^{\text{ЭТ}} + \text{Grad}\left(\frac{2A_r}{r}\right) = \sigma'\mathbf{E}^{\text{ЭТ}}, \quad \text{rot}\mathbf{E}^{\text{ЭТ}} = 0, \quad \text{div}\mathbf{E}^{\text{ЭТ}} = 0, \quad \text{div}\mathbf{H}^{\text{ЭТ}} = 0. \quad (3)$$

Как нетрудно заметить, в (2) и (3) появляется дополнительный ток вида:

$$\mathbf{j}_r = \text{Grad}\left(\frac{2A_r}{r}\right), \quad (4)$$

который назовем тороидальным электрическим током, возникающим, как легко понять, из-за влияния сферичности и обеспечивающего наличие тороидальных полей. В цилиндрической и планальной системах координат такого тока нет. Поля МТ подчиняются уравнениям:

$$\text{Rot}\mathbf{H}^{MT} = \sigma'\mathbf{E}^{MT}, \quad \text{rot}\mathbf{E}^{MT} = -\mu_0 \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{H}^{MT}, \quad \text{Div}\mathbf{E}^{MT} = 0, \quad \text{div}\mathbf{H}^{MT} = 0. \quad (5)$$

Поле ЭТ – уравнениям:

$$\text{rot}\mathbf{H}^{\text{ЭТ}} = \sigma'\mathbf{E}^{\text{ЭТ}}, \quad \text{rot}\mathbf{E}^{\text{ЭТ}} = 0, \quad \text{div}\mathbf{E}^{\text{ЭТ}} = 0, \quad \text{div}\mathbf{H}^{\text{ЭТ}} = 0. \quad (6)$$

Уравнения (5) и (6) являются прямым доказательством правильности теорем Т. Каулинга [14] об отсутствии тороидальных магнитных полей от цилиндрических и планальных электрических токов в природе. В уравнениях (5) и (6) тороидальные токи отсутствуют.

Согласно введенным в [11] правилам идентичности источников в МТ и ЭТ полях их можно выразить через векторный потенциал в сферических координатах:

$$H_\theta^{MT} = -\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} r A_\varphi, \quad H_\varphi^{MT} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} r A_\theta, \quad H_r^{MT} = -\frac{1}{r \sin \theta} \left(-\frac{\partial}{\partial \theta} \frac{1}{\sin \theta} A_\varphi + \frac{\partial}{\partial \varphi} A_\theta \right),$$

$$\begin{aligned}
 E_{\theta}^{MT} &= -i\omega\mu_0 A_{\theta}, & E_{\varphi}^{MT} &= -i\omega\mu_0 A_{\varphi}, \\
 H_{\theta}^{\varepsilon T} &= \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \varphi} A_r, & H_{\varphi}^{\varepsilon T} &= -\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} A_r, & E_{\theta}^{\varepsilon T} &= \frac{1}{r\sigma'} \frac{\partial}{\partial \theta} \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} r^2 A_r, \\
 E_{\varphi}^{\varepsilon T} &= \frac{1}{\sigma' r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \varphi} \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} r^2 A_r, & E_r^{\varepsilon T} &= \frac{1}{\sigma'} \frac{\partial}{\partial r} \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} r^2 A_r.
 \end{aligned} \quad (7)$$

Отсутствие в $E_r^{\varepsilon T}$ индукционного слагаемого доказано в [13].

Нетрудно заметить также, что сложение уравнений (2) и (3) приводит к выпадению тороидального тока \mathbf{j}_r в суммарных уравнениях. Они превращаются в известные классические уравнения Максвелла.

Автор в выпадении тороидальных токов из уравнений Максвелла увидел истоки новой электродинамики, в которой сохранялись бы тороидальные электрические токи, и которые возбуждали бы некие новые электромагнитные поля. Эти новые электромагнитные поля названы тороидальными и полоидальными. А их физическое появление будет связано с эффектом Дж. Лармора [15]. Учет эффекта Дж. Лармора в уравнениях Максвелла приведет к пониманию пределов применимости классических уравнений Максвелла. Действительно, теорема о пределах применимости уравнений Максвелла в свете всего изложенного выше может быть сформулирована следующим образом [17].

Теорема.

Пределы применимости стандартных уравнений Максвелла ограничиваются технической физикой и любыми экспериментами с магнитными полями на Земле в связи с малыми значениями критерия подобия – магнитного числа Рейнольдса $Re_m = L\mu\sigma|\mathbf{V}|$.

Доказательство.

Известно, что эффект Дж. Лармора вызывает дополнительное электрическое поле:

$$\mathbf{E}' = \mathbf{E} + [\mathbf{V} \times \mathbf{B}], \quad (8)$$

где \mathbf{E}' – дополнительное электрическое поле по сравнению со стандартной напряженностью \mathbf{E} , \mathbf{V} – скорость движения заряженной жидкости или скорость движения одной системы отсчета относительно другой, \mathbf{B} – магнитная индукция. Подставляя (8) во второе уравнение Максвелла, получим:

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = -rot(\mathbf{E} + [\mathbf{V} \times \mathbf{B}]). \quad (9)$$

Преобразовав первое уравнение Максвелла умножением справа и слева на магнитную проницаемость μ , например, $rot\mathbf{B} = \mu\sigma'\mathbf{E}$ можно получить новое уравнение объединением первого и второго уравнений Максвелла путем исключения электрического поля:

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \frac{1}{\mu \sigma'} \Delta \mathbf{B} - \text{rot}([\mathbf{V} \times \mathbf{B}]). \quad (10)$$

Уравнение (10) называют иногда уравнением индукции с динамо слагаемым. Оно представляет одновременно первое и второе уравнения Максвелла и эффект ДЖ. Лармора. Уравнения (10) позволяют определиться с пределами применимости стандартных уравнений Максвелла, опираясь на критерий подобия – магнитное число Рейнольдса $\text{Re}_m = L \mu \sigma' |\mathbf{V}|$. В нем параметр L представляет характерный размер, указывающий место границы между ламинарностью и турбулентностью движения магнитного поля.

В земных условиях $\text{Re}_m \leq 1$ из-за малых L на Земле. Это дает возможность отбросить второе слагаемое в (10) и получить стандартное уравнение индукции для Земли:

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \frac{1}{\mu \sigma'} \Delta \mathbf{B}. \quad (11)$$

Уравнение (11) абсолютно верное и отражает техническую электродинамику на Земле, полностью подчиняющуюся стандартным уравнениям Максвелла. Они абсолютно верны в этом случае.

В естественном электромагнитном поле на Земле в связи с относительно большими размерами естественных источников электромагнитного поля на Земле, критерий Рейнольдса находится в пределах $10^3 \div 10^5$ ед. [13, 16]. Поэтому в уравнении (10) нельзя отбрасывать слагаемые в правой части, что предопределяет появление гидромагнитных эффектов в естественном электромагнитном поле. Эти эффекты перечислены выше. Для их учета необходимо вводить в обиход электродинамику некоторых других электромагнитных полей. Это, как раз, является предметом появления второй электродинамики автора.

В космической электродинамике Ю. Паркера [16] $\text{Re}_m \approx 10^{12} \div 10^{17}$ ед. из-за больших L , поэтому уравнение (10) необходимо переписать так:

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = -\text{rot}([\mathbf{V} \times \mathbf{B}]). \quad (12)$$

Уравнение (12) предполагает наличие турбулентности в магнитном поле, конвекции и неравномерного движения космических объектов [16]. Это обстоятельство позволило Ю. Паркеру разработать третью, отличную от первых двух, электродинамику Ларморского типа [16].

Теорема доказана.

Теорема позволила автору взяться за разработку новой электродинамики для наблюдаемых на Земле естественных электромагнитных полей, начало которой потребовало сформулировать новую парадигму, отличную от первой и третьей.

4. Электродинамика автора

Чтобы сохранить выпадающие из уравнений Максвелла тороидальные токи в сферических координатах необходимо было отказаться от парадигмы замкнутости электрических токов и ввести в обиход новую парадигму бездивергентности магнитных полей ($div\mathbf{H} = 0$) в связи с отсутствующими на Земле магнитными зарядами. Эта парадигма является более общей по сравнению с парадигмой замкнутости электрических токов. Она заранее не вносит ограничений на электрические токи. Это предопределяет сохранность в теории тороидальных электрических токов, а с ними тороидальных и полоидальных электромагнитных полей, ввести которые в теорию необходимо с учетом уже известных из [11] электромагнитных полей МТ и ЭТ Дж. Стреттона. В дальнейшем здесь будет показана их непосредственная связь с тороидальными \mathbf{H}_T и полоидальными магнитными полями \mathbf{H}_p , так же как с полями \mathbf{E}_T и \mathbf{E}_p в электрической части.

Необходимо отметить, что сферическая симметрия электрических токов преодолевает возвратную симметрию теорем Т. Каулинга, поэтому теория, развиваемая здесь, использует сферическую симметрию полей и токов.

Исходным посылом для электродинамики автора является цепочка равенств [18]:

$$div\mathbf{H} = 0, \quad \mathbf{H} = rot\mathbf{A}, \quad \mathbf{A} = (Q\mathbf{r}) + rot(Q\mathbf{r}). \quad (13)$$

Здесь Q – скалярная функция трех или четырех переменных класса $Q \in C^\infty$, \mathbf{r} – радиус вектор. Правомерность (13) доказана в ряде работ автора [13, 18]. Исходя из определений (13), можно ввести тороидальные и полоидальные электромагнитные поля следующим образом [13]:

$\mathbf{H}_T = rot(Q\mathbf{r})$ – двух компонентное тороидальное магнитное поле.

$\mathbf{H}_p = rotrot(Q\mathbf{r})$ – трех компонентное полоидальное магнитное поле. (14)

$\mathbf{E}_T = -i\omega\mu rot(Q\mathbf{r})$ – двух компонентное тороидальное электрическое поле.

$\mathbf{E}_p = \frac{1}{\sigma'} graddiv(Q\mathbf{r})$ – трех компонентное полоидальное электрическое поле.

Здесь σ' удельная проводимость области, в которой определено электрическое поле \mathbf{E}_p . Соответствие размерностей во введенных выше полях объясняется тем, что дифференциальные операторы в них заданы в не штрихованных координатах вне источника. Тогда как интегралы по источникам заданы в штрихованных координатах и входят в выше названные определения в виде размерных констант, которые не изменяют своей размерности при дифференцировании по не штрихованным координатам определений (14). В последнем определении \mathbf{E}_p из (14) индукционное слагаемое компенсируется потенциальным слагаемым – теорема 12 из [17].

Определения (14) позволяют записать выражения для взаимной генерации тороидальных и полоидальных магнитных полей [13, 17]:

$$\text{rot}\mathbf{H}_T = \mathbf{H}_P, \quad \text{rot}\mathbf{H}_P = \chi\mathbf{H}_T. \quad (15)$$

Здесь $\chi = \gamma / \eta$, γ – скорость диффузии поля, $\eta = \frac{1}{\sigma\mu}$ – магнитная вязкость при $t = 0$, в переменном поле $\chi = (i\omega\mu\sigma)^{1/2}$ при $t > 0$, ω – круговая частота. Взаимная генерация достигается при $\chi \neq 0$ и определенных значениях \mathbf{H}_T , \mathbf{H}_P – полей.

Определения (14) позволяют доказать силовой характер электромагнитных полей \mathbf{H}_P , \mathbf{E}_T и несиловой характер полей \mathbf{H}_T , \mathbf{E}_P . Кроме того, достаточно просто доказывается справедливость отсутствия силы Лоренца $\mathbf{F}_L = [\mathbf{j} \times \mathbf{B}] = 0$ в полях \mathbf{H}_T , \mathbf{E}_P [19]. Силовая часть ЭМП:

$$\mathbf{F}_L = [\mathbf{j}_T \times \mathbf{B}_P] = [\sigma' \mathbf{E}_T \times \mu \mathbf{H}_P] \neq 0,$$

$$\text{э.д.с.} = \oint_L (\mathbf{E}_T \cdot d\mathbf{l}) = \oint_W (\text{rot}\mathbf{E}_T \cdot d\mathbf{s}) = -\mu \oint_W \left(\frac{\partial \mathbf{H}_P}{\partial t} \cdot d\mathbf{s} \right) \neq 0.$$

Несиловая часть:

$$\bar{\mathbf{F}}_L = [\mathbf{j}_T \times \mathbf{B}_T] = [\chi \mathbf{H}_T \times \mu \mathbf{H}_T] = 0, \quad \text{э.д.с.} = \oint_L (\mathbf{E}_P \cdot d\mathbf{l}) = \oint_W (\text{rot}\mathbf{E}_P \cdot d\mathbf{s}) = 0. \quad (16)$$

В несилевой части сила Лоренца тождественно равна нулю из-за совпадения направлений магнитных полей в векторном произведении. Константы χ , μ направления не изменяют, э.д.с. равна нулю из-за определения \mathbf{E}_P как градиента скаляра, равного дивергенции вектора. Ротор градиента равен нулю. В формулах (16) тороидальный электрический ток есть следующая величина [18, 20]:

$$\mathbf{j}_T = \chi \mathbf{H}_T = \frac{\gamma}{\eta} \mathbf{H}_T = \sigma' (\gamma \mu \mathbf{H}_T) = \sigma' \mathbf{E}_T. \quad (17)$$

Формулы (16) и (17) требуют доказательства наличия в природе несилевых полей \mathbf{H}_T , \mathbf{E}_P .

Они найдены автором в данных экспериментов, проводимых в период МГТ 1933, 1957/58, 1964/65 гг. [13]. Наличие в природе тороидальных несилевых магнитных и электрических полей автоматически объясняет появление эффектов, описанных в [1-9] и легализует предположение Чандрасекара [10] о наличии в природе несилевых электромагнитных полей.

Тороидальное разложение векторного потенциала (13) позволяет объяснить утверждение Фейнмана о том, что в эксперименте Ааронова-Бома элементарные частицы отклоняются под действием векторного потенциала.

Это верно, но не примиряет физиков и математиков, которые считают векторный потенциал математической функцией. Разложение векторного потенциала (13) содержит в своих слагаемых тороидальное магнитное поле, согласно определениям (14). Это магнитное поле несилевое в связи с (16), тем не менее разложение (13) несет в себе физическое начало в виде несилевого тороидального магнитного поля, а векторный потенциал по существу дуален и содержит в себе как математическую часть (первое слагаемое), так и физическую – второе слагаемое, являющееся по определению несилевым магнитным полем. Оно то и отклоняет квантовые частицы, пролетающие поперек бесконечного соленоида в эксперименте Ааронова-Бома.

Ответ на отсутствие в физике электромагнитных полей краткосрочно указывающих на появление в заданном районе землетрясений есть, и он изложен в [9]. Результат в [9] указывает на то, что несилевое вертикальное к поверхности Земли полоидальное электрическое поле E_{pZ} содержит информацию о готовящемся землетрясении путем резкого нарастания напряженности E_{pZ} с последующим изменением в его направлении. Эксперимент, описанный в [9], это подтверждает.

Формулы (14)-(17) позволяют записать общие уравнения для $\mathbf{H}_T, \mathbf{H}_p, \mathbf{E}_T, \mathbf{E}_p$ по аналогии с уравнениями Максвелла.

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \mathbf{H}_p &= \mathbf{j}_T + \mathbf{j}_T^{CT}, \quad \operatorname{rot} \mathbf{H}_T = \mathbf{H}_p, \quad \operatorname{rot} \mathbf{E}_T = -\frac{\partial \mathbf{B}_p}{\partial t}, \quad \operatorname{rot} \mathbf{E}_p = 0, \\ \operatorname{div}(\mathbf{H}_T, \mathbf{H}_p) &= 0, \quad \operatorname{div}(\mathbf{E}_T, \mathbf{E}_p) = 0, \quad \mathbf{D}_{p,T} = \varepsilon \mathbf{E}_{p,T}, \quad \mathbf{B}_{p,T} = \mu \mathbf{H}_{p,T}. \end{aligned} \quad (18)$$

Определения (14)-(18) позволяют соотнести определяемые в (14) электромагнитные поля с определенными в [11] МТ и ЭТ полями. Электромагнитные поля $\mathbf{H}^{MT}, \mathbf{E}^{MT}$ по существу есть авторские $\mathbf{H}_p, \mathbf{E}_T$: $\mathbf{H}_p^{MT} = \operatorname{rot} \operatorname{rot}(\mathbf{Qr}), \quad \mathbf{E}_T^{MT} = -i\omega\mu \operatorname{rot}(\mathbf{Qr})$.

Электромагнитные поля $\mathbf{H}^{\mathcal{E}T}, \mathbf{E}^{\mathcal{E}T}$ есть авторские $\mathbf{H}_T, \mathbf{E}_p$: $\mathbf{H}_T^{\mathcal{E}T} = \operatorname{rot}(\mathbf{Qr}), \quad \mathbf{E}_p^{\mathcal{E}T} = \frac{1}{\sigma} \operatorname{grad} \operatorname{div}(\mathbf{Qr})$.

В авторской электродинамике доказаны теоремы: Гельмгольца для тороидальных и полоидальных полей, теорема об источниках, о калибровках Кулона и Лоренца для таких полей, теоремы существования таких полей, теорема Гаусса-Шмидта о разделении полей на внешние и внутренние и др. [13, 17].

Предложенная автором электродинамика позволила объяснить известные эффекты в естественном электромагнитном поле на Земле, перечисленные выше, и построить новую теорию геомагнетизма, включая экспериментальное доказательство наличия истинных источников ГПП и его вариаций. Сферичность источников и полей есть первопричина появления тороидаль-

ного поля на Земле.

5. Электродинамика Ю. Паркера

Электродинамика Ю. Паркера подробно изложена в его двухтомнике [16]. Парадигма Ю. Паркера не сохраняет в космосе уравнения Максвелла из-за очень больших чисел Рейнольдса $10^{12} \div 10^{17}$ ед. Его парадигма восходит к проявлению турбулентности в магнитных полях для таких чисел Рейнольдса, конвекции и неравномерному вращению космических объектов. Согласно соотношениям (12) движения есть непреременный участник всех процессов в электромагнитных полях в космосе. Ларморовский тип электродинамики Ю. Паркера является оригинальным по отношению к уравнениям Максвелла. Этот вид электродинамики носит свой отличительный способ генерации магнитных полей. В его основе взаимная генерация тороидальных и полоидальных магнитных полей по формуле (15), получившей название динамо возбуждения. Опуская обширные применения Ю. Паркером своей электродинамики, которая великолепно изложена в двухтомнике [16], обратимся к идее динамо возбуждения магнитных полей на Земле, автоматически перенесенной из монографии Ю. Паркера. Идее динамо возбуждения магнитных полей на Земле посвящено большое количество научных публикаций. Их анализ подробно описан в [21]. Наиболее перспективным способом получения электромагнитного поля с помощью динамо по-прежнему считается идея винтового динамо Ю.Б. Пономаренко [22], которая казалось преодолевает влияние возвратной симметрии Т. Кауллинга [14]. Т. Кауллингом доказано, что планальная и цилиндрическая симметрии электрических токов не генерируют тороидальное магнитное поле. В предложенном Ю.Б. Пономаренко эксперименте, как кажется, преодолено влияние возвратной симметрии. Однако, кроме этого формулы (15) для взаимной генерации требуют еще определенных величин напряженностей тороидальных и полоидальных магнитных полей. Так, например, для взаимной генерации этих полей в ядре Земли при оценочной там электрической проводимости (она необходима, чтобы в (15) параметр $\chi \neq 0$) напряженность тороидального магнитного поля должна быть на уровне 100 Гс [13]. Она же, судя по экспериментам на Земле ввремя МГГ, не превосходит 3-4 Гс. Второе ограничение касается достижения в эксперименте больших чисел Рейнольдса, что вряд ли достижимо на земле из-за малых L . На Земле $Rm_e \leq 1$ из-за малых L . В космосе L достигает огромных значений, что поднимает числа Рейнольдса до таких больших величин. Судя по формулам (18), генерация тороидального поля из полоидального и наоборот требует еще присутствия затравочного тороидального стороннего электрического тока \vec{J}_T^{CT} , а с ним тороидального магнитного поля \vec{H}_T .

В токамаках тороидальное магнитное поле создается заранее для поддержания плазмы внутри тороидальной катушки. Как только в катушке для

поджатия плазмы к центру катушки появляется полоидальное поле происходит «срыв» за счет взаимной генерации тороидальных и полоидальных полей [8]. Это явление не позволяет удержать плазму внутри тороидальной катушки. Необходимо постоянно компенсировать полоидальное поле для предотвращения «срыва».

Тем не менее третья электродинамика Ю. Паркера дала существенный толчок к развитию электродинамики в космосе. Достаточно назвать открытие Ю. Паркером солнечного ветра и многих вызываемых им явлений не только по отношению к земной магнитосфере, но и к пониманию электродинамики космического пространства.

Заключение

Краткое изложение основ трех электродинамик убедительно показывают их пределы применимости, преимущества, достижения и недостатки по отношению друг к другу.

Можно надеется, что допустимое существование трех электродинамик поможет получить новые результаты как в пределах этих электродинамик, так и в пограничных с ними областях.

Автор намеренно не излагал электродинамику Г. Моффата и Дж. Бэкуса [23, 24], исходя из понимания отвлеченности их физических моделей от экспериментальных данных, известных в настоящее время.

Список литературы

1. *Van Vleuten A. Over de dagelijche variatie van het Ardmagnetisme // Koninklijk Ned. Meteor. Instit. No. 102, Utrecht. 1917, pp. 5–30.*
2. *Benkova N.P. Solar Diurnal variations of Terrestrial Magnetism // The Hydrometeorological service of USSR Transactions of Scientific Institutions of Terrestrial Magnetism. Series VI. L.-M.: 1941, 75 p.*
3. *Четаев Д.Н. Об обратной задаче теории магнитотеллурического зондирования // Физика Земли, 1966, №9. С. 105-107.*
4. *Aaronov Y., Bohm D. Significance of Electromagnetic Potentials in the Quantum Theory // Phys. Rev. 1959. Vol. 115. No. 3, pp.485–491.*
5. *Аксенов В.В. Несиловые электромагнитные поля в экспериментах. // XIII Международная научная конференция Екатеринбург. Сб. «Наука России: Цели и задачи». 2019 г. – С. 63 – 70.*
6. *Аксенов В.В. Несиловые переменные электромагнитные поля токов смещения в конденсаторах. // Новосибирск: Сб. научных трудов НГТУ. 2016, №1(83). – С. 69-75.*
7. *Аксенов В.В. О глубинности исследования земной коры переменным электромагнитным полем. // М: Геология и разведка, 2009, №2. – С. 39 – 41.*

8. Аксенов В.В. О взаимной генерации магнитных полей в токамаках и её подавлении. // Изв. ВУЗов. Физика. 2018 г. №9. – С.171-172.

9. Аксенов В.В. Математическое моделирование предвестников землетрясений, возникающих в физических полях. // Геология и разведка. 2016, №3. – С. 50 – 58.

10. Chandrasekhar S. On force-free magnetic fields // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1956, Vol. 42. No. 1, pp. 1–5.

11. Stratton J. *Ad. Electromagnetic Theory*. Mc. Graw-Hill Book Company. New York and London, 1941, 539 p.

12. Аксенов В.В. О разделении полей электрического и магнитного типа в геоэлектромагнитных вариациях. // Новосибирск: Изд. СО АН СССР. Геология и Геофизика, №9, 1982 г. – С. 100 – 110.

13. Аксенов В.В. Электромагнитное поле Земли. (3-е издание переработанное и дополненное)., Новосибирск: Изд. СО РАН, 2010 г. –268 с.

14. Кауллинг Т. Магнитная электродинамика // М.: Атомиздат. 1978. -96 с.

15. Larmor J. How could a rotating body such as the Sun become a magnet // *Rep. Brit. Assoc. SCI*. 1919, pp. 60 –159.

16. Parker E.N. *Cosmical Magnetic Fields* // Clarendon Press Oxford. 1997. Vol. 1. – 608 p. Vol. 2. – 479 p.

17. Аксенов В.В. Пятнадцать теорем математической геофизики. Формулировки, доказательства, ссылки на публикации // Изд. Наука России: Цели и задачи. Сб. статей по материалам XX международной научно-практической конференции. Часть 2. 2020. – С. 56–70.

18. Аксенов В.В. Тороидальное разложение векторного потенциала магнитного поля и его приложения. // Вестник МГУ. Серия 3. Физика. Астрономия. 2015, № 6. – С.128 – 134.

19. Аксенов В.В. О свойствах силы Лоренца в естественном электромагнитном поле Земли // Томск. Изв. Вузов. Физика. 2022. №3. С.

20. Аксенов В.В. Несиловые и силовые электромагнитные поля. // Изв. Вузов. Физика. 2016. Т. 59, № 3. – С.3-10.

21. Соколов Д.Д. Современное состояние и перспективы лабораторного динамо-эксперимента // М.: МГУ. Соросовский образовательный журнал. 2001. Т.7, №4. С. 110-115.

22. Пономаренко Ю.Б. К теории гидродинамического динамо // ПМТФ. 1973, №6. С. 47-51.

23. Moffat H.K. *Generation of magnetic field in conducting medium* // Cambridge University Press. 1978. – 339 p.

24. Backus G. *Poloidal and Toroidal Fields in Geomagnetic Field Modeling* // *Reviews of Geophysics*. 1986. Vol. 24, No. 1, pp. 75-109.

**АНИЗОТРОПИЯ ТОЛЩИН ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ И
ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ ПОВЕРХНОСТИ
КУБИЧЕСКИХ СЕЛЕНИДОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Юров Виктор Михайлович

кандидат физико-математических наук, доцент

Ибаатов Марат Кенесович

доктор технических наук, профессор

Портнов Василий Сергеевич

доктор технических наук, профессор

Карагандинский технический университет, Казахстан

Редкоземельные элементы (РЗЭ) представляют собой группу из 17 элементов таблицы Д.И. Менделеева. Селениды РЗЭ кристаллов кубической симметрии составляют лишь 8 бинарных соединений [1, 2]. Селениды РЗЭ являются аналогами сульфидам РЗЭ, но исследованы значительно меньше [3]. Монокристаллы кубической сингонии селенидов РЗЭ получались с пространственной группой $Fm\bar{3}m$ и структурой типа NaCl. Их температура плавления достаточно высока. Возможные двойные соединения могут составлять более 400, а тройных соединений могут составлять более 3000. Среди этих материалов могут быть полупроводники, ферромагнетики и другие вещества с уникальными свойствами.

В настоящей работе использована эмпирическая модель [4, 5] и рассчитана толщина поверхностного слоя селенидов РЗЭ и анизотропия их поверхностной энергии. В [4, 5] нами предлагается модель атомарно-гладкого кристалла (рис. 1), состоящего из 4-х слоев.

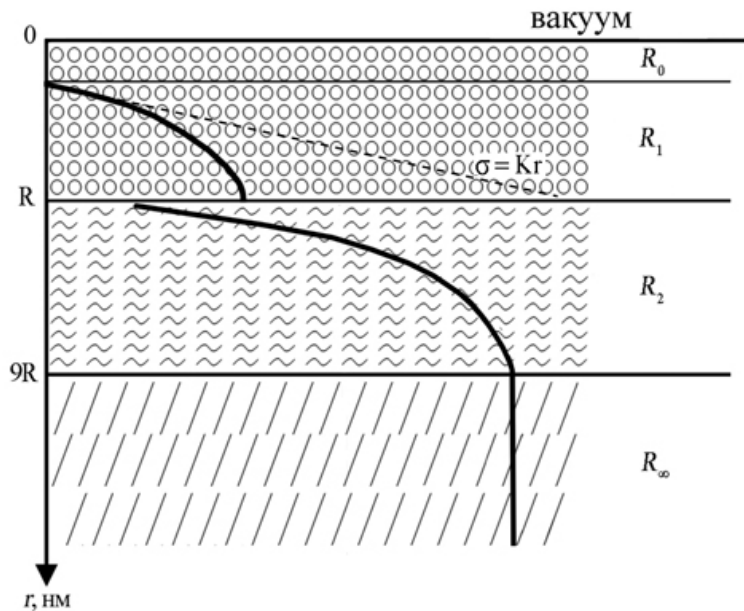


Рисунок 1. Изображение поверхностного слоя [4, 5].

R_0 - слой де Бройля; R_1 - слой R(I); R_2 - слой R(II); R_∞ - слой массивного образца

Слой R_0 металлических материалов носит название слоя де Бройля и оканчивается размером от 0,01 нм до 0,1 нм. В этом слое протекают квантовые эффекты [6]. Слой R(I) представляет собой наноструктуру, где разыгрываются коллективные размерные эффекты [7]. Слой R(II) имеет размер порядка $9 R(I)$ и прилегает к объемной фазе. В этом слое размерный эффект связан с некоторым параметром, а именно, с длиной свободного пробега электронов, размеров доменов и т.п. [8]. Из рис. 1 видно, $h = R$ происходит фазовый переход, и структура меняется от R(I) до R(II). Физические свойства всех слоев существенно отличаются от объемной фазы. Свойства этих слоев экспериментально начали исследовать в 60-х годах 20-го века после создания установок сверхвысокого вакуума при сверхнизких температурах на особо чистых монокристаллах. Помимо этого, начали создавать численные модели поверхности монокристаллов путем компьютерного моделирования, что значительно проще применения сложного оборудования.

Формула для определения поверхности и ее толщины предложена в [4, 5]:

$$R(I)_i = 0.17 \cdot 10^{-9} \cdot \nu(i) = 0.17 \cdot \nu(ii) \quad (1)$$

где $v = M/\rho$, M – атомная масса материала (кг/моль), ρ – его плотность (кг/м³).

Поверхностная энергия вычислялась по формуле:

$$\sigma(\text{hkl}) = 0.7 \cdot 10^{-3} \cdot T_m \cdot l(\text{hkl}), \quad (2)$$

где T_m – температура плавления материала, $l(\text{hkl})$ для кристаллов типа NaCl задается соотношениями (3): при $Z = 4$, $a = R(\text{I})$, σ [9]:

$$\text{Fm}\bar{3}\text{m}, Z = 4, l_{100} = a, l_{110} = a\sqrt{2}, l_{111} = 2a/\sqrt{3} \quad (3)$$

Используя уравнения (1) – (3), определим толщину слоя $R(\text{I})$ и поверхностную энергию $\sigma_{(\text{hkl})}$ селенидов РЗЭ. Эти величины покажем в таблице 1. Здесь же представлены и числа монослоев n , которые вычислялись по формуле $n = R(\text{I})/a$. Здесь a представляет собой постоянную элементарной ячейки кристаллической решетки.

Таблица 1 показывает, что поверхностный слой $R(\text{I})$ имеет размер от 4,13 нм для селенида скандия (ScSe) до 6,19 нм для селенида самария (SmSe). Эти размеры указаны для грани (100) монокристалла и относятся к наноструктурной области. Для селенидов РЗЭ размер поверхностного слоя не сильно изменяется в ряду от скандия до лютеция, как впрочем и все их физические и химические свойства. Поверхностный слой толщиной $R(\text{I})$ экспериментально наблюдается на монокристаллах особой чистоты с особо приготовленной поверхностью. Эксперимент проводят в высоком вакууме, как правило, методом скользящего падения рентгеновского излучения. При этом угол падения рентгена должен быть равным углу полного внутреннего отражения или меньше его. При таких условиях, рентгеновское излучение начинает затухать в объеме на размерах порядка нанометров. Таким методом, по дифракции рентгеновского излучения, была определена глубина поверхностного слоя для чистого кремния (3,2 нм) и золота (1,2 нм) [10].

Таблица 1.
Толщина поверхностного слоя и поверхностная энергия

Селениды РЗЭ	Структура	(hkl)	T_m , К	$R(\text{I})$, нм	$\sigma_{(\text{hkl})}$, Дж/м ²
ScSe	Fm $\bar{3}$ m, $a = 0,5437$ нм $Z = 4$, NaCl	(100)	-	4,13 (8)	
		(110)		5,78 (11)	
		(111)		4,86 (9)	
SmSe	Fm $\bar{3}$ m, $a = 0,6200$ нм, $Z = 4$, NaCl	(100)	2373	6,19 (10)	1,661
		(110)		8,67 (14)	2,325
		(111)		7,28 (12)	1,954

GdSe	Fm3m, $a = 0,5772$ нм, $Z = 4$, NaCl	(100)	2453	4,96 (9)	1,717
		(110)		6,94 (12)	2,404
		(111)		5,84 (10)	2,020
TbSe	Fm3m, $a = 0,5741$ нм, $Z = 4$, NaCl	(100)	-	4,87 (8)	
		(110)		6,82 (12)	
		(111)		5,73 (10)	
HoSe	Fm3m, $a = 0,5687$ нм, $Z = 4$, NaCl	(100)	-	4,71 (9)	
		(110)		6,59 (12)	
		(111)		5,54 (10)	
ErSe	Fm3m, $a = 0,5662$ нм, $Z = 4$, NaCl	(100)	2023	4,65 (8)	1,416
		(110)		6,51 (12)	1,982
		(111)		5,47 (10)	1,666
TmSe	Fm3m, $a = 0,5640$ нм, $Z = 4$, NaCl	(100)	2333	4,63 (8)	1,633
		(110)		6,48 (12)	2,286
		(111)		5,45 (10)	1,921
LuSe	Fm3m, $a = 0,5576$ нм, $Z = 4$, NaCl	(100)	-	4,45 (8)	
		(110)		6,23 (11)	
		(111)		5,24 (9)	

Из табл. 1 видна анизотропия поверхностного слоя кубических селенидов редких земель. При этом грань (110) имеет наибольшую толщину. Чтобы сравнить селениды РЗЭ с аналогичными свойствами чистых кристаллов РЗЭ, нужно обратиться к работе [11].

Таблица 2.

Толщина поверхностного слоя $R(I)$ лантаноидов

Me	$R(I)$, нм	Me	$R(I)$, нм	Me	$R(I)$, нм
La	3,8	Sm	4.4	Ho	5.5
Ce	3.8	Eu	5.8	Er	5.5
Pr	4.2	Gd	5.3	Tm	5.2
Nd	4.5	Tb	5.3	Yb	4.6
Pm	4.4	Dy	5.3	Lu	5.7

Сравнение табл. 1 и 2 показывает, что средняя толщина поверхностного слоя $R(I)$ у обоих соединений примерно одинаковая и они оба представляют собой наноструктуру.

Табл. 1 показывает значительную анизотропию поверхностной энергии. Она максимальна у грани (100). В работах [12, 13] показано, что поверхностная энергия является наибольшей у металлов 3d (V, Cr, Fe), 5f (Pa, Np) и 4f (Pr) с ОЦК, тетрагональной и ромбической структурами. А наименьшей – у металлов с ГЦК, ГПУ и ДГПУ структурами. В случае селенидов РЗЭ, которые относятся к ГЦК структурам, некоторые кристаллы обладают значительной поверхностной энергией. Зачастую, это связано с их высокой температурой плавления. Высокая поверхностная энергия свидетельствует о том, что разрушить такой кристалл, особенно по направлению $\langle 110 \rangle$, довольно непросто, поскольку работа разрушения $A = \sigma S$, S – площадь поверхности. Табл. 1 показывает, что число монослоев в слое каждой грани изменяется от 8 до 12. Это также находится на уровне чистых металлов. Размерные эффекты в селенидах РЗЭ должны наблюдаться уже при ~ 50 нм. В качестве примера, эти зависимости показаны на рис. 2.

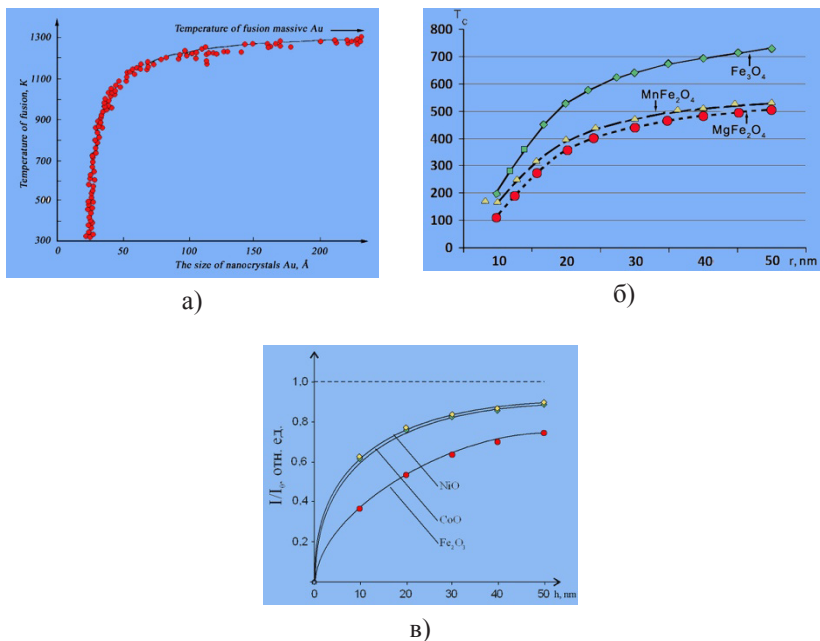


Рисунок 2. Размерная зависимость температуры Au (а) [14], температуры Кюри T_C (б) [15], люминесценции оксидов (в) [16].

Из табл. 1 видно, что переход от объема к поверхности селенидов РЗЭ можно рассмотреть следующим образом. Если расколоть монокристалл в ва-

кууме, то можно обнаружить три типа поверхности: это сингулярного типа, это вицинального типа и диффузионного типа [10]. Они показаны на рис. 3.

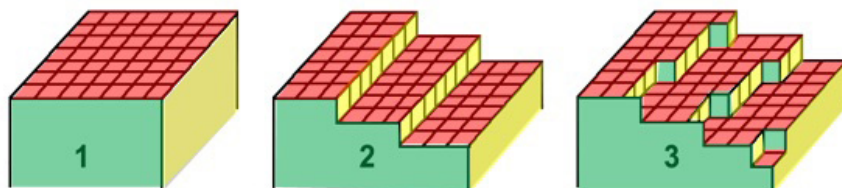


Рисунок 3. Три типа поверхностей: сингулярные (атомно-гладкие) - 1, вицинальные (ступенчатые) - 2, несингулярные (диффузные) поверхности - 3.

На сингулярных поверхностях переход от твердой фазы к паровой осуществляется в пределах одного слоя, на вицинальных – переход осуществляется через несколько кристаллографических плоскостей, отделенных моноатомными ступеньками, а на диффузных – переход от твердого тела к паровой фазе осуществляется на протяжении нескольких атомных слоев. Однако толщина слоя неизвестна.

В слое R(I) с атомами чистых металлов и селенидов также происходит реконструкция и релаксация (рис. 4), связанная с перестройкой поверхности [10].

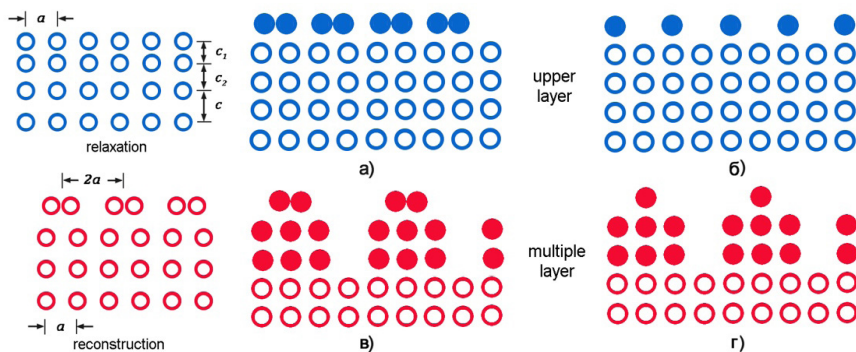


Рисунок 4. Преобразование поверхности металла: релаксация – верхний слой (а, б); реконструкция – несколько слоев (в, г)

Причем релаксированная поверхность характеризуется лишь изменением межплоскостных расстояний, а реконструированная поверхность может

иметь различие в расположении приповерхностных атомов (рис. 4). У большинства металлов происходит релаксация поверхности. На поверхностях некоторых благородных и полублагородных ГЦК металлов (например, Au, Ir и Pt), а также переходных ОЦК металлов (W и Mo) наблюдаются реконструкции. Из табл. 1 следует, что кубические селениды РЗЭ обладают ГЦК решеткой, то есть их поверхность подвержена реконструкции с числом слоев – 8-12.

Список литературы

1. Рябчиков Д.И., Рябухин В.А. Аналитическая химия редкоземельных элементов и иттрия. – М.: Наука, 1966. – 349 с.
2. Оболончик В.А. Селениды. – М.: Металлургия, 1972. – 362 с.
3. Прибыльская Н.Ю. Фазовые диаграммы систем лантаноид - селен и свойства образующихся фаз. – Диссер. кандидата хим. наук, Москва, 1999. – 26 с.
4. Юров В.М. Толщина поверхностного слоя атомарно-гладких кристаллов // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов, 2019, Вып. 11. – С. 389-397.
5. Юров В.М., Портнов В.С. Анизотропия толщин поверхностного слоя и энергии связи поверхности щелочных элементов // Тенденции развития науки и образования, 2021, №79, Часть 2. – С. 123-128.
6. Арутюнов К.Ю. Квантовые размерные эффекты в металлических наноструктурах // ДАН ВШ РАН, 2015, №3(28). – С. 7-16.
7. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2005. – 412 с.
8. Уваров Н.Ф., Болдырев В.В. Размерные эффекты в химии гетерогенных систем // Успехи химии, 2001, Т. 70(4). – С. 307-329.
9. Бокарев В.П., Красников Г.Я. Анизотропия физико-химических свойств монокристаллических поверхностей // Электронная техника. Серия 3. Микроэлектроника, 2016, №4(164). – С. 25-30.
10. Оура К., Лифишиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В., Катаяма М. Введение в физику поверхности. – М.: Наука. 2006. – 490 с.
11. Юров В.М., Гученко С.А., Лауринас В.Ч. О поверхности атомарно-гладких лантаноидов // Международный научный форум «Наука и инновации - современные концепции», Москва: 3 мая 2019 года, Т. 1. С. 79 -83.
12. Арэфьева Л.П. Анизотропия поверхностной энергии и барического коэффициента поверхностной энергии полиморфных фаз металлических кристаллов. – Автореферат кандидата физ.-мат. наук, Нальчик, 2009. – 25 с.

13. Бокарев В.П. Развитие физико-химических принципов оценки влияния поверхностной энергии на свойства материалов и процессы для технологии микроэлектроники. Диссертация доктора технических наук, Москва, 2020. – 299 с.

14. Buffat P., Borel J.P. Size effect on the melting temperature of gold particles // *Phys. Rev. A*. 1976. Vol. 13. - P. 2287-2294.

15. Юров В.М., Гончаренко В.И., Олешко В.С. Анизотропия поверхностной энергии и толщины поверхностного слоя магнитных наноструктур // *Нано- и микросистемная техника*, 2021, Т. 23, №2. – С. 59-62.

16. Юров В.М., Гончаренко В.И., Олешко В.С., Гученко С.А. Толщина поверхностного слоя и анизотропия поверхности оксидов железа // *Евразийское Научное Объединение*, 2021, №8. – С. 52-55.

РАСЧЕТ БЕТОННЫХ СВОДОВ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ БАЛКАМ МЕТОДОМ «СЕКТОРА ТОНКОСТЕННОГО КОЛЬЦА»

Алексеев Петр Афанасьевич

магистрант

Трофимов Александр Васильевич

кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

***Аннотация.** В статье приводится алгоритм расчета бетонного сводчатого перекрытия по металлическим балкам методом «сектора тонкостенного кольца». Данный метод расчета учитывает совместную работу сводчатого заполнения с металлической балкой. Полученные расчетные результаты сравниваются с данными инструментального контроля, тем самым доказывается высокая достоверность метода.*

***Ключевые слова:** метод «сектора тонкостенного кольца», перекрытие по металлическим балкам, сводчатое перекрытие, совместная работа, момент инерции, прогиб.*

Введение

Сводчатые бетонные перекрытия по металлическим балкам были распространены в конце XIX – начале XX в. на территории Санкт-Петербурга. Данный тип перекрытий в первую очередь ценился за высокую огнестойкость и коррозионную стойкость, так же за относительную дешевизну.

На сегодняшний день большинству перекрытий того времени требуется усиление или реконструкция. Для определения технического состояния перекрытий, проводят визуальное и инструментальное обследование конструкций, в том числе выполняется поверочный расчет. Ввиду отсутствия нормативной методики расчета, которая учитывала бы совместную работу сводчатого заполнения и балок, проектировщики считают данный тип перекрытия как нагруженную металлическую балку, в том числе весом сводика. Главным недостатком такого расчета сводчатого перекрытия является существенное занижение его несущей способности, из-за неправильного понимания напряженно-деформированного состояния конструкции перекрытия.

Своды за счет распора обжимают металлические балки, тем самым вклю-

чают их в совместную работу.

Таким образом, из-за неправильного расчета, большинство сводчатых перекрытий по металлическим балкам признаются аварийными. Включение бетонного свода в работу совместно с металлической балкой позволит не «приговаривать» перекрытия, которые могут еще прослужить многие года.

Алгоритм расчета методом «сектора тонкостенного кольца»

Для расчета нам потребуются следующие исходные данные: δ – толщина свода; r – радиус до средней линии сектора кольца; α – угол половины сектора кольца.

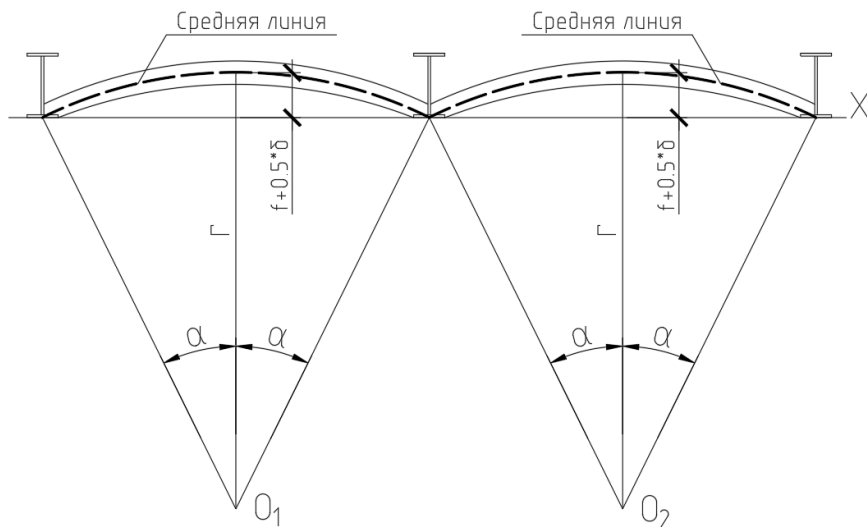


Рисунок 1. Расчетная схема

Алгоритм расчета методом «сектора тонкостенного кольца»:

1. Находим площадь рассматриваемого сектора кольца:

$$F = 2 \cdot \alpha \cdot r \cdot \delta,$$

где $\alpha = \frac{\pi \cdot \alpha^\circ}{180^\circ}$ – безразмерный коэффициент.

2. Расстояние от центра сектора кольца O_1 до центра тяжести свода:

$$y_1 = r \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha}.$$

3. Определяем момент инерции свода относительного собственного центра тяжести:

$$I_{cв}^0 = \frac{F \cdot r^2}{4 \cdot \alpha} \left(2 \cdot \alpha + 2 \sin \alpha - \frac{4 \sin^2 \alpha}{\alpha} \right).$$

4. Находим расстояние x от центра тяжести свода до оси X:

$$x = y_1 - \left(r - f_0 - \frac{\delta}{2} \right),$$

где f_0 – подъем свода, см.

5. Суммарный статический момент инерции сечения, приведенный к металлу относительно оси X:

$$\sum S_x = \frac{S_{xcв}}{m} + S_{xб},$$

где $m = \frac{E_s}{E_b}$ – отношение модулей упругости стали и бетона; $S_{xcв}$ – статический момент инерции свода относительно оси X, см³; $S_{xб}$ – статический момент инерции балки относительно оси X, см³.

6. Суммарная приведенная площадь сечения:

$$A_{red} = \frac{A_{cв}}{m} + A_b,$$

где $A_{cв}$ – площадь сечения свода, см²; A_b – площадь сечения балки, см².

7. Находим центр тяжести объединенного сечения:

$$y_{ц.м.} = \frac{\sum S_x}{A_{red}}.$$

8. Определяем момент инерции приведенного сечения:

$$I_{red} = \frac{I_{cв}^0}{m} + \frac{A_{cв} \cdot (y_{ц.м.} - x)^2}{m} + I_b^0 + A_b \cdot \left(y_{ц.м.} - \frac{h}{2} \right)^2,$$

где h – высота балки, см.

9. Моменты сопротивления для верхней и нижней граней балки:

$$W_o = \frac{I_{red}}{(h - y_{ц.м.})};$$

$$W_n = \frac{I_{red}}{y_{ц.м.}}.$$

10. Определяем напряжения в расчетных точках балки и проводим проверку на прочность по первой группе предельных состояний:

$$\sigma_{\sigma} = \frac{M}{W_{\sigma}} \leq R;$$

$$\sigma_{\eta} = \frac{M}{W_{\eta}} \leq R,$$

где σ_{σ} и σ_{η} – напряжения в верхней и нижней расчетных точках балки, кг/см²; R – расчетное сопротивление стали балки, кг/см².

11. Определяем прогиб балки и проводим проверку по второй группе предельных состояний:

$$f = \frac{5 \cdot q_n \cdot l_0^4}{384 \cdot E \cdot I_{red}} \leq [f],$$

где $[f] = \frac{l_0}{200}$ – допустимый прогиб балки, см; E – модуль упругости стали, кг/см²; l_0 – расчетный пролет балки, см; q_n – нормативная нагрузка на балку, кг/м.

Расчет методом «сектора тонкостенного кольца»

В работе И.Д. Исекеева и А.В. Трофимова, опубликованной в 2018 году [5], приводится расчет бетонного сводчатого перекрытия по металлическим балкам методом «прямоугольников». В данной статье выполняется расчет этого перекрытия методом «сектора тонкостенного кольца».

Исходные данные [5]

№	Условное обозначение	Единицы измерения	Значение	Примечания
1	l_0	м	7,85	Расчетный пролет
2	q_n	кг/м	1159	Нормативная нагрузка на балку
3	δ	см	9	Толщина свода
4	r	см	169,46	Радиус до средней линии сектора кольца
5	α	град.	26,27	Угол половины сектора кольца

Был выполнен расчет сводчатого перекрытия согласно алгоритму, приведенному выше:

1. Площадь рассматриваемого сектора кольца равен 1398,48 см² ($\alpha=0,458$).

2. Расстояние от центра сектора кольца O_1 до центра тяжести свода $y_1=163,59$ см.

3. Момент инерции свода относительно собственного центра тяжести $I_{cb}^0=38468,66$ см⁴.

4. Расстояние x от центра тяжести свода до оси X равен 11,62 см.

5. Суммарный статический момент инерции сечения, приведенный к металлу относительно оси X : $\sum S_x = 2401,81$ см³.

6. Суммарная приведенная площадь сечения: $A_{red}=202,87$ см².

7. Центр тяжести объединенного сечения относительно оси X : $y_{ц.т.}=11,84$ см.

8. Момент инерции приведенного сечения: $I_{red}=9207,97$ см⁴.

9. Моменты сопротивления для верхней и нижней граней балки: $W_b=699,66$ см³; $W_n=777,74$ см³.

10. Определяем напряжения в расчетных точках балки и проводим проверку на прочность по первой группе предельных состояний:

$$\sigma_\sigma = 1622,22 \text{ кГ} / \text{см}^2 \leq R = 1682 \text{ кГ} / \text{см}^2;$$

$$\sigma_n = 1459,35 \text{ кГ} / \text{см}^2 \leq R = 1682 \text{ кГ} / \text{см}^2.$$

11. Определяем прогиб балки и проводим проверку по второй группе предельных состояний:

$$f = 2,97 \text{ см} \leq [f] = 3,93 \text{ см}.$$

Выводы

1. Расчет методом «сектора тонкостенного кольца» прогиб балки составил $f=2,97$ см, что близко значению прогиба полученного в результате инструментального контроля $f=3,0$ см.

2. Предлагаемая методика расчета позволяет с большой точностью оценить влияние жесткости бетонных сводов на напряженно-деформированное состояние металлических балок. Это особенно важно при реконструкции зданий, имеющих подобные перекрытия.

3. Оценка работоспособности балок без учета свода приводит к необоснованному занижению их несущей способности и жесткости и неоправданным экономическим затратам связанных с необходимостью их усиления или демонтажа.

Список литературы

1. Лахтин Н.К. Расчет арок и сводов. – М., 1911. – 480с.

2. Разжавин А.В. Учет несущей способности бетонных сводов при поверочных расчетах сталебетонных перекрытий // *Промышленное и гражданское строительство*. – 2013. – № 3. С. 45-46.

3. Бернгард В.Р. Арки и своды. Руководство к устройству и расчету арочных и сводчатых перекрытий. СПб.: Типография Ю.Н. Эрлих. 1901- 128 с.

4. Фролов А.В., Зимин С.С., Фролова Е.В. Методика расчета несущей способности балок с учетом жесткости кирпичного сводчатого заполнения // *Синергия наук*. – 2017. – № 10. С. 593-619.

5. Исекеев И.Д., Трофимов В.В. Совершенствование методики расчета пологих железобетонных сводов, опирающихся на металлические балки // *Вестник гражданских инженеров*. – 2018. 1(66). – с. 29-33.

6. Лаптев Е.А. Оценка несущей способности перекрытий по стальным балкам с накатом в виде сводиков в зданиях Санкт-Петербурга. ВКР магистра: 08.04.01/Лаптев Е.А. – СПб, 2016. – 55 с.

7. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – 1975. С. 62-63.

DOI 10.34660/INF.2022.18.79.189

УДК 537.852.2

РАСЧЁТ ОТКЛИКА МЕТАЛЛОДЕТЕКТОРА С КРУГОВОЙ КАТУШКОЙ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ НА ОБЪЕКТЫ ПОИСКА

Баженов Иван Николаевич

кандидат технических наук, сотрудник

Дудников Владислав Александрович

сотрудник

Ковалёв Артём Андреевич

сотрудник

*Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации,
г. Орёл, Россия.*

Аннотация. В данной статье произведён расчёт отклика металлодетектора с круговой катушкой круглого сечения на объекты поиска, установленные внутри бетонных ограждающих конструкций. Сделан вывод о зависимости отклика металлодетектора на объекты поиска от различных параметров.

Ключевые слова: объект поиска, отклик металлодетектора на объект поиска, металлодетектор, взаимная индуктивность.

Введение

Важнейшими характеристика металлодетекторов (МД), определяющими его возможности по поиску различных объектов в ограждающих конструкциях являются: максимальная глубина поиска; минимальный размер обнаруживаемого предмета; рабочая частота, геометрические параметры катушки и объекта поиска (ОП); чувствительность катушки (величина отклика катушки на ОП).

Чувствительность МД зависит от многих параметров как самой катушки МД, так и объектов поиска. Зная примерные размеры, форму и расстояние до объекта поиска становится возможным рассчитать оптимальные размеры катушки МД для получения наибольшего отклика МД на ОП. Это необходимо для повышения вероятности обнаружения объекта поиска при обследовании бетонных конструкций помещения на предмет выявления закладных устройств.

Для понимания решаемой задачи необходимо ввести понятие чувствительности по отношению к МД. Чувствительность – это минимальное зна-

чение изменения индуктивности катушки МД, которое фиксирует узел обработки данных МД. Далее под чувствительностью МД будем понимать величину отклика МД на ОП, которая представляет собой отношение приращения индуктивности катушки к её номинальному значению. Определим зависимость чувствительности МД от параметров катушки индуктивности.

Расчёт отклика металлодетектора с круговой катушкой круглого сечения на объекты поиска. Напряжение U на индуктивности L и ток через неё i связаны соотношением (1):

$$U = L \frac{di}{dt} . \quad (1)$$

При расчете предполагается, что все рассматриваемые элементы являются линейными, поскольку в поле катушек отсутствуют материалы с нелинейными свойствами (считаем, что поблизости нет ферромагнетиков, а если и есть, то далеки от насыщения).

При наличии магнитной связи с другой индуктивностью, напряжение на каждой индуктивности зависит не только от тока через неё, но и от тока через вторую индуктивность, что представлено системой дифференциальных уравнений (2). Причём система уравнений (2) записана с учётом известного факта: $M_{12} = M_{21}$ – т.е. индуктивность катушки по отношению к ОП равна индуктивности ОП по отношению к катушке. Здесь и далее, для величин, относящихся к катушке МД, будем использовать индексы 1, а для величин, относящихся к ОП – индексы 2.

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} \\ U_2 = M \frac{di_1}{dt} + L_2 \frac{di_2}{dt} \end{array} \right. , \quad (2)$$

где L_1 – индуктивность первой катушки;

L_2 – индуктивность ОП;

M – взаимная индуктивность катушки и ОП;

U_1 – напряжение на катушке;

U_2 – напряжение в ОП;

$\frac{di_1}{dt}$ – производная тока по времени.

Рассмотрим случай синусоидального сигнала в катушке, при этом магнитные поля, токи в объекте, напряжения на индуктивностях будут также изменяться по синусоидальному закону с той же частотой. Поэтому имеет смысл воспользоваться методом комплексных амплитуд, благодаря чему система дифференциальных уравнений примет вид алгебраических (3), при этом оператор дифференцирования по времени заменяется умножением на коэффициент $j\omega$, где $j = \sqrt{-1}$, $\omega = 2\pi f$ – циклическая частота (f – частота генератора МД):

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = j\omega L_1 \dot{I}_1 + j\omega M \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = j\omega M \dot{I}_1 + j\omega L_2 \dot{I}_2 \end{cases} \quad (3)$$

Собственные активные сопротивления катушки и объекта могут быть введены в рассмотрение как самостоятельные сопротивления, подключённые последовательно с индуктивностями; напряжение на катушке будет тогда определяться как сумма напряжения на индуктивности и напряжения на активном сопротивлении.

Активное сопротивление катушки МД включать в уравнения не будем, отнесём его к внутреннему сопротивлению источника сигнала. Активное сопротивление ОП R_2 является нагрузкой для индуктивности L_2 ОП (рис. 1).

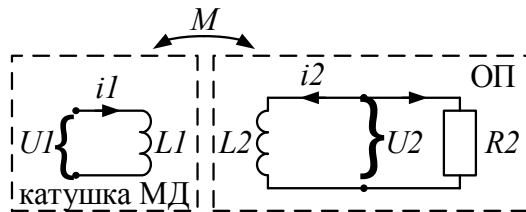


Рисунок 1. Схематичное изображение катушки МД и ОП

С помощью уравнений системы (3) выразим \dot{U}_1 через \dot{I}_1 , тогда сможем вычислить комплексное сопротивление катушки как $Z_1 = U_1 / I_1$ (при наличии рядом с катушкой влияющего предмета) и, сравнив с начальным $Z_{10} = j\omega L_1$, определить вносимое реактивное и активное сопротивление.

Воспользуемся тем, что $U_2 = I_2 R_2 = -I_2 R_2$; положительные направления токов для двух связанных индуктивностей выбраны, как это принято для четырёхполюсников. Подставляем выражение для U_2 во второе уравнение системы (3), получаем уравнение (4):

$$-I_2 R_2 = U_2 = j\omega M I_1 + j\omega L_2 I_2. \quad (4)$$

Выразив из (4) значение I_2 и подставив его в первое уравнение системы (3) получим уравнение (5):

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 \left(j\omega L_1 + \frac{\omega^2 M^2}{R_2 + j\omega L_2} \right). \quad (5)$$

Значит комплексное сопротивление катушки будет представлено выражением (6):

$$\dot{Z}_1 = \dot{U}_1 / \dot{I}_1 = j\omega L_1 + \frac{\omega^2 M^2}{R_2 + j\omega L_2} = j\omega L_1 + \frac{\omega^2 M^2 (R_2 - j\omega L_2)}{R_2^2 + \omega^2 L_2^2}. \quad (6)$$

Преобразуем (6) в удобный вид (уравнение 7) для сравнения с начальным комплексным сопротивлением катушки.

$$\dot{Z}_1 = j\omega \left(L_1 - \frac{\omega^2 M^2 L_2}{R_2^2 + \omega^2 L_2^2} \right) + \frac{\omega^2 M^2 R_2}{R_2^2 + \omega^2 L_2^2}. \quad (7)$$

Сравнивая полученный результат с начальным комплексным сопротивлением катушки $j\omega L_1$, видим, что влияние находящегося рядом предмета проявляется в уменьшении индуктивности катушки и увеличении активного сопротивления. Индуктивность катушки изменяется на величину ΔL_1 , представленную выражением (8).

$$\Delta L_1 = -\frac{\omega^2 M^2 L_2}{R_2^2 + \omega^2 L_2^2}. \quad (8)$$

Трудность обнаружения предмета определяется не самим изменением индуктивности катушки, а относительным изменением (обычно минимальное фиксируемое относительное изменение индуктивности катушки является постоянной прибора). Поэтому запишем выражение (9) для относительного изменения индуктивности катушки:

$$\xi_{L_1} = -\frac{\omega^2 M^2 L_2}{L_1 (R_2^2 + \omega^2 L_2^2)}. \quad (9)$$

Изменение активного сопротивления катушки (вносимое активное сопротивление) представлено выражением (10):

$$\Delta R_1 = \frac{\omega^2 M^2 R_2}{R_2^2 + \omega^2 L_2^2}. \quad (10)$$

Заметим, что отношение изменения индуктивности катушки к изменению активного сопротивления зависит только от параметров объекта (собственных индуктивности и активного сопротивления), что подтверждается выражением (11), если разделить (8) на (10):

$$\frac{\Delta L_1}{\Delta R_1} = -\frac{L_2}{R_2}. \quad (11)$$

Для решения вопроса о выборе оптимальной частоты, рассмотрим, как от частоты зависит отклик катушки на проводящий предмет. Под откликом будем понимать относительное изменение индуктивности катушки МД по модулю (12). В соответствии с (9) имеем:

$$\left| \xi_{L_1} \right| = \frac{\omega^2 M^2 L_2}{L_1 (R_2^2 + \omega^2 L_2^2)}, \quad (12)$$

где L_1 – индуктивность катушки МД, Гн;

L_2 – индуктивность ОП, Гн;

M – взаимная индуктивность катушки и ОП, Гн;

R_2 – активное сопротивление ОП, Ом;

ω – циклическая частота генератора МД, Гц.

Частоту выгодно выбрать так, чтобы отклик был максимальным. Из (12) видим, что при крайне низких частотах отклик стремится к нулю. С ростом частоты происходит монотонный рост отклика, который стремится к предельному значению (13):

$$\left| \xi_{L_1} \right|_{max} = \frac{M^2}{L_1 L_2} \quad (13)$$

$$\left| \xi_{L_1} \right| \rightarrow \frac{M^2}{L_1 L_2}, \text{ при } \omega \rightarrow \infty$$

Таким образом, выгодно использовать достаточно высокие рабочие частоты. Практически, отклик можно считать достигшим предельного значения, когда начинает выполняться условие (14). Дальнейшее увеличение частоты не будет сопровождаться сколь либо значимым ростом отклика.

$$\omega^2 L_2^2 \gg R_2^2. \quad (14)$$

Рассчитаем отклик катушки МД на ОП. Предположим, что рабочая частота МД выбрана должным образом, так что отклик на интересующие нас ОП может быть рассчитан по формуле 15:

$$\left| \xi_{L1} \right|_{max} = \frac{M^2}{L_1 L_2}. \quad (15)$$

Для определения величины отклика от воздействия ОП требуется определить значения M , L_1 , L_2 . Здесь L_1 , начальная индуктивность катушки, зависит только от конструкции самой катушки. При этом L_2 зависит от формы, размеров ОП и в небольшой степени – от частоты. Взаимная индуктивность M зависит и от параметров катушки, и от формы и размеров ОП, и от взаимного расположения катушки и ОП. Для определённости, чтобы получить конкретные соотношения, необходимо выбрать некоторую «условную» модель ОП.

Представим ОП (закладное устройство) в виде «монеты» диаметром 20 мм и толщиной 2 мм, расположенной внутри бетонных конструкций на глубине 40-50 мм.

Пусть монета и катушка расположены соосно (рис. 5). В таком случае определяется максимальный отклик на ОП.

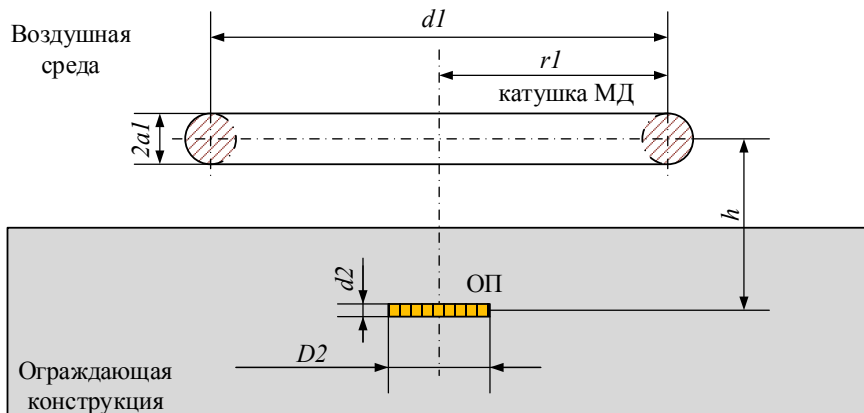


Рисунок 2. Схематичное расположение катушки МД и ОП внутри ограждающей конструкции

Будем считать, что вихревые токи в ОП сосредоточены вблизи его края (текут вдоль гурта «монеты»), образуя тонкий ободок, т.е. кольцо малой ширины a_2 (рис. 3).

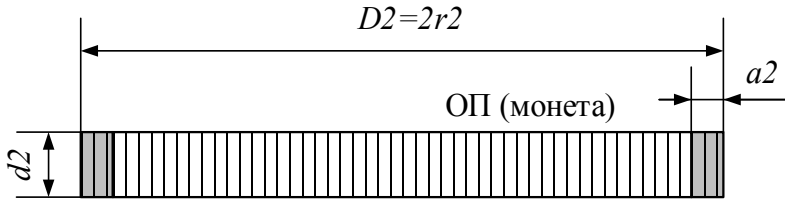


Рисунок 3. Модель объекта поиска

Ширина кольца зависит от глубины проникновения вихревых токов в ОП, которая связано с частотой внешнего переменного магнитного поля. Эта ширина при оптимальных частотах, как правило, довольно мала – меньше толщины ОП. Так как токи в «монете» сосредоточены в узком кольце, то эквивалентная индуктивность ОП может быть рассчитана как индуктивность этого кольца.

Взаимную индуктивность катушки и ОП вычисляется как отношение магнитного потока через ОП, создаваемого катушкой, к току в катушке:

$$M = \frac{\Phi_{21}}{i_1}. \quad (16)$$

Магнитный поток Φ_{21} рассчитывается исходя из предположения о том, что размер ОП не слишком велик и в его пределах магнитное поле катушки можно считать однородным (выражение 17):

$$\Phi_{21} = B_{21} \cos(\alpha) \cdot \frac{\pi}{4} D_2^2, \quad (17)$$

где B_{21} – магнитная индукция поля, создаваемого катушкой в области расположения ОП, Вб;

D_2 – диаметр ОП, м;

α – угол между нормалью к катушке МД и нормалью к ОП.

Магнитная индукция на оси кругового тока определяется выражением (18):

$$B_{21} = \frac{\mu \mu_0 i_1 n_1^2}{2 \left(r_1^2 + h^2 \right)^{\frac{3}{2}}}. \quad (18)$$

Если катушка имеет n_1 компактно размещённых витков, то её поле будет таким же, как поле одного витка с током в n_1 раз больше. Поэтому считая магнитную проницаемость среды μ равной 1 получим выражение (19):

$$B_{21} = \frac{\mu_0 i_1 n_1 r_1^2}{2(r_1^2 + h^2)^{3/2}}. \quad (19)$$

Итак, с учётом (17) и (19) получим выражение (20), описывающее магнитный поток через ОП, создаваемый катушкой:

$$\Phi_{21} = \frac{\mu_0 i_1 n_1 r_1^2}{2(r_1^2 + h^2)^{3/2}} \cdot \frac{\pi}{4} D_2^2 \cos(\alpha) \approx \frac{\mu_0 i_1 n_1 r_1^2 D_2^2 \cos(\alpha)}{2,546(r_1^2 + h^2)^{3/2}}. \quad (20)$$

Объединив выражения 16 и 20, получим выражение (21) для взаимной индукции катушки и ОП:

$$M = \frac{\Phi_{21}}{i_1} \approx \frac{\mu_0 n_1 r_1^2 D_2^2 \cos(\alpha)}{2,546(r_1^2 + h^2)^{3/2}}. \quad (21)$$

где μ_0 – магнитная постоянная равная $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м;

n_1 – количество витков катушки МД;

r_1 – средний радиус катушки МД, м.

h – расстояние между катушкой МД и ОП, м.

Для вычисления отклика катушки МД на ОП по формуле (15), необходимо определить L_1 и L_2 . Для вычисления индуктивностей, воспользуемся известными формулами [1]. Индуктивность катушки вычисляется как индуктивность круговой катушки с круглым сечением (выражение 22), при условии, что значение относительной магнитной проницаемости материала катушки МД $\mu_{\text{кат}} = 0,999994$:

$$L_1 = \mu_{\text{кат}} \frac{\mu_0}{4\pi} n_1 d_1 X. \quad (22)$$

где $\mu_{\text{кат}}$ – относительная магнитная проницаемость материала катушки МД;

d_1 – средний диаметр катушки МД, м.

X – величина, значения которой вычисляются по формуле (24).

Для более точного определения значений величины X используется выражение 23:

$$X = 2\pi \left[\left(1 + \frac{\gamma^2}{2} \right) \ln \frac{4}{\gamma} - 1,75 + \frac{\gamma^2}{6} \right]. \quad (23)$$

где γ – отношение радиуса поперечного сечения катушки a_1 к среднему диаметру d_1 .

Для упрощения вычислений введём замену (выражение 24):

$$k_1 = \left(1 + \frac{\gamma^2}{2} \right) \ln \frac{4}{\gamma} - 1,75 + \frac{\gamma^2}{6}. \quad (24)$$

Тогда, с учётом, что $d_1 = 2r_1$ и выражением (25) индуктивность катушки МД равна:

$$L_1 = \mu_{\text{кат}} \mu_0 n_1 r_1 k_1. \quad (25)$$

Индуктивность ОП вычисляем как индуктивность кругового кольца прямоугольного сечения [1] равна:

$$L_2 = \mu_3 \mu_0 r_2 \left(\ln \frac{8r_2}{a_2 + d_2} - 0,5 \right). \quad (26)$$

где μ_3 – относительная магнитная проницаемость материала ОП;

r_2 – радиус ОП, м;

d_2 – толщина ОП, м;

a_2 – ширина зоны распространения вихревых токов в ОП, м.

Предполагается, что $a_2 \ll d_2$. Получим, что результат зависит от соотношения диаметра и толщины ОП. С учетом известных размеров получим, что индуктивность ОП равна:

$$L_2 = \mu_3 \mu_0 r_2 \left(\ln \frac{8r_2}{d_2} - 0,5 \right) = 1,5945 \mu_3 \mu_0 D_2 \approx 4,007 \cdot 10^{-6} \text{ Гн}. \quad (27)$$

Подставляя выражения для индуктивностей катушки (25) и объекта поиска (26), а также их взаимной индуктивности (21) в формулу для вычисления величины отклика (15), получаем выражение (28), описывающее величину отклика МД на ОП:

$$\begin{aligned} \left| \xi_{L_1} \right| &= \frac{M^2}{L_1 L_2} = \frac{\mu_0^2 n_1^2 r_1^4 D_2^4 \cos^2(\alpha)}{2,546^2 (r_1^2 + h^2)^3} \cdot \frac{1}{\mu_{\text{кат}} \mu_0 n_1 r_1 k_1} \cdot \frac{1}{1,5945 \mu_3 \mu_0 D_2} = \\ &= \frac{r_1^3 n_1 D_2^3 \cos^2(\alpha)}{10,336 (r_1^2 + h^2)^3 \mu_3 \mu_{\text{кат}} k_1} = \frac{r_1^3 n_1 \cos^2(\alpha)}{1,292 \cdot 10^6 (r_1^2 + h^2)^3 \mu_3 \mu_{\text{кат}} k_1} \end{aligned} \quad (28)$$

где r_1 – радиус катушки МД, м;
 r_2 – количество витков катушки МД;
 D_2 – диаметр ОП;
 h – расстояние между ОП и катушкой МД, м;
 μ_3 – относительная магнитная проницаемость материала ОП;
 $\mu_{\text{кат}}$ – относительная магнитная проницаемость материала катушки МД;
 k_1 – коэффициент, вычисляемый по формуле 23;
 α – угол между нормалью к катушке МД и нормалью к ОП.

Следует иметь в виду, что постоянная $1,292 \cdot 10^6$ в знаменателе (28), является коэффициентом, зависящим от формы и размеров ОП.

Заключение

В работе проведён расчёт зависимости отклика МД с круговой катушкой круглого сечения на объекты поиска. Установлено, что величина отклика МД на ОП приближённой формы зависит от геометрических параметров катушки МД, количества витков катушки МД, угла между нормальями к плоскостям катушки МД и ОП, расстояния между катушкой МД и ОП, диаметра ОП и относительных магнитных проницаемостей и материалов, из которых изготовлены ОП и катушка МД.

Список литературы

1. *Расчёт индуктивностей : справочная книга / П.Л. Калантаров, Л.А. Цейтлин.* – Ленинград, Энергоатомиздат, 1986. – 488 с.
2. *Электромагнитное поле : учебное пособие / Л.К. Мартинсон, А.Н. Морозов, Е.В. Смирнов.* – Москва, Издательство МГТУ им. Баумана, 2018. – 424 с.
3. *Курс общей физики : учебное пособие для вузов в 5 кн. / И.В. Савельев.* – Москва, Наука, 1998.
4. *Электронный ресурс : www.rotr.info/electronics/practical/mdetector.*

ДИССИПАЦИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ ТЕЧЕНИИ ВЯЗКИХ СРЕД

Хабибова Наталья Замиловна

*кандидат технических наук, доцент**Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева***Количественная оценка необратимых процессов на основе понятия локальной диссипации.**

Анализ явлений, сопровождающих необратимые изменения состояния макрообъекта, базируется на объединении законов сохранения энергии и материи с соответствующими кинетическими закономерностями, описывающими механизмы этих процессов. Энтропия, порождаемая внутри реального процесса, может выступать как количественная мера его необратимости. Для этого вводят понятие локальной диссипативной функции, которая связана со скоростью производства энтропии следующим соотношением:

$$\dot{\Psi}^V = T I_S^V, \quad (1)$$

где I_S^V – поток энтропии, порождаемой внутри процесса.

$$I_S^V = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{in\dot{S}}{V}, \quad (2)$$

где $in\dot{S}$ – скорость производства энтропии внутри процесса;

$\dot{\Psi}^V$ – локальная диссипативная функция, т.е. значение диссипативной функции в единичном объеме, стягиваемом в точку:

$$\dot{\Psi}^V = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{\dot{\Psi}}{V} \quad (3)$$

Согласно второму закону термодинамики скорость производства энтропии внутри самого процесса величина строго положительная:

$$in\dot{S} \geq 0. \quad (4)$$

Локальные изменения скоростей переноса импульса, тепла, компонента вещества, вблизи равновесия характеризуются линейными соотношениями между скоростью и движущей силой процесса (5, 6, 7):

$$\sigma_{ij} = -\mu \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right) - \text{закон Ньютона при истечении вязкой среды} \quad (5)$$

где: μ – коэффициент динамической вязкости, σ_{ij} – тензор напряжения в движущейся среде.

$$\vec{q} = -\lambda \cdot \vec{\nabla} T - \text{закон Фурье} \quad (6)$$

где: \vec{q} – плотность теплового потока, λ – коэффициент теплопроводности среды.

$$J_j^{\text{дФ}} = -D_j \vec{\nabla} C_j - \text{закон Фика} \quad (7)$$

где: D_j - коэффициент диффузии j-ого компонента, $\vec{\nabla} C$ – градиент концентраций.

Для расчета диссипативной функции используют два метода расчета.

Первый метод основан на интегрировании локальной диссипативной функции по всему объему термодинамической системы. *Второй метод* заключается в использовании интегральных уравнений баланса для фиксированного контрольного объема неравновесной термодинамической системы.

Локальная диссипативная функция для термодинамической системы рассчитывается по следующему соотношению:

$$\dot{\Psi}^V = I_S^V T = \sum_{i=1}^n I_i X_i, \quad (8)$$

где I_i – поток энтропии, порождаемой внутри реального процесса, Вт/К;

X_i – движущая сила процесса, например разность температур, разность скоростей при движении вязких сред.

Для случая, когда происходит процесс теплообмена в движущихся вязких средах, локальную диссипативную функцию можно представить в следующем виде:

$$\dot{\Psi}^V = \vec{q} \cdot \left(-\frac{\nabla \vec{T}}{T} \right) + (-\sigma \cdot \nabla) \vec{v}, \quad (9)$$

где $\vec{q} = \lim \frac{\dot{Q}}{F}$ – плотность теплового потока, Вт/м²;

F – площадь поверхности, м²;

$\vec{\nabla} T$ – градиент температуры, К;

σ – тензор вязких напряжений, Н/м²;

$\nabla \vec{v}$ – тензор деформации скорости, возникающей при движении вязких сред, с⁻¹.

Обобщённо, локальную скорость i -ого процесса энерго – и массопереноса J_i вблизи равновесия можно представить в виде линейного соотношения:

$$J_i = \sum_{k=1}^n L_{ik} \cdot X_k \quad (10)$$

где J_i – локальная скорость i -го процесса, которая в общем случае зависит от всех движущих сил X_k ; L_{ik} – феноменологические коэффициенты пропорциональности, которые могут быть функциями состояния объекта, но не зависят от движущих сил X_k .

Для несопряженных процессов скорость зависит только от собственной движущей силы X_i :

$$J_i = L_{ii} \cdot X_i \quad (11)$$

где L_{ii} – феноменологические коэффициенты пропорциональности, которые связаны с коэффициентами теплопроводности λ , коэффициентом диффузии D_j j -го компонента, вязкостью среды μ , константами скорости прямой и обратной реакции K^+ и K^- .

Величина движущей силы X_i пропорциональна градиентам температуры $\vec{\nabla}T$, концентрации j -ого компонента $\vec{\nabla}C_j$, скорости деформации среды A_r в r -мерном пространстве $X_{ij} = -\frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right)$, химическому средству

В равновесной системе $J_i = 0$ и $X_i = 0$, то есть имеет место однородное распределение интенсивных характеристик в отсутствие внешних полей и, как следствие, отсутствие релаксационных потоков. Если процесс неравновесен и сопровождается трением ($\sigma_{ij} \neq 0$) и теплообменом ($\vec{q} \neq 0$), то в принципе можно вернуть газ в исходное состояние. Причиной необратимости является диссипация (обесценивание) энергии, т.е. преобразование превратимой её части в балластную, обусловленную энтропией. Второй закон термодинамики для равновесных процессов вводит энтропию, как функцию состояния, позволяющую выделить из внутренней энергии U её превратимую часть: функции Гиббса – Гельмгольца $A = U - TS$ и Гиббса $G = H - TS$. В неравновесных процессах возникает внутренний поток (производство энтропии) $in\dot{S} \geq 0$, которая выступает количественной мерой диссипации энергии.

Для процессов течения вязкой среды локальная диссипативная функция (функция Рэлея) Ψ_{tr}^V равна произведению потока импульса σ_{ij} в плоскости профиля скорости движущейся среды на причину – скорость деформации. С учетом тензорной природы импульса получим (12):

$$\Psi_{tr}^V = -(\sigma \cdot \vec{\nabla}) \cdot \vec{v} = \sum_{i=1}^{n=3} \sum_{j=1}^{m=3} \sigma_{ij} \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right) \right], \quad (12)$$

$$\text{где: } X_{ij} = -\frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right).$$

Значение диссипации $\dot{\Psi}$ для термодинамической системы в целом можно определить интегрированием, т.е. распределением локальной диссипативной функции $\dot{\Psi}^V$ по всему рассматриваемому объёму V (13):

$$\dot{\Psi} = \int_0^V \dot{\Psi}^V dV = \int_0^V T \cdot J_S^V dV = \bar{T}_{T/d} \cdot in\dot{S}, \quad (13)$$

где: $\bar{T}_{T/d}$ – средняя термодинамическая температура, К; $in\dot{S}$ – скорость приращения энтропии во всей рассматриваемой системе вследствие протекания внутренних необратимых процессов, Вт/К.

Дифференциальные уравнения баланса массы, энергии, энтропии, кинетические соотношения локальных скоростей процессов энерго- и массообмена и уравнения Гиббса для фиксированных параметров позволяет получить расчётное соотношение для плотности диссипации:

$$\dot{\Psi}^V = \vec{q} \cdot \left(-\frac{\vec{\nabla}T}{T} \right) + \sum_{j=1}^m J_j^{d\Phi} \cdot (-\vec{\nabla}\mu)_{T,p} + \sum_{r=1}^f J_{jr}^V \cdot A_r + (-\sigma \cdot \vec{\nabla}) \cdot \vec{\sigma} \quad (14)$$

Итак, движущей силой для теплообмена является $X = -\frac{\vec{\nabla}T}{T}$; для массообмена – $X_j = (-\vec{\nabla}\mu)_{T,p}$, где μ_j – химический потенциал j -го компонента системы; для химических превращений $X_r = A_r$, где A_r – химическое сродство, характеризующее степень полноты химической реакции.

Для вычисления локального и интегрального значения диссипативной функции необходима информация о распределении интенсивных параметров: температуры $T(x,y,z,\tau)$, давления $P(x,y,z,\tau)$, концентрации $C_j(x,y,z,\tau)$, распределения скоростей $v(x,y,z,\tau)$ и кинетические соотношения для расчёта теплофизических свойств системы.

Получим расчетное соотношение локальной диссипативной функции для гидродинамического установившегося движения несжимаемой жидкости (50% водного раствора глицерина). Определить значение диссипативной функции по всему объёму в гладкой круглой трубе с внутренним диаметром D , длиной L в изотермических условиях. Режим движения стационарный, ламинарный $Re=1800$. Параметры процесса: $P=20$ бар, $t=40$ °С. Вычислить при $\frac{r}{R} = 1$. Представим профиль течения среды в круглой трубе постоянно го диаметра в условиях ламинарного режима (рис. 1).

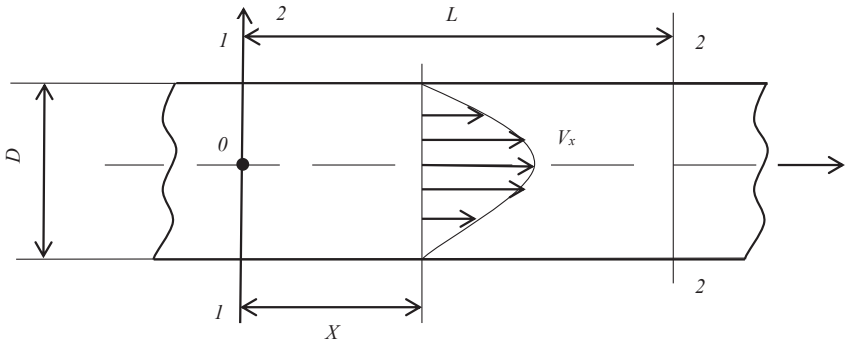


Рисунок 1. Профиль течения среды в круглой трубе постоянного диаметра в условиях ламинарного режима

В данных условиях распределение скорости параболическое:

$$v_x = v_0 \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right] \quad (15)$$

где: r – текущее значение радиуса потока, R – внутренний радиус трубы, $v_0 = 2\bar{v}$ – скорость на оси трубы, равная удвоенному значению средней скорости.

Соотношение (15) описывает профиль скоростей в поперечном сечении трубы и представляет собой уравнение параболы. Однако, следует иметь в виду, что на самом деле распределение скорости является объёмной фигурой и при ламинарном движении в круглой трубе представляет собой параболоид вращения.

Тензор вязких напряжений в общем случае имеет девять компонент (16).

$$\sigma_{ij} = \begin{vmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{vmatrix} \quad (16)$$

где: $i, j=1$ – соответствует оси x ; $i, j=2$ – соответствует оси y ; $i, j=3$ – соответствует оси z ; σ_{ij} – компонента тензора вязких напряжений, H/m^2 .

Для несжимаемой среды диагональные члены равны нулю $\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma_{zz} = 0$, кроме того с учётом симметрии $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$. В рассматриваемом примере не нулевое значение имеет только одна компонента скорости v_x . Поэтому локальная диссипация кинетической энергии равна:

$$\psi_{\text{тр}}^V = 2\sigma_{xr} \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_x}{\partial r} \right) + \left(\frac{\partial v_r}{\partial x} \right) \right] = \mu \left(\frac{\partial v_x}{\partial r} \right)^2 \quad (17)$$

где: компоненты радиальной скорости для стабилизированного течения равна нулю $v_r = 0$; вязкое напряжение в радиальной плоскости $\sigma_{xr} = -\mu \frac{\partial v_x}{\partial r}$, где μ – динамическая вязкость среды.

$$\dot{\Psi}_{\text{тр}}^V = 4\mu v_0^2 \frac{r^2}{R^2} = 16\mu \bar{v}^2 \frac{r^2}{R^4} \quad (18)$$

Очевидно, в центре трубы ($r = 0$) $\dot{\Psi}_{\text{тр}}^V = 0$, в свою очередь непосредственно у стенки трубы ($r = R$) диссипация кинетической энергии имеет максимальное значение:

$$\dot{\Psi}_{\text{тр}}^V = 16\mu \bar{v}^2 R^2 \quad (19)$$

Интегрируя $\dot{\Psi}_{\text{тр}}^V$ по объёму, ограниченному внутренней поверхностью трубы диаметром D и длиной L , между сечениями 1-1 и 2-2 получаем выражение для расчёта полной диссипации $\dot{\Psi}_{\text{тр}}^V$ в данных условиях (20а), (20б):

$$\dot{\Psi}_{\text{тр}}^V = \int_0^V \dot{\Psi}_{\text{тр}}^V dV = \iint_{00}^{LR} 16\mu \bar{v}^2 \frac{r^2}{R^4} 2\pi r dr dx \quad (20a)$$

$$\dot{\Psi}_{\text{тр}}^V = 32\pi\mu \bar{v}^2 \frac{1}{R^4} \int_0^L dx \int_0^R r^3 dr = 8\pi\mu \bar{v}^2 L \quad (20б)$$

При интегрировании использовано условие несжимаемой среды, позволяющее считать распределение скорости потока по всей длине трубы неизменным. Численные значения параметров и теплофизических характеристик истечения раствора на участке трубы, входящих в формулу (21б) рассчитываем согласно ламинарному гидродинамическому режиму $Re=1800$ в трубе диаметром $D=0.06\text{м}$ и длиной $L=25\text{м}$:

$$\bar{v} = \frac{\mu Re}{D\rho}, \text{ при } \rho = 1116 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \text{ и } \mu = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\bar{v} = \frac{3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1800}{0,06 \cdot 1116} = 0,094 \text{ м/с}$$

$$\dot{\Psi}_{\text{тр}}^V = 8 \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,094^2 \cdot 3,14 \cdot 25 = 1,942 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}$$

Аналитический расчет диссипации при движении среды в условиях турбулентного режима в данном случае невозможен, поскольку отсутствует информация о турбулентных пульсациях.

Второй способ оценки диссипативной функции основан на использовании системы интегральных уравнений для фиксированного контрольного объема термодинамической системы (ФКО). Конфигурация границ ФКО неизменна, но сами границы проницаемы для конвективных и неконвективных

потоков массы и энергии. Данные уравнения связывают скорость изменения экстенсивных величин (полной массы, массы отдельного k -ого компонента, полной энергии, кинетической и потенциальной энергии, энтропии, эксергии) с причинами, вызывающими эти изменения: потоками, переносимыми через границы ФКО и внутренними источниками, если таковые имеются.

Уравнение баланса кинетической и потенциальной энергии:

$$\frac{\partial}{\partial \tau} \int_0^V (K_V + P_V) dV = \sum_{i=1}^n \dot{m}_i \left(\frac{\bar{v}^2}{2} + \bar{\varphi}_g \right)_i - \dot{W}^{tex} + \int_0^V -\bar{v} \cdot (\vec{grad} P) dV - \dot{\Psi}^{mp} \quad (21)$$

где $\int_0^V -\bar{v} \cdot (\vec{grad} P) dV \approx \int_{P_1}^{P_2} \dot{m} - \frac{dP}{\rho}$ – функционал, определяющий источник

или сток кинетической энергии при одномерном движении сплошной среды с конечной скоростью в поле сил давления P , Вт; $\dot{\Psi}^{mp}$ – диссипация кинетической энергии, Вт.

Определим диссипацию кинетической энергии при движении 50% водного раствора глицерина в гладкой трубе радиусом $R = 0,03$ м и длиной $L = 25$ м в изотермических условиях. режим движения ламинарный $Re = 1800$. Параметры глицерина: давление $P = 20$ бар, температура $t = 40$ °С.

Используем дифференциальное уравнение баланса кинетической и потенциальной энергии (21) для ФКО термодинамической системы:

$$\dot{\Psi}_{12}^{tp} = \dot{m} \int_1^2 - \frac{dP}{\rho} = \dot{m} \frac{P_1 - P_2}{\rho} = \dot{m} \frac{\Delta P_{tp}}{\rho},$$

где ΔP_{tp} можно рассчитывать по формуле Гогена-Пуазейля, поскольку режим движения ламинарный.

$$\Delta P_{tp} = 32 \frac{\mu \nu L}{d^2} = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 25}{0,062} = 73,11 \text{ Па},$$

$$\dot{\Psi}_{12}^{tp} = \frac{\pi D^2}{4} \bar{v} \Delta P_{tp} = \frac{3,14 \cdot 0,06^2}{4} \cdot 0,094 \cdot 73,11 = 0,01942 \text{ Вт},$$

$$\dot{\Psi}_{12}^{tp} = 1,942 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}.$$

Расчет потери давления в прямых гладких трубах при течении изотермического потока можно вести по следующей формуле:

$$\Delta P_{tp} = \lambda \frac{L}{d_s} \frac{\bar{v}^2 \rho}{2}, \quad (22)$$

где λ – безразмерный коэффициент трения, при ламинарном движении

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}.$$

Подставляем значения в расчетную формулу (22):

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{64}{1800} \cdot \frac{25}{0,06} \cdot \frac{0,094^2 \cdot 1116}{2} = 73,044 \text{ Па}$$

$$\dot{Q}_{\text{тр}} = \frac{\pi D^2}{4} \bar{v} \Delta P_{\text{тр}} = \frac{3,14 \cdot 0,06^2}{4} \cdot 0,094 \cdot 73,044 = 1,94 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}$$

Результаты расчётов обеих методик равноценны. Преимущество конкретного аналитического аппарата обусловлено свойствами среды, режимом процесса и габаритами технического устройства. Целесообразность данного аналитического аппарата заключается в сокращении расходов проведения эксперимента для которого остаётся его классическая роль – проверка достоверности теоретической модели.

DOI 10.34660/INF.2022.65.82.191

УДК 519.246.8; 656.222.6

К ВОПРОСУ ОБ УЧЁТЕ НЕРАВНОМЕРНОСТЕЙ ВАГОНПОТОКОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Мозалевская Анна Константиновна

соискатель

Маловецкая Екатерина Викторовна

кандидат технических наук, доцент

Большаков Роман Сергеевич

кандидат технических наук, доцент

Иркутский государственный университет путей сообщения

***Аннотация.** На основании системного подхода предлагается метод оценки сезонных колебаний вагонопотоков. Рассматривается применение временных рядов для учёта сдачи вагонопотоков по стыковым пунктам железных дорог с целью формирования прогнозных математических моделей изменения их объёмов. На основании данных о вагонопотоках построены кривые изменения временных рядов.*

***Ключевые слова:** системный подход, математическая модель, временной ряд вагонопотоков, прогнозный анализ.*

Введение

Грузовая работа на железнодорожном транспорте является одним из основных источников получения прибыли. В то же время в условиях повышения интенсивности перевозочных процессов при её реализации возникает множество временных потерь, одной из причины появления которых являются неравномерности различного характера. Представленный в статье материал затрагивает вопросы сезонной (годовой) неравномерности вагонопотоков, изучению которой не уделялось столь значительного внимания, как суточной, рассмотренной всесторонне [2].

Особо актуальна проблема неравномерностей грузовых вагонопотоков по стыкам железных дорог и при погрузке вагонов в направлении портов Дальнего Востока, что напрямую влияет на ритмичность функционирования всех составных железнодорожного транспорта, что инициирует создание подходов, связанных с учётом неравномерностей [1 – 5]. Оценивая сезон-

ную неравномерность вагонопотоков классическими методами, возникают значительные погрешности. В качестве альтернативного решения данного вопроса, авторы предлагают к рассмотрению обновленный методический инструментарий, позволяющий в последующем оценивать и прогнозировать неравномерность вагонопотоков.

В представленном в статье материале рассмотрен транзитный вагонопоток, проходящий стыковые пункты без переработки. В дальнейшем планируется исследование вагонопотока, подлежащего переработки на станциях проследования и рассмотрение вариантов пропуска данного вагонопотока в составах различных категорий групповых поездов с прикреплением к расписанию.

Исследования структуры временного ряда с целью построения в дальнейшем адекватной модели прогноза, а также, осуществляя анализ других временных рядов, связанных с исследуемым, не представляется возможным без установления структуры исследуемого ряда и структуры рядов с ним связанных [6 – 8].

В процессе составления моделей прогноза на долгосрочный период, крайне важно установить к каким именно классам рядов относится исследуемый временной ряд. Это могут быть либо стационарные ряды - TS (trend stationary), либо ряды, которые приводятся к стационарному виду - DS (difference stationary) [9].

Поэтому, первым шагом в ходе исследования ряда является построение автокорреляционной и частной автокорреляционной функций.

Данная методика основана на построении модели прогноза вагонопотоков, сдаваемых по стыковым пунктам железных дорог, и движущихся далее в направлении морских портов с последующим построением математической модели погрузки грузов, на основе которой в последующем можно будет спрогнозировать погрузку на предстоящий год.

Предложенный инструментарий позволяет разработать модели прогноза для оценки сезонной неравномерности погрузки грузов в направлении морских портов.

Все это будет давать возможность улучшить качество перевозочного процесса, даст возможность прогнозирования на перспективу, и, как следствие, повысит качество принимаемых решений управленческим аппаратом холдинга. Весь спектр мероприятий состоит в возможности построения прогнозных моделей для производственного блока холдинга «РЖД», помимо этого появится возможность актуализации структуры эксплуатационных показателей сети.

В представленной статье рассматривается применение системного подхода для оценки колебаний вагонопотоков по стыковым пунктам железных дорог для построения математических прогнозных моделей.

I. Общие положения. Постановка задачи

На основании рассматриваемых последовательностей со сдвигом на k (лаг) моментов времени

$$y(t_1), y(t_2), \dots, y(t_n) \text{ и } y(t_{i+k}), y(t_{2+k}), \dots, y(t_{n+k}). \quad (1)$$

Они связаны статической зависимостью, что позволяет, применив автокорреляции $r(k)$, построить коррелограмму [10].

Значение коэффициента автокорреляции вычисляется по следующей формуле

$$r(k) = \frac{(n-k) \sum_{i=1}^{n-1} y_i y_{i+1} - (\sum_{i=1}^{n-1} y_i) (\sum_{i=1}^{n-1} y_{i+1})}{\sqrt{(n-k) \left(\sum_{i=1}^{n-1} y_i\right)^2} \sqrt{(n-k) \left(\sum_{i=1}^{n-1} y_{i+1}\right)^2}}. \quad (2)$$

«Последовательность коэффициентов корреляции $r(k)$, где $k = 1, 2, \dots, n$, как функция интервала k между наблюдениями называется автокорреляционной функцией (ACF Autocorrelation function)» [11].

«Частной автокорреляций называется автокорреляция, существующая между разделенными временем τ членами ряда $y(t)$ и $y(t + \tau)$ при устранении влияния на эту взаимосвязь всех промежуточных значений ряда. Величина τ называется порядком частной автокорреляции» [12 – 15].

Частная автокорреляция второго порядка определяется, формула (3)

$$r_{\text{частн}}(2) = \frac{r(2) - r^2(1)}{1 - r^2(1)}. \quad (3)$$

Значения частных автокорреляционных «функций более высоких порядков могут быть подсчитаны аналогичным образом с использованием формулы» [6]

$$r_{\text{частн}}(2) = \frac{\begin{vmatrix} 1 & r(1) & \vdots & r(1) \\ r(1) & 1 & \vdots & r(2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r(m-1) & r(m-2) & \vdots & r(m) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r(1) & \vdots & r(m-1) \\ r(1) & 1 & \vdots & r(m-2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r(m-1) & r(m-2) & \vdots & 1 \end{vmatrix}}. \quad (4)$$

«В настоящее время на Российских железных имеются 66 междорожных стыковых пункта. Они, в основном, отличаются объемами пропуска (обме-

на) грузовых поездов между железными дорогами. Работа стыковых станций осуществляется по одной общей технологии» [16].

Необходимо обратить внимание на границы железных дорог, входящих в Восточный полигон [17], так как эти стыковые пункты являются связующими звеньями между его составными частями.

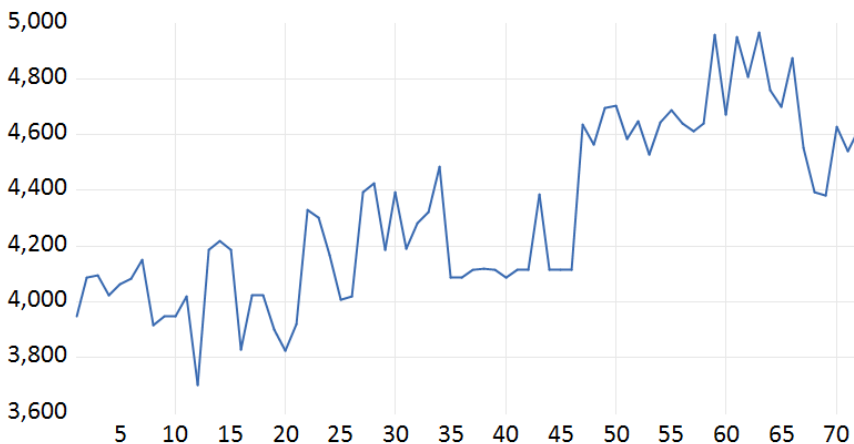
В связи с этим, был проанализирован статистический материал, характеризующий процессы приема и сдачи вагонов [18] по стыку Архара на Дальневосточной ж.д., по стыку Петровский завод на Забайкальской ж.д., по стыку Тайшет на Восточно-Сибирской ж.д. и по стыку Мариинск на Красноярской ж.д.

На Рис. 1 представлены графики исследуемых временных рядов.

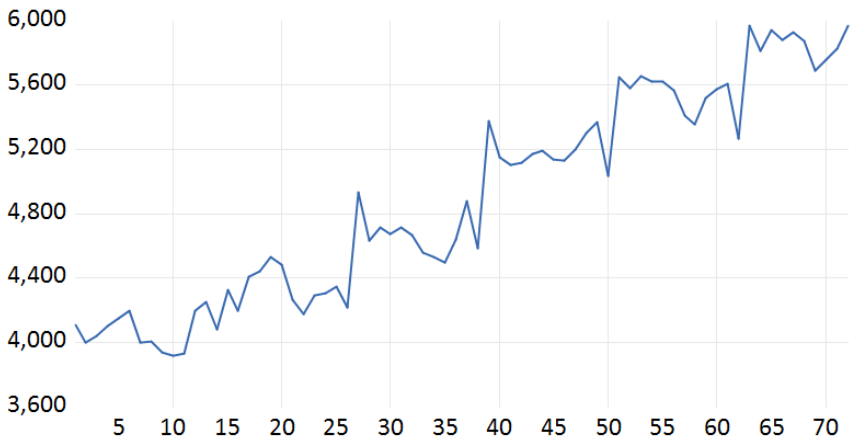
Исходя из графиков, можно легко заметить изменчивый характер математического ожидания, который выражается в наличии тренда, имеющейся периодичности.

При этом отчетливо видно, что нет возможности разделения ряда на несколько частей, каждая из которых имела бы схожее среднее.

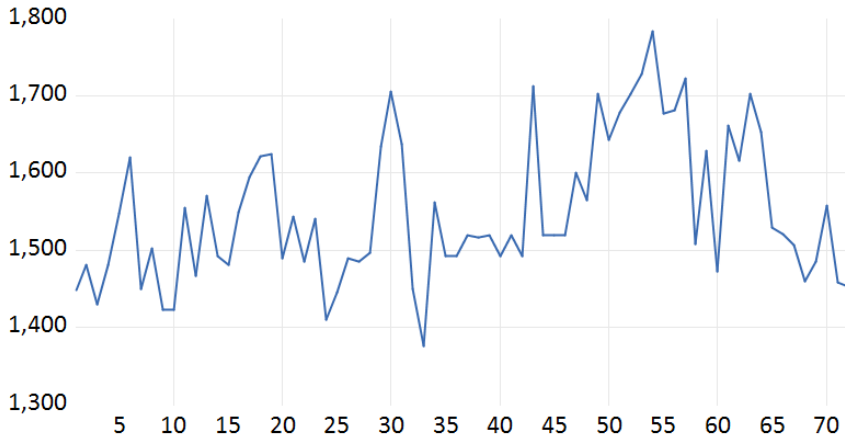
Таким образом, можно говорить о нестационарности рядов, представленных на графиках $a - z$.



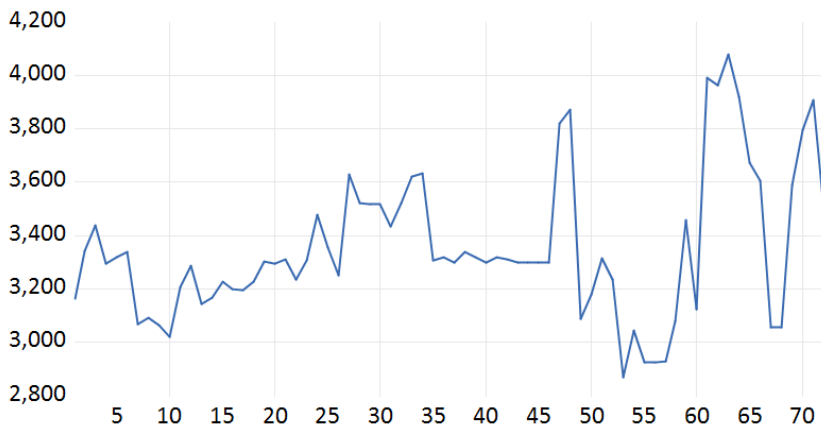
a



б



в



2

Рисунок 1. Графики исследуемых временных рядов:

а – стыковой пункт Петровский Завод; *б* - стыковой пункт Архара;
в - стыковой пункт Тайшет; *г* - стыковой пункт Мариинск

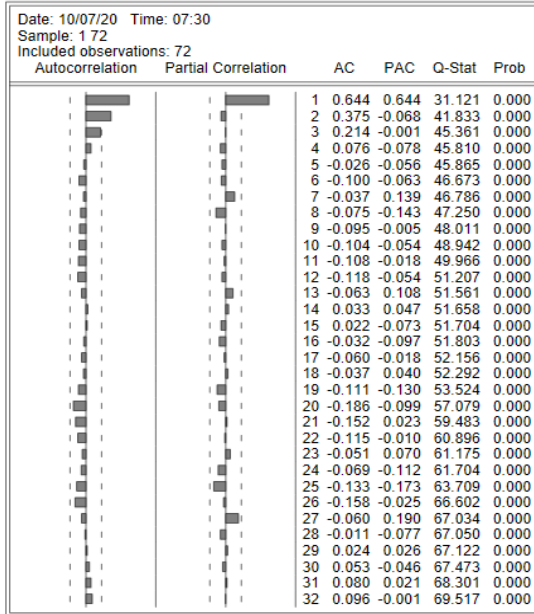
II. Оценка временных рядов

Анализ, осуществляемый по графикам – это начальная диагностика ряда. Еще одним из способов оценки ряда на стационарность является коррелограмма исследуемого временного ряда (ACF).

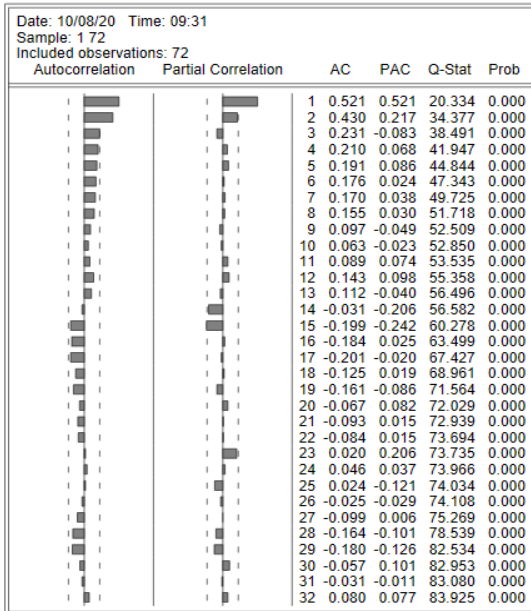
Графики коррелограмм исследуемых временных рядов представлены на рисунках 2 и 3.

В случае, если исследуемый ряд стационарен, то его теоретическая ACF сходится к 0, при этом необходимо отметить, что сходится она постепенно. Поскольку исследование проходит с выборочными временными рядами, а, следовательно, и с выборочными автокорреляционными функциями, то сделать окончательный вывод только по коррелограмме сложнее.

Также необходимо отметить, что сложности диагностики по коррелограмме связаны еще и с тем, что анализируемые временные ряды являются достаточно короткими, поэтому фиксируется достаточно быстрое убывание ACF.

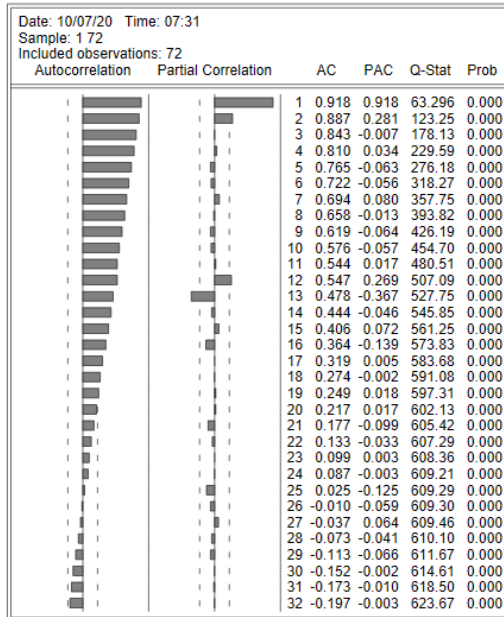


а

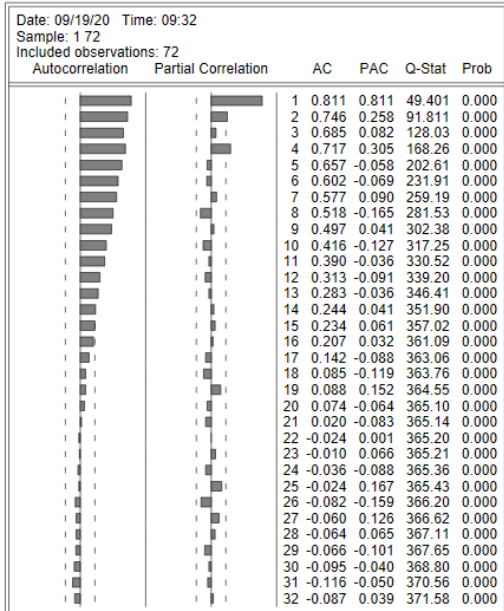


б

Рисунок 2. Графики коррелограмм рядов Тайшет (а) и Мариинск (б)



а



б

Рисунок 3. Графики коррелограмм рядов Петровский Завод (а) и Архара (б)

Также стационарность временного ряда можно проверять с помощью критериев по тесту Дики-Фуллера. Этот тест проверяет значение коэффициента a в авторегрессионном уравнении первого порядка $AR(1)$: $y_t = a \cdot y_{t-1} + \varepsilon_t$.

Если процесс стационарен, то все корни не превосходят по модулю единицу, т.е. находятся в интервале $[-1; 1]$.

Заключение

Таким образом, получение адекватной модели временного ряда, которая позволит осуществлять долговременный прогноз, как вагонопотоков, принимаемых и сдаваемых по стыковым пунктам железных дорог, так и дальнейшую погрузку в адрес морских портов, невозможно без установления класса и природы данных рядов и рядов с ними связанных.

По итогам проведения статистической проверки гипотез о случайности временного ряда, было выявлено, что исследуемые временные ряды вагонопотоков, поступающих на стыковые пункты, относятся к классу нестационарных временных рядов, в которых присутствует стохастический тренд. Данный стохастический тренд можно удалить путем последовательного дифференцирования ряда. Результаты численного моделирования будут использованы для дальнейшего построения модели прогноза поступления вагонопотоков по стыковым пунктам железных дорог РФ и автоматизации составления прогнозов погрузки на различные временные периоды с целью улучшения производственного цикла.

Литература

1. Мачерет Д. А., Ледней А. Ю. Объемы перевозок — ключевой фактор эффективности развития транспортной инфраструктуры // *Экономика железных дорог*. 2019. № 4. С. 28-38.

2. Бодюл В.И. Математическая модель внутрисуточной неравномерности грузовых перевозок // *Материалы международной конференции «Инфотранс 2005»* М. с. 20-24.

3. Грунтов П.С. Исследование влияния неравномерности движения по технологии сортировочных станций. Автореф. дис... канд. техн. наук. Гомель, 1965г.

4. Маловецкая, Е. В. Особенности применения временных рядов для оценки колебаний вагонопотоков по стыковым пунктам железных дорог / Е. В. Маловецкая, Р. С. Большаков // *Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт*. – 2021. – Т. 15. – № 1. – С. 35-40. – DOI 10.36724/2072-8735-2021-15-1-35-40.

5. Маловецкая, Е. В. Оценка особенностей колебаний вагонопотоков с использованием математических моделей прогноза на основе временного ряда / Е. В. Маловецкая, Р. С. Большаков // *Наука и техника транспорта*. – 2021. – № 3. – С. 32-39. – DOI 10.53883/20749325_2021_03_32.

6. Бабина О. И. Сравнительный анализ имитационных и аналитических моделей”, *Имитационное моделирование. Теория и практика*. СПб: Центр технологии судостроения и судоремонта (Санкт-Петербург), 2009, С. 73-77.

7. Grigoroudis E., Orfanoudaki E., Zorounidis C. “Strategic performance measurement in a healthcare organisation: A multiple criteria approach based on balanced scorecard”, *Omega*, 2012, №40 (1), pp. 104-119.

8. Sehra S. K., Brar D., Singh Y., Kaur D. “Multi criteria decision making approach for selecting effort estimation model”, *arXiv preprint arXiv:1310.5220*, 2013.

9. Бурда А. Г., Бурда Г. П. *Экономико-математические методы и модели*. Кубан. гос. аграр. ун-т. Краснодар, 2015. 178 с.

10. Волокобинский М. Ю., Пекарская О. А., Рази Д. А. “Принятие решений на основе метода анализа иерархий”, *Вестник финансового университета*, 2016, №2 (92), С. 33 - 42.

11. Волкова В. Н., Черненко Л. В., Магер В. Е. “Классификация моделей в системном анализе”, *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление*, 2013, №3 (174), С. 33 – 43.

12. Звягин Л.С. *Применение системно-аналитических методов в области экспертного прогнозирования // Экономика и управление: проблемы, решения*. 2017. Т. 3. № 6. С. 145-148.

13. Саминина С. А., Потапова Е. В. “Принятие управленческих решений в условиях неопределенности”, *Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы*, 2011, №1, С. 3-4.

14. Sevcenko G. *Statybos investicimq sprendimq rizikos valdymas: Diss. VGTU leidykla “Technika”*, 2015, 186 p.

15. Valiris G., Chytas P., Glykas M. “Making decisions using the balanced scorecard and the simple multi-attribute rating technique”, *Performance Measurement and Metric*, 2005.

16. Доклад генерального директора - председателя правления открытого акционерного общества «Российские железные дороги» О.В. Белозерова на расширенном итоговом заседании правления ОАО РЖД // *Железнодорожный транспорт*. - 2018. - № 1. - С. 4-10.

17. Маловецкая Е.В. *Актуальность применения имитационного моделирования при расчете плана формирования поездов с учетом развития полигонных технологий // Журнал «Т-Сотт – Телекоммуникации и Транспорт» №4 2019 г. ISSN 2072-8735 (Print) ISSN 2072-8743 (Online) DOI 10.24411/2072-8735-2018-10261*

18. Malovetskaya E.V., Bolshakov R.S., Dimov A.V., Byshlyago A.A. “Planning of qualitative indexes of railroad operational work in polygon technologies” et al 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 760 012041

ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ СЕЛЕКТИВНОЕ САМОИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ РУД

Карпачев Дмитрий Владимирович

кандидат технических наук, доцент,

Удалова Людмила Павловна

кандидат технических наук, доцент,

Шулика Роман Сергеевич

аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.

Шухова, г. Белгород

При обогащении руд процессы измельчения занимают важное место. Эффективность обогащения руды в значительной степени определяется степенью раскрытия минералов в исходном сырье. Раскрытие минералов осуществляется путем измельчения руды до необходимой крупности, после чего выделяют полезный продукт [1].

Для реализации условий селективного разрушения существует несколько способов. Для минералов, значительно отличающихся по упругим свойствам, могут использоваться механические способы разрушения: сжатие при высоком давлении, низкочастотное знакопеременное напряжение или многократные, но малоинтенсивные соударения кусков материала друг о друга или о какую-либо поверхность.

В настоящее время наиболее распространенным и применяемым в различных областях производства является способ ударной дезинтеграции. В момент удара в телах возникает сложное поле напряжений и деформаций в результате взаимодействия ударных волн: продольной, поперечной, поверхностной и отраженной. На межфазных границах минералов происходят поглощение ударных волн, что вызывает образование в этих зонах микротрещин и последующее межкристаллитное разрушение.

Динамичный характер нагружения при высокоскоростном ударе, возможность свободного разрушения единичных кусков, а также немедленного вывода продуктов разрушения из рабочей зоны создают предпосылки для рациональной организации ударной дезинтеграции [3-5].

Использование ударных дробилок и мельниц для селективного измельчения требует выбора и отработки оптимальной конструкции и, что самое

главное, тонкого расчета режимных параметров, так как селективность процесса сильно зависит от точного соотношения значительного числа факторов: скорости ударного взаимодействия, направления удара, жесткости соударяющихся тел и др.

Имеется несколько примеров удачного промышленного внедрения ударной селективной дезинтеграции при подготовке к обогащению специальных видов минерального сырья, когда требования к селективности раскрытия минералов имеют особое значение для технологии.

Изучение процесса ударной дезинтеграции привело к выводу о возможности практической реализации этого способа для измельчения сложных материалов, в частности листовой слюды, по плоскостям спайности. При этом обязательное условие для сохранения целостности полезной площади пластин слюды, сосредоточенной в основном в центре кристалла, – нанесение удара по торцовой части вдоль плоскостей совершенной спайности. Расслоение вызывается поперечными волнами [6].

Между тем ни одна из известных конструкций мельниц не позволяет обеспечить эти прецизионные условия организации процесса. Отсутствуют и устройства для распределения и поштучной подачи кристаллов. Поиски привели к разработке конструктивной разновидности центробежной мельницы метательного действия. Применение центробежных ударных мельниц для рудного сырья требует повышения их энергонапряженности, что сдерживается достигнутым пределом скоростей соударения. Превышение скорости 100 м/с позволит выйти на новый качественный уровень.

Разработку таких машин на новой конструктивной основе с применением новых конструкционных материалов и принципа самофутеровки отбойного диска ведет ОАО «НПО Центр» (г. Минск).

Широкое распространение для извлечения компонентов из руды получил флотационный способ, который основан на различной способности минералов смачиваться жидкостями. При флотационном способе производства калийных удобрений для окончательного измельчения успешно используется многоступенчатая роторно-центробежная мельница. При этом одновременно с избирательным измельчением сильвинитовой руды удаляется трудноизмельчаемый компонент – галопелит, наличие которого в измельченной руде оказывает отрицательное влияние на процесс флотации калийных солей [16, 20].

Наиболее целесообразно в данной мельнице осуществлять процесс селективного измельчения, который основан на неодинаковой степени измельчения прочных и слабых пород. В зависимости от физико-механических свойств минералов, слагающих исходные куски, подбирая необходимое число ступеней измельчения и скорость вращения ротора, на выходе можно достигнуть определенной степени обогащения материала. Компоненты мате-

риала, имеющие малую прочность, будут измельчаться и, пройдя через зазоры между стержнями, попадут в бункер, а недоизмельченные частицы более прочного материала через патрубок будут удалены из мельницы.

Таким образом, при использовании данной конструкции многоступенчатой мельницы имеются более широкие возможности для осуществления селективного измельчения.

В технологии селективного измельчения минерального сырья, разработанной в ОАО «Белгорхимпром» (г. Минск), используется принцип минимального переизмельчения частиц, обладающих различной прочностью и размером вкрапленности, что позволяет избирательно концентрировать компоненты в различных продуктах: трудноизмельчаемые – в циркулирующем продукте, легкоизмельчаемые – в готовом по крупности продукте [21].

Реализация такой технологии сухой избирательной рудоподготовки позволила получить производительность по исходной руде – 300 т/ч.

Для селективного измельчения ударным способом с целью подготовки материала к обогащению наиболее эффективны механические центробежные дезинтеграторы бильного типа и струйные мельницы [9, 15, 17, 19, 24, 25].

Широкое применение техники для ударного избирательного измельчения в промышленном масштабе пока сдерживается нехваткой агрегатов высокой единичной мощности. Разработку дезинтеграторов большой единичной мощности вело СКБ «Дезинтегратор» (г. Таллин). В настоящее время их разработкой и выпуском занимаются АО «ИвЭнергоМаш» (г. Иваново), СИБАДИ (г. Омск), ООО «Техника и Технология Дезинтеграции» (г. Санкт-Петербург), ИТП «ТехПрибор» (г. Тула), АОЗТ «Балтимикс» (г. Калининград) и ряд других фирм. Конструкции этих аппаратов общеизвестны, но для работы в режиме селективного измельчения они также требуют доработки и оснащения системой точного регулирования и управления процессом.

На асбестообогатительных фабриках Канады при обработке промпродуктов пошли по пути увеличения окружной скорости ротора механических измельчителей. Этот путь позволяет повысить вскрытие асбеста, но ценой снижения качества волокна: оно насыщается тонкодисперсными трудноотделимыми продуктами разрушения зерен вмещающей породы и асбеста.

Еще одним примером решения такой задачи может служить внедрение газоструйного измельчения при обогащении асбестосодержащих руд. В России для обработки асбестосодержащих промпродуктов разработан и внедрен процесс струйного измельчения [23].

Конструктивные параметры мельницы и режимы процесса отрегулированы таким образом, что при движении продукта в разгонных трубах агрегаты асбестового волокна заданной крупности максимально разупрочняются, а энергия удара во встречных струях используется на распушку волокна без заметного разрушения зерен породы. Иными словами, осуществляется непо-

средственно процесс раскрытия волокна, а не процесс измельчения, сопровождающийся раскрытием.

Газоструйная установка выгодно отличается от механических распушителей эксплуатационными показателями, несмотря на повышенные удельные энергозатраты: себестоимость измельчения 1 т продукта на ней на 33 % ниже, а удельный расход металла 6 г/т против 16,4. Способ селективного раскрытия асбеста в промышленных условиях обеспечил общее повышение качества обогащенного продукта и извлечения волокна.

Ударная дезинтеграция обеспечивает селективное раскрытие не только горных пород с анизотропными свойствами (что характерно для асбеста). Проведены исследования по подготовке к обогащению руд различной структуры и текстуры (крупновкрапленных вольфрамовых, тонковкрапленных оловосодержащих, труднообогатимых сульфидно-окисленных сурьмяных и весьма труднообогатимых куммингтонит-магнетитовых кварцитов) ударной дезинтеграцией (в газоструйной мельнице и в дезинтеграторе) и сравнение этого способа с традиционной технологией измельчения в валковой, барабанной и планетарной мельницах[2].

Применение этого способа рудоподготовки позволяет значительно упростить технологическую схему при получении более высоких качественно-количественных показателей переработки крупновкрапленной вольфрамовой руды за счет улучшения раскрытия минералов и снижения степени ошламования вольфрамита.

Возможности селективного измельчения газоструйным способом подтверждаются качеством рудоподготовки тонковкрапленных оловосодержащих руд (размер вкраплений касситерита $20\div 30$ мкм).

Измельчение в газоструйной мельнице и дезинтеграторе куммингтонит-магнетитовых кварцитов значительно улучшает показатели обогащения по сравнению со стандартным способом измельчения в барабанной мельнице. При этом выбор условий разрушения и количества подведенной энергии в процессе измельчения направлен на интенсивное вскрытие вкраплений магнетита без деструкции кристаллической решетки минералов рудной фазы с допущением избирательной аморфизации, только минералов пустой породы.

Вместе с тем невысокая крепость измельчаемого материала и предназначенность указанных мельниц исключительно для сухого измельчения значительно ограничивают область их применения. Например, в обогащении необходимы агрегаты для селективной дезинтеграции горных пород предельной крепости (вплоть до 20), хорошо сочетающиеся с мокрой технологией переработки. Следует отметить, что область применения этих машин ограничена подготовкой строительных материалов типа силикальцита, известняковой муки, фосфоритных удобрений, активацией тампонажных цементов, приготовлением торкрет-масс для металлургических печей, микроизмельчением

наполнителей типа талька, приготовлением комбикормов для агропромышленного комплекса.

Более широкие возможности с точки зрения верхнего предела крепости перерабатываемого материала – у газоструйной техники. В БГТУ им. В.Г. Шухова (г. Белгород) разработано семейство мельниц струйного противоточного измельчения различной производительности. Но к настоящему времени по ряду различных причин серийный выпуск мельниц в России не осуществляется. Их широкому внедрению препятствовало конструктивное несовершенство существующих установок применительно к технологии избирательной рудоподготовки моно- и полимерных руд с выделением (или без выделения) трудноизмельчаемых компонентов.

Анализ современного состояния теории и практики процессов измельчения в струйных мельницах позволяет сделать вывод о том, что одними из направлений развития таких измельчителей является повышение удельной производительности, уменьшение удельного расхода энергоносителя и износа рабочих элементов. При этом следует уделить повышенное внимание не только оптимизации процесса движения частиц материала на участке их разгона и в самой помольной камере, а также времени их нахождения в помольной камере и других рабочих трактах (органах) подобных установок. Решение данной задачи позволит существенно повысить производительность струйных противоточных мельниц, и снизить энергозатраты при использовании в технологии селективного измельчения и обогащения материалов.

Исходя из вышеизложенного, можно определить стратегический подход при конструировании пневмоструйного измельчителя для производства высокодисперсных материалов, очищенных от примесей [26, 27]. Он складывается из следующих положений: 1) достижение максимально возможной производительности; 2) пневмоструйный измельчитель должен удовлетворять требованию наименее возможных энергозатрат на измельчение; 3) высокое качество получаемых порошков, очищенных от примесей.

Производительность пневмоструйных противоточных мельниц значительно превышает производительность любого другого типа пневмоструйных измельчителей. Энергозатраты в пневмоструйном измельчителе, работающем в замкнутом цикле, складываются из затрат энергии на разгон частиц материала, т.е. на энергоноситель (в предлагаемом решении энергоноситель – сжатый воздух, вырабатываемый компрессором) и затрат энергии на сепарацию и отсос отработанных газов на очистку в фильтры. Как правило, мощность, затрачиваемая на привод сепаратора и вентилятора на порядок меньше мощности привода компрессора. Следовательно, расход воздуха должен быть минимально возможным. Расход энергоносителя, в свою очередь, зависит от диаметра подающих сопел и их количества (при условии постоянства давления). В отличие от прочих конструкций пневмоструйных измельчителей,

противоточная мельница имеет два сопла, что можно отнести к ее преимуществам.

Тонина получаемого в противоточных пневмоструйных мельницах продукта несколько грубее, чем в мельницах с трубчатой и плоской помольной камерой. Однако, при доведении аэродинамических параметров газоматериальных потоков до оптимальных значений, путем конструктивных и технологических доработок пневмоструйных противоточных мельниц, качественные показатели получаемого в них продукта можно существенно повысить.

По сумме всех преимуществ перед остальными типами пневмоструйных измельчителей предлагается для получения высокодисперсных порошков использовать противоточную пневмоструйную мельницу, с возможностью реализации селективного измельчения материала и для снижения степени загрязненности получаемого продукта примесями. Для этого необходимо камеру помола противоточной пневмоструйной мельницы оснастить устройством, позволяющим очищать помольную камеру от металлических включений без остановки мельницы [7, 8, 11, 12, 14].

Известна схема противоточной струйной мельницы, в которой для удаления металлических включений, попадающих в мельницу с исходным продуктом, имеются электромагниты, закрепленные к створкам днища помольной камеры [18].

Для решения задачи очистки помольной камеры от трудноразмалываемых (металлических) включений была разработана пневмоструйная противоточная мельница, оснащенная ячеиковым магнитным улавливателем, предназначенная для селективного измельчения различных материалов [22].

Потенциальными областями, в которых возможно внедрение предлагаемого технологического комплекса, являются также предприятия промышленности строительных материалов, горнообогатительной, химической промышленности и т.д. Существенный интерес в проведении исследований в данном направлении проявляют предприятия малого бизнеса.

Использование пневмоструйных противоточных мельниц для селективного измельчения представляется перспективным и вместе с ранее перечисленными преимуществами имеет ещё одно – появляется возможность получения готового продукта с легко регулируемым в процессе производства гранулометрическим составом.

Список использованных источников

1. Беленький Е. Ф. Химия и технология пигментов. Изд. 4-е / Е. Ф. Беленький, И. В. Рискин. – Л.: Химия, 1974. – 656 с.

2. Горобец Л.Ж. Исследование процесса подготовки руд к обогащению газоструйным способом. – В кн.: Развитие теории, совершенствование техники и технологии подготовки руд к обогащению / Л.Ж. Горобец. – Л.: Механобр, 1982, с. 53–57.
3. Данилов Р.Г. Механизм тонкого измельчения в роторных мельницах с зубчатоподобным зацеплением / Р.Г. Данилов // Строительные и дорожные машины. – 1997. – № 12. – С. 29-31.
4. Дезинтеграторы фирмы Condux (Германия) // Экспресс-информация. Сер.4. Машины и оборудование для промышленности строительных материалов. – М.: ЦНИИТЭстроймаш. – 1988. – Вып. 2. – С. 10-11.
5. Дезинтеграторная технология.// Тезисы докладов VIII Всесоюзного семинара – Киев. – 1991. – 208 с.
6. Дубенский А.М. Обогащение листовых слюд / А.М. Дубенский, С.Б. Леонов, Я.Ш. Вайнблат. – Иркутск.: Иркутский университет, 1985.
7. Егоров В.Л. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения руд / В.Л. Егоров. – М.: Недра, 1977. – 200 с.
8. Каганов М.И. Природа магнетизма / М.И. Каганов, В.М. Цукерник. – М.: Наука, 1982. – 192 с.
9. Каляцкий И.И. Основы электроимпульсной дезинтеграции и перспективы ее применения в промышленности / Каляцкий И.И., Курец В.И., Финкельштейн Г.А., Цукерман В.А. – Обогащение руд, 1980, №2, с. 6-11.
10. Кармазин В.И. Влияние температуры газа на разгон частиц в помольной камере струйной мельницы / В.И. Кармазин, Л.Ж. Горобец, В.И. Горобец // Обогащение полезных ископаемых. – 1970. – № 6. – С. 33-36.
11. Кармазин В.И. Магнитные методы обогащения / В.И. Кармазин, В.В. Кармазин. – М.: Недра, 1984, 416 с.
12. Кармазин В.В. Магнитные и электрические методы обогащения / В.В. Кармазин, В.И. Кармазин.: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1988. – 304 с.
13. Карпачев Д.В. К вопросу о теории хрупкого разрушения неметаллических материалов / Д.В. Карпачев, В.А. Уваров, А.В. Степанов // Сб. докл. II Междунар. науч.-практич. конф. молодых уч. Ч 3. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1999. – С. 48 - 53.
14. Киренский Л.В. Магнетизм. Изд. 2-е, перераб. и доп. / Л.В. Киренский. – М.: Наука, 1967. – 196 с.
15. Клочков Н.В. Динамика формирования грансостава полимерного материала при измельчении в центробежной мельнице / Н.В. Клочков, А.В. Пискунов // Интенсификация процессов механической переработки сыпучих материалов: Межевз. сб. науч. тр. – Иваново, 1987. – С. 22-25.

16. Левданский А.Э. Многоступенчатая мельница с проточной классификацией для избирательного измельчения сальвинитовой руды / А.Э. Левданский, А.И. Вилькоцкий, Э.И. Левданский. – М.: Журнал прикладной химии, 2002. Т. 75. Вып. 11.

17. Лышевский А.С. Мельницы тонкого и сверхтонкого помола твердых топлив / А.С. Лышевский. – М.: НИИИнформаш, 1974. – 46 с.

18. Лямин В.Н. А. с. 1178483 СССР, МКИЗ В 02 С 19/06 Противоточная струйная мельница / В.Н. Лямин, В.П. Гольдебаев, Б.Ф. Лукашин. – № 3519304/29-33; заявл. 05.11.82; опубл. 15.09.85, Бюл. № 34. – 3 с.

19. Ляшко Ф.И. Оборудование для тонкого измельчения: Каталог / Ф.И. Ляшко, А.Н. Шаблюенко – М.: НИИИнформаш, 1985. – 32 с.

20. Оборудование для диспергирования и измельчения в жидкой фазе: настоящее и будущее // Лакокрасочные материалы. – 1997. – № 2. – С. 37-39.

21. Плескунов В.Н. Избирательное измельчение минерального сырья в вентилируемых установках / В.Н. Плескунов, И.Б. Крышалович, А.С. Стромский, В.В. Сапешко. – М.: Горный журнал, 2003, № 7.

22. Поздняков С.С. Пат. 50129 Российская федерация, МПК7 В 02 С 19/06. Противоточная струйная мельница / Поздняков С.С., Богданов В.С., Уваров В.А., Карпачев Д.В., Овчинников И.А.; патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003134654; заявл. 28.11.03; опубл. 27.12.2005, Бюл №36. – 2 с.

23. Ревнивец В.И. Селективное разрушение материалов / В.И. Ревнивец, Г.В. Гапонов, Л.П. Зарогатский и др. – М.: Недра, 1988. – 286 с.

24. Филин В.Я. Современное оборудование для тонкого и сверхтонкого измельчения / В.Я. Филин, М.В. Акимов. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1991. – 47 с.

25. Шевченко А.В., Секретарев Е.А., Суханов А.В., Лихонина Е.И. Помол сырья в технологии производства тонкой технической керамики / А.В. Шевченко, Е.А. Секретарев, А.В. Суханов, Е.И. Лихонина // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов: межвуз. сб. ст. / под ред. В.С. Богданова. – Белгород, 2017. – 461с. – вып. XVI. С. 347-353.

26. Шевченко А.В., Лихонина Е.И., Толмачева А.В., Карпачев Д.В. Основные положения при конструировании струйного помольного комплекса / Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов XII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3 т. Т. 1. – Губкин; Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2019. – 459 с.

27. Шевченко А.В., Кулякина О.В., Карпачев Д.В. Анализ конструкций струйных помольных агрегатов для тонкого и сверхтонкого измельчения / Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород, 2017.

ОЦЕНКА ВСТРЕЧАЕМОСТИ ГИНЕКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПО ВЕЛИКОЛУКСКОМУ, КУНЬИНСКОМУ И УСВЯТСКОМУ РАЙОНАМ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Козловская Анна Юрьевна

кандидат биологических наук, доцент

Великолукская государственная сельскохозяйственная академия

Аннотация. Представлен анализ данных ветеринарного учета акушерских болезней за 2019-2020 гг на территории Великолукского, Куньинского и Усвятского районов Псковской области. Болезни органов размножения крупного рогатого скота составили 37,4% от всех незаразных болезней, а в 2020 – 33,8%. У свиней болезни органов размножения в 2019 году составили 0,7% от всех незаразных болезней, а в 2020 – 0,6%. Больные маститом животные составили 23,3% от исследованных, процент лечебной эффективности составил 96. В 2020 году эти показатели составили – 26,3%, процент лечебной эффективности 98. За 2019 год задержание последа составило 63,3% от всех выявленных патологий, эндометриты – 36,7%, болезни яичников – 8,2%, другие патологии – 17,3%. В 2020 году получили следующие показатели задержание последа составило 48%, эндометриты – 21,5%, болезни яичников – 15,7%, другие патологии – 14,7%.

Ключевые слова: болезни органов размножения, мастит, эндометрит, болезни яичников, крупный рогатый скот, свиньи.

Патологические роды и послеродовые патологии приносят большой экономический ущерб из-за потерь приплода, снижения молочной продуктивности, а иногда и гибели самого животного; мясо, полученное при вынужденном убое, часто бывает низкого качества или совсем непригодным для питания. В хозяйствах довольно важна хорошая организация родовспоможения и своевременное выявление послеродовых патологий [3].

Таким образом целью нашей работы было изучить встречаемость нарушений репродуктивной системы животных на территории Великолукского, Куньинского и Усвятского районов Псковской области.

Работа выполнена на базе ГБУ «Станция по борьбе с болезнями животных по Великолукскому, Куньинскому и Усвятскому районам» расположенной в Великолукском районе, Псковской области. Материалом послужили

данные ветеринарного учета.

Нами была гигиеническим проведена оценка встречаемости заболеваний органов размножения животных среди незаразных заболеваний за 2019 – 2020 гг, в результате чего мы получили следующие результаты. Они представлены в таблице 1.

Таблица 1.
Сведения о незаразных болезнях животных по Великолукскому, Куньинскому и Усвятскому районам за 2019 – 2020 гг

Наименование	2019			2020		
	Зарегистрировано больных животных			Зарегистрировано больных животных		
	Крупного рогатого скота	Свиней	Мелкого рогатого скота	Крупного рогатого скота	Свиней	Мелкого рогатого скота
1. Хозяйств всех категорий -всего	2117	147895	-	2255	151324	-
В том числе сельхозорганизаций	2091	147895		2232	151324	-
Хозяйства населения	26	-		23		-
Фермерские хозяйства	-	-	-	-	-	-
2. Из числа заболевших						
Болезни органов пищеварения	810	32721		832	37831	-
Болезни органов дыхания	269	16074		289	18159	-
Болезни обмена веществ	51	14954		45	15738	-
Болезни органов размножения у маток – всего	791	1012		763	908	-

В том числе маститы	654	515		649	399	-
Травмы	299	83098		326	78688	-

Как видно из таблицы 1 в 2019 году болезни органов размножения у крупного рогатого скота составили 37,4 % от всех незаразных болезней, а в 2020 – 33,8 %. У свиней болезни органов размножения в 2019 году составили 0,7 % от всех незаразных болезней, а в 2020 – 0,6 %. Процент маститов у крупного рогатого скота в 2019 г составил 82,7, в 2020 – 85, у свиней в 2019 году этот показатель составил 50,9 %, в 2020 году – 43,9 %.

Как показала таблица 1 мастит у крупного рогатого скота составил большую часть от числа всех акушерско-гинекологических болезней, однако и у свиней этот показатель был довольно высок.

Таблица 2.

Сведения о мастите коров за 2019-2020 гг

год	Исследовано голов	Выявлено больных	Подвергнуто лечению	Вылечено	% лечебной эффективности
2019	1565	364	364	349	96
2020	1673	440	440	431	98

Как показывает таблица 2 больные маститом животные составили 23,3 % от исследованных, процент лечебной эффективности составил 96. В 2020 году эти показатели составили – 26,3 %, процент лечебной эффективности 98. Исходя из этого можно сделать вывод что при ранней и правильной диагностике болезнь успешно поддается лечению.

Мастит (mastitis) — воспаление молочной железы, развивающееся в ответ на биологическую, механическую, термическую или химическую травму. Мастит относится к числу наиболее распространенных болезней; регистрируется у всех видов сельскохозяйственных животных, но наиболее ему подвержен молочный скот.

В высокопродуктивных молочных стадах маститом ежегодно болеет 20–50% коров. У первотелок он встречается относительно редко. С увеличением числа лактаций уровень заболеваемости маститом неуклонно возрастает; объясняется это тем, что с возрастом ухудшается структура вымени, снижается уровень местных защитных реакций. Экономические потери от мастита складываются из ряда источников: снижение молочной продуктивности (70%), снижение сортности и браковка молока (8%), затраты на лекарства и ветобслуживание (8%), вынужденный убой и гибель животных (4%). Не-

которые специалисты включают в число потерь ухудшение генофонда стада

Снижение удоев связано с болевым синдромом, нарушением гемоциркуляции и структурными изменениями в железистой ткани молочной железы (атрофия, очаговые некрозы, фиброз, формирование микроабсцессов). Размер этих потерь зависит от числа пораженных долей, вида воспаления, степени тяжести и исхода болезни, поэтому плохо поддается учету. Задача осложняется тем, что для определения прямых потерь требуется раздельное доение здоровых и больных долей вымени. Установлено, что при клиническом мастите потери молока на одну корову в год (с учетом неполного восстановления молочной продуктивности после выздоровления) составляют в среднем 226,8 кг.

При мастите наряду со снижением секреции молока изменяются и его качественные характеристики. При развившемся клиническом мастите секрет пораженной доли сильно отличается от нормального по органолептическим свойствам: изменяет цвет, консистенцию, утрачивает однородность. Понятно, что такое «молоко» сравнительно редко попадает в общий удой.

Примесь даже незначительного количества (3–5%) маститного молока к сборному затрудняет изготовление сыров, творога, кефира, ацидофильного молока, йогурта, отрицательно сказывается на их качестве. Сборное молоко, содержащее 10–15% маститного, вообще непригодно для переработки в молочные продукты. Молоко от больных маститом коров является источником болезнетворных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности. Вполне очевидно, что использование такого молока для выпойки телятам небезопасно для их здоровья.

Также мастит создает предпосылки к возникновению ряда акушерских и гинекологических болезней, бесплодия коров; объясняется это анатомической и функциональной общностью молочной железы и половых органов [2,3].

Затем мы провели оценку акушерско-гинекологической диспансеризации маточного поголовья КРС.

Таблица 3.

Данные акушерско-гинекологической диспансеризации

Год	Растелилось коров и телок (голов)	Проверено голов	Выявлено больных					Подвергнуто лечению	Вылечено	% лечебного эффекта
			Всего голов	В т.ч. с болезнями						
				Задержание последа	Эндометрит	Болезни яичников	Другие патологии			
2019	2374	1864	123	62	36	8	17	98	86	87,8
2020	2536	1978	102	49	22	16	15	102	78	76,5

Как следует из таблицы 3 за 2019 год задержание последа составило 63,3 % от всех выявленных патологий, эндометриты – 36,7 %, болезни яичников – 8,2 %, другие патологии – 17,3 %. В 2020 году получили следующие показатели задержание последа составило 48 %, эндометриты – 21,5 %, болезни яичников – 15,7 %, другие патологии – 14,7 %.

Выводы:

1. В 2019 году болезни органов размножения у крупного рогатого скота составили 37,4 % от всех незаразных болезней, а в 2020 – 33,8 %. У свиней болезни органов размножения в 2019 году составили 0,7 % от всех незаразных болезней, а в 2020 – 0,6 %. Процент маститов у крупного рогатого скота в 2019 г составил 82,7, в 2020 – 85, у свиней в 2019 году этот показатель составил 50,9 %, в 2020 году – 43,9 %.

2. Больные маститом животные составили 23,3 % от исследованных, процент лечебной эффективности составил 96. В 2020 году эти показатели составили – 26,3 %, процент лечебной эффективности 98. Исходя из этого можно сделать вывод что при ранней и правильной диагностике болезнь успешно поддается лечению.

3. За 2019 год задержание последа составило 63,3 % от всех выявленных патологий, эндометриты – 36,7 %, болезни яичников – 8,2 %, другие патологии – 17,3 %. В 2020 году получили следующие показатели задержание последа составило 48 %, эндометриты – 21,5 %, болезни яичников – 15,7 %, другие патологии – 14,7 %.

Литература

1. Козловский В.Ю. Биологические и организационные аспекты репродукции молочного скота: учеб. пособие / В.Ю. Козловский, С.А. Козлов, А.А. Леонтьев и др. — Великие Луки. — 2012. — 216 с.

2. Полянцев, Н. И. Технология воспроизводства племенного скота : учебное пособие / Н. И. Полянцев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1703-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168712> (дата обращения: 17.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Яценко, В. Д. Патология родов и послеродовой период самок сельскохозяйственных животных / В. Д. Яценко. — Текст : непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. — 2010. — № 18. — С. 117-121. — ISSN 2078-1318.

DOI 10.34660/INF.2022.91.63.199

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ГИДРАТАЦИИ БУРОУГОЛЬНОГО СЫРЬЯ НА СВОЙСТВА ПРОДУКТОВ ЕГО ЩЕЛОЧНОГО ГИДРОЛИЗА (ГУМАТОВ)

Швецов Сергей Георгиевич

кандидат биологических наук

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского
отделения Российской академии наук*

Аннотация. На потребительское качество (водорастворимость и биологическая активность) гуматов, полученных путем твердофазного щелочного гидролиза бурого угля, влияла влажность исходного буроугольного сырья. При 30-35%-ном уровне абсорбционной воды в буром угле реакция происходила при более высоком экзотермическом разогреве (до 120 °С), чем при 10-15%-ном уровне влажности (до 70 °С). При повышенной температуре получался продукт с более фрагментированным составом, в котором увеличивалось содержание кислых функциональных групп, окисленных групп и ароматических структур. Вероятно, эти изменения были связаны с увеличением биологической активности гуматов, полученных из буроугольного сырья с повышенной степенью гидратации.

Ключевые слова: гуматы, бурый уголь, щелочной гидролиз

В сельском хозяйстве в последнее время широко используются гуминовые препараты (гуматы щелочных металлов), полученные из бурого угля [1, 3]. Одним из способов получения гуматов является смешивание измельченного угля с щелочной добавкой в виде гидроксидов натрия или калия. Необходимым условием производства высококачественных продуктов является значительное содержание (70-90%) гуминовых веществ в буроугольном сырье и оптимальная технология получения гуматов [4]. Важными характеристиками качества твердых гуминовых препаратов служат степень их растворимости в воде и биологическая активность. В настоящей работе изучалась зависимость этих показателей от степени гидратации буроугольного сырья. Мы исходили из того, что экзотермический эффект от смешивания щелочи с углем в разной степени увлажнения последнего, будет вызывать количественные и качественные различия образующихся продуктов (гуматов). Целью работы было выяснить величину и значение этих различий для проявления биологической активности гуматов.

В ходе работы использовался бурый уголь из месторождений Черемховского угольного бассейна (Иркутская область). Уголь высушивали при 105°С до постоянного веса, затем добавляли воду до требуемой величины влажности – 15 и 35%. В ходе работы были получены и изучены 2 продукта:

Продукт 1. 1,15 кг измельченного в порошок бурого угля с тонкостью помола, 1- 0,5 мм, с влажностью до 15%, смешивали с 0,25 кг порошковидного гидроксида калия в роторном смесителе. Реакцию проводили при непрерывном перемешивании смеси в течение 30-35 минут.

Продукт 2. 1,35 кг измельченного в порошок бурого угля с тонкостью помола, 1- 0,5 мм, с влажностью до 15%, смешивали с 0,25 кг порошковидного гидроксида калия в роторном смесителе. Реакцию проводили при непрерывном перемешивании смеси в течение 30-35 минут.

Для анализа угля и полученных продуктов использовались стандартные и специальные методы исследования промышленных гуматов [2, 5]. Общее содержание азота и водорода определяли на элементном анализаторе «Carlo Erba»; содержание кислорода рассчитывали по разности с учетом зольности. Определение молекулярно-массового состава органического вещества проводили методом гель-фильтрации на сефадексе G-50 (Pharmacia). Определение биологической активности гуминовых препаратов проводилось на семенах огурца сорта «Нежинский».

Результаты

Данные по измерению температуры в смесителе показывают (рис. 1), что смешивание угля со щелочью сопровождалось выделением тепла и значительным повышением температуры смеси: при 15%-ной влажности – до 80 °С, при 35%-ной влажности – до 120 °С. Видно, что увеличение исходной влажности угля приводило к более высокому и продолжительному разогреву реакционной смеси.

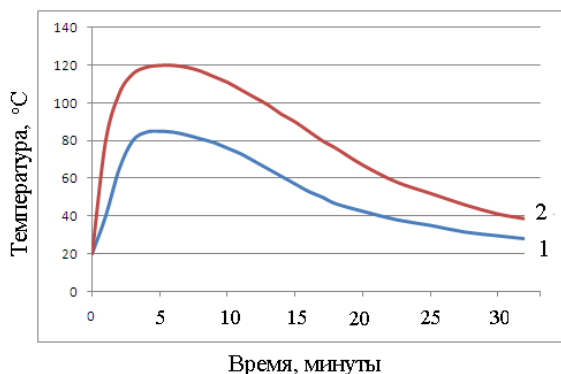


Рисунок 1. Изменение температуры реакционной смеси щелочи с углем 15%-ной влажности (1) и с углем 35%-ной влажности (2)

Полученный продукт 1 представлял собой окомкованный, непылящий порошок темно-бурого цвета с влажностью 18%, содержащий 82% водорастворимых соединений, в том числе 75% гуматов. Продукт 2 представлял собой непылящий окомкованный порошок темно-бурого цвета с влажностью 20%, содержащий 90% водорастворимых соединений, в том числе 78% гуматов. Видно, что основной химический состав образовавшихся продуктов заметно отличался друг от друга. Во-первых, увеличивалось количество водорастворимых веществ в продукте 2, в том числе гуматов, хотя доля последних в составе водорастворимых веществ несколько уменьшается, по сравнению с продуктом 1.

Химический анализ угля и образовавшихся продуктов, показал, что при более интенсивном температурном режиме происходило заметное изменение свойств гуминовых веществ: в составе продукта 2 увеличивалось содержание кислых функциональных групп, увеличивалось количество окисленных групп (наибольшее соотношение $O/C = 0,514$ характерно для продукта 2, а наименьшее - для угля) (Табл. 1).

Таблица 1.

*Состав и содержание кислых функциональных групп в гуминовых кислотах угля и полученных из него продуктах, мг*экв/г*

Образец	Карбоксилы –COOH	Фенольные гидроксилы –OH _ф	Сумма
уголь	2,19±0,14	2,17±0,18	4,36
Продукт 1	2,20±0,12	2,32±0,17	4,52
Продукт 2	2,44±0,184	2,58±0,24	5,01

Содержание ароматических структур (степень бензоидности Н/С) также становилось выше в продукте 2 ($H/C = 0,036$), по сравнению с углем ($H/C = 0,041$) и продуктом 1 ($H/C = 0,038$) (Табл. 2).

Таблица 2.

Содержание водорода (H), углерода (C), кислорода (O), степень окисленности (O/C) и степень бензоидности (H/C) в гуминовых кислотах угля и продуктах его переработки

Образец	Н, %	С, %	О, %	О/С	Н/С
Уголь	3,1	75,2	37,5	0,499	0,041
Продукт 1	2,8	74,6	37,9	0,508	0,038
Продукт 2	2,6	73	37,5	0,514	0,036

При этом гуминовые вещества, по-видимому, подвергались некоторой деструкции и фракционному перераспределению фрагментов. В продукте 2 уменьшалась доля высокомолекулярных фрагментов выше 30000 и увеличивалась доля фрагментов с молекулярной массой ниже 10500 (Табл. 3).

Таблица 3.

Средневесовые молекулярные массы (MM_w) фракций и их доля в составе полученных продуктов щелочного гидролиза бурого угля.

Фракции	MM_w , а.е.м.	Продукт 1	Продукт 2
		Доля фракции, %	Доля фракции, %
1	≥ 74500	42,4	35,2
2	30000	29,7	28,7
3	10500	20,7	25,0
4	4000-1500	7,2	11,1

Возможно, что эти различия в химических свойствах связаны, определенным образом, с тем, что биологическая активность продукта 2 оказалась выше, по сравнению с продуктом 1. (Табл. 4).

Таблица 4.

Биологическая эффективность продуктов, полученных по предлагаемому способу. Определение проводилось на семенах огурца сорта «Нежинский» по ГОСТ 54221-2010

Образец	Всхожесть	Стимуляция, % к контролю
Контроль	73,1 \pm 2,2	-
Продукт 1	80,4 \pm 2,0	9,9
Продукт 2	83,5 \pm 2,7	14,2

Таким образом, данные проведенной работы показали, что повышение температуры щелочного гидролиза бурого угля в результате экзотермического разогрева при более высокой степени его гидратации, приводило к уменьшению доли высокомолекулярных фрагментов гуминовых кислот и изменению соотношения между функциональными группами в составе их молекул. Возможно, что эти изменения были связаны с повышением потребительских качеств гуминовых продуктов – повышением их водорастворимости и биологической активности.

Литература

1. Богословский В.Н., Левинский Б.В., Сычев В.Г. *Агротехнологии будущего*. М.: Антиква, 2004.
2. ГОСТ Р 54221-2010. *Гуминовые препараты из бурых и окисленных каменных углей. Методы испытаний*.
3. Кухаренко Т.А. *Гуминовые кислоты различных твердых горючих ископаемых и возможность их использования в качестве сырья для производства гуминовых удобрений– Гуминовые удобрения: теория и практика их применения, ч.1. Харьков, 1957; с.19-29.*
4. Наумова Г.В., Кособокова Р.В., Косоногова Л.В., Райцина Г.И., Жмакова Н.А., Овчинникова Т.Ф. *Гуминовые препараты и технологии их получения / В сб.: Гуминовые вещества в биосфере. М.: Наука, 1993, с. 178-189.*
5. Якименко О.С., Терехова В.А. *Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации. // Почвоведение, 2011, № 11, с. 1334-1343.*

Научное издание

Высшая школа: научные исследования

Материалы Межвузовского международного конгресса
(г. Москва, 28 апреля 2022 г.)

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

Подписано в печать 02.05.2022 г. Формат 60x84/16.
Усл. печ.л. 51,6. Тираж 500 экз.

Отпечатано в редакционно-издательском центре
издательства Инфинити

