



# АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 2713-1513

#27 (209), 2024

Часть I

# Актуальные исследования

Международный научный журнал

2024 • № 27 (209)

Часть I

Издается с ноября 2019 года

Выходит еженедельно

ISSN 2713-1513

**Главный редактор:** Ткачев Александр Анатольевич, канд. социол. наук

**Ответственный редактор:** Ткачева Екатерина Петровна

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей.

При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Абидова Гулмира Шухратовна**, доктор технических наук, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

**Альборад Ахмед Абуди Хусейн**, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

**Аль-бутбахак Башшар Абуд Фадхиль**, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

**Альхаким Ахмед Кадим Абдуалкарем Мухаммед**, PhD, доцент, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

**Асаналиев Мелис Казыкеевич**, доктор педагогических наук, профессор, академик МАНПО РФ (Кыргызский государственный технический университет)

**Атаев Загир Вагитович**, кандидат географических наук, проректор по научной работе, профессор, директор НИИ биогеографии и ландшафтной экологии (Дагестанский государственный педагогический университет)

**Бафоев Феруз Муртазоевич**, кандидат политических наук, доцент (Бухарский инженерно-технологический институт)

**Гаврилин Александр Васильевич**, доктор педагогических наук, профессор, Почетный работник образования (Владимирский институт развития образования имени Л.И. Новиковой)

**Галузо Василий Николаевич**, кандидат юридических наук, старший научный сотрудник (Научно-исследовательский институт образования и науки)

**Григорьев Михаил Федосеевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Арктический государственный агротехнологический университет)

**Губайдуллина Гаян Нурахметовна**, кандидат педагогических наук, доцент, член-корреспондент Международной Академии педагогического образования (Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова)

**Ежкова Нина Сергеевна**, доктор педагогических наук, профессор кафедры психологии и педагогики (Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого)

**Жилина Наталья Юрьевна**, кандидат юридических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

**Ильина Екатерина Александровна**, кандидат архитектуры, доцент (Государственный университет по землеустройству)

**Каландаров Азиз Абдурахманович**, PhD по физико-математическим наукам, доцент, декан факультета информационных технологий (Гулистанский государственный университет)

**Карпович Виктор Францевич**, кандидат экономических наук, доцент (Белорусский национальный технический университет)

**Кожевников Олег Альбертович**, кандидат юридических наук, доцент, Почетный адвокат России (Уральский государственный юридический университет)

**Колесников Александр Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент (Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова)

**Копалкина Евгения Геннадьевна**, кандидат философских наук, доцент (Иркутский национальный исследовательский технический университет)

**Красовский Андрей Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАЕН и АИН (Уральский технический институт связи и информатики)

**Кузнецов Игорь Анатольевич**, кандидат медицинских наук, доцент, академик международной академии фундаментального образования (МАФО), доктор медицинских наук РАГПН,

профессор, почетный доктор наук РАЕ, член-корр. Российской академии медико-технических наук (РАМТН) (Астраханский государственный технический университет)

**Литвинова Жанна Борисовна**, кандидат педагогических наук (Кубанский государственный университет)

**Мамедова Наталья Александровна**, кандидат экономических наук, доцент (Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова)

**Мукий Юлия Викторовна**, кандидат биологических наук, доцент (Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины)

**Никова Марина Александровна**, кандидат социологических наук, доцент (Московский государственный областной университет (МГОУ))

**Насакаева Бакыт Ермекбайкызы**, кандидат экономических наук, доцент, член экспертного Совета МОН РК (Карагандинский государственный технический университет)

**Олешкевич Кирилл Игоревич**, кандидат педагогических наук, доцент (Московский государственный институт культуры)

**Попов Дмитрий Владимирович**, доктор филологических наук (DSc), доцент (Андижанский государственный институт иностранных языков)

**Пятаева Ольга Алексеевна**, кандидат экономических наук, доцент (Российская государственная академия интеллектуальной собственности)

**Редкоус Владимир Михайлович**, доктор юридических наук, профессор (Институт государства и права РАН)

**Самович Александр Леонидович**, доктор исторических наук, доцент (ОО «Белорусское общество архивистов»)

**Сидикова Тахира Далиевна**, PhD, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

**Таджибоев Шарифджон Гайбуллоевич**, кандидат филологических наук, доцент (Худжандский государственный университет им. академика Бободжона Гафурова)

**Тихомирова Евгения Ивановна**, доктор педагогических наук, профессор, Почётный работник ВПО РФ, академик МААН, академик РАЕ (Самарский государственный социально-педагогический университет)

**Хайтова Олмахон Саидовна**, кандидат исторических наук, доцент, Почетный академик Академии наук «Турон» (Навоийский государственный горный институт)

**Цуриков Александр Николаевич**, кандидат технических наук, доцент (Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС))

**Чернышев Виктор Петрович**, кандидат педагогических наук, профессор, Заслуженный тренер РФ (Тихоокеанский государственный университет)

**Шаповал Жанна Александровна**, кандидат социологических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

**Шошин Сергей Владимирович**, кандидат юридических наук, доцент (Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

**Эшонкулова Нуржахон Абдужабборовна**, PhD по философским наукам, доцент (Навоийский государственный горный институт)

**Яхшиева Зухра Зиятовна**, доктор химических наук, доцент (Джиззакский государственный педагогический институт)

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

**Чевычелов Ю.А., Шевырева Е.В., Даньшин Ф.А., Кукарских Л.А.**

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ УСПЕВАЕМОСТИ ..... 6

### ФИЗИКА

**Захваткин А.Ю.**

О ПРИРОДЕ ЗВЁЗДНЫХ ЗАТМЕНИЙ ..... 10

**Рысин А.В., Никифоров И.К., Бойкачёв В.Н.**

ПОДГОНКИ ПОД РЕЗУЛЬТАТ В КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ И ФИЗИКЕ. ПАРАДОКС  
ТУННЕЛЬНОГО ЭФФЕКТА ПРИ ГРАВИТАЦИИ В ЧЁРНЫХ ДЫРАХ. ЧАСТЬ 5 ..... 18

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Шаталов А.Ф., Шаталов Н.А., Шаталова Е.А.**

НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ЖИЛОЙ ЗОНЕ ВБЛИЗИ ЛИНИИ  
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПОДСТАНЦИИ «ЗАПАДНАЯ» ГОРОДА СТАВРОПОЛЯ ..... 40

**Шаталов Н.А., Астафуров П.П., Шаталова Е.А., Саркисян Э.Г., Шаталов А.Ф.**

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА 10 КВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «УРАН-1» И «УРАН-2» .. 47

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Le Cuong, Tran Thi Minh Thu**

USING SOFTWARE FOR TEACHING MATHEMATICS ..... 54

### АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

**Мамаев О.А.**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОРТОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ  
СООРУЖЕНИЙ, ТЕРМИНАЛОВ И МОРСКИХ ПОРТОВ ..... 62

**Симонян В.А.**

РОЛЬ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ  
МОСТОВ ..... 74

### СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

**Иванов М.Д.**

КАЧЕСТВОМ ЗЕРНА УПРАВЛЯЮТ ЛЮДИ ..... 81

**Иванов М.Д.**

МЕТОДЫ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ЕГО КАЧЕСТВА ..... 84

## ЭКОЛОГИЯ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

**Голодненко Т.Е.**

РОЛЬ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА В СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ  
КЛИМАТА.....87

**Голодненко Т.Е.**

ПОСЛЕДСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ДЛЯ ЭКОСИСТЕМ И  
БИОРАЗНООБРАЗИЯ.....90

## МЕДИЦИНА, ФАРМАЦИЯ

**Таксанова А.С.**

КАМУФЛЯЖ РУБЦОВ ПОСЛЕ КОСМЕТОЛОГИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ (НЕКРОЗЫ  
ПОСЛЕ ФИЛЛЕРОВ, ПОСТ-ЛАЗЕРНЫЕ ЛИНИИ): АЛГОРИТМ «ЦВЕТ VS РЕЛЬЕФ»  
ДЛЯ РФ-КЛИНИК .....93

# МАТЕМАТИКА

**ЧЕВЫЧЕЛОВ Юрий Акимович**

профессор, доктор технических наук,  
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова,  
Россия, г. Воронеж

**ШЕВЫРЕВА Екатерина Викторовна**

магистрантка,  
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова,  
Россия, г. Воронеж

**ДАНЬШИН Федор Александрович**

заместитель начальника отдела,  
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия  
имени проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», Россия, г. Воронеж

**КУКАРСКИХ Любовь Алексеевна**

старший научный сотрудник, канд. физ.-мат. наук,  
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия  
имени проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», Россия, г. Воронеж

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ УСПЕВАЕМОСТИ

**Аннотация.** Исследуется зависимость успеваемости от посещаемости и частоты проверки знаний обучаемых. Проведено планирование двухфакторного эксперимента. По результатам реализации плана получено уравнение регрессии первого порядка. Составлены графики зависимостей.

**Ключевые слова:** факторы, успеваемость, эксперимент, уравнение, регрессия.

На процессы, происходящие в любой области деятельности человека, будь то производство, сельское хозяйство, строительство или образование, влияет много факторов. Для исследования процессов по определенным параметрам отбираются некоторые наиболее активные. Рассмотрим область образовательной деятельности и такое актуальное направление, как повышение качества знаний учащихся, которое можно охарактеризовать с помощью уровня успеваемости. В свою очередь, уровень успеваемости зависит от множества факторов. Например, от методики преподавания дисциплины, от посещения студентами занятий, от уровня знаний самих учащихся, от перехода на дистанционное обучение, от периодичности

проверок знаний и т. п. [2, с. 360]. Одной из существенных проблем современного образования является проблема неуспеваемости. Мотивировать обучаемых к получению знаний, изучению предметов и, соответственно, лучшей подготовке их, как специалистов, – задача первостепенная. Для этого проводится анализ состояния процесса обучения с помощью исследования уровня успеваемости – одного из самых важных этапов как процесса повышения качества обучения, так и всего процесса обучения в целом.

Для прогнозирования успеваемости обучаемых построим линейную модель множественной регрессии на основе математических методов планирования [4, с. 23]. В качестве входных

параметров возьмем такие характеристики учебного процесса, как посещаемость занятий обучающимися и частоту опросов их знаний в течение одного семестра, в качестве выходного параметра – уровень успеваемости. Провести исследование влияния посещаемости занятий студентами и количество проверок их знаний на уровень успеваемости предлагается с помощью применения методов планирования эксперимента. Самым простым центральным и линейно-ортогональным планом является двухуровневый план полного факторного эксперимента ПФЭ<sup>2</sup>. В нашем случае используются два фактора, поэтому будем рассматривать двухуровневый план двухфакторного эксперимента (ПФЭ<sup>2</sup>) [3, с. 62-65].

Оптимальные соотношения посещаемости занятий студентами и количество опросов их знаний в течение семестра для процесса прогнозирования уровня успеваемости получены в ходе планирования двухуровневого плана факторного эксперимента (ПФЭ<sup>2</sup>) [3, с. 78]. Итак, посещаемость студентов в семестре должна меняться в диапазоне от 91 до 97%, а частота проверок знаний обучающихся в семестре – от 6 до 10 раз.

Посещаемость в % ( $X_1$ ) и количество опросов в семестре в единицах ( $X_2$ ) – это варьируемые независимые переменные или факторы плана ПФЭ<sup>2</sup>.

Основной уровень и интервалы варьирования независимых переменных: для  $X_1$  – это 94 и 3, для  $X_2$  – это 8 и 2.

Матрица планирования эксперимента  $X$  для плана ПФЭ<sup>2</sup> в безразмерном выражении величин факторов представляет собой:

$$X = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ -1 & +1 \\ +1 & -1 \\ +1 & +1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

Факторы на нижнем уровне характеризуются значением  $-1$ , на верхнем уровне  $+1$  [6, с. 116-118]. План предусматривает четыре опыта – число сочетаний из 2 переменных при их изменениях на 2 уровнях.

В качестве зависимой переменной у рассматривается средняя оценка успеваемости студентов в семестре по специальным дисциплинам, которая вычисляется исходя из результатов опросов студентов. Учитываются три специальные дисциплины (3 значения по  $y$ ).

Уравнение по результатам опытов двухфакторного эксперимента включает оценки четырех коэффициентов (линейные коэффициенты

уравнения и коэффициент, учитывающий эффект парного межфакторного взаимодействия) и является итогом реализации плана ПФЭ<sup>2</sup>.

Итак, уравнение регрессии, полученное для процесса прогнозирования среднего уровня успеваемости в течение семестра учебного процесса при таких варьируемых величинах, как посещаемость занятий и количество проверок знаний, имеет следующий вид:

$$y = 4,51 + 0,03x_1 + 0,13x_2 - 0,01x_1x_2, \quad (2)$$

Коэффициент парного межфакторного взаимодействия  $a_{12}$  исключается из уравнения, так как он незначимый – его значение  $-0,01$  меньше значения доверительного интервала  $0,1198$ . Влияние этого коэффициента на отклик ничтожно.

Полученные линейные коэффициенты в уравнении регрессии (2) сполна характеризуют влияние изучаемых факторов на исследуемый процесс. Например, увеличение количества проверок знаний в семестре ( $x_2$ ) до 10 раз вызывает повышение среднего уровня успеваемости ( $y$ ) на  $0,13$  – на значение коэффициента при этой переменной. Из уравнения регрессии следует, что на повышение успеваемости большее влияние оказывает количество опросов студентов, чем посещаемость занятий ими.

Табличное значение критерия Фишера для параметров исследуемого процесса больше вычисленного  $F_t > F(5,32 > 4,954)$ . Значит уравнение регрессии адекватно описывает экспериментальные данные. Проверим, является ли полученное уравнение хорошей математической моделью, описывающей рассматриваемый процесс. Для этого установим, работает ли уравнение в центре эксперимента [6, с. 121]. Проведем оценку описания внутренней области изучаемого факторного пространства. Сравним доверительную ошибку, определенную по критерию Стьюдента ( $0,26$ ), с разницей между свободным членом и среднеарифметической оценкой дополнительного опыта в центре эксперимента ( $0,09$ ). Видно, что невязка в центре эксперимента меньше доверительной ошибки невязки ( $0,09 < 0,26$ ), значит линейное уравнение регрессии правильно характеризует внутреннюю область изучаемого факторного пространства. Следовательно, полученное уравнение можно считать хорошей математической моделью исследуемого процесса, так как оно работоспособно ( $0,26 > 0,09$ ) и адекватно ( $5,32 > 4,954$ ).

Графическая интерпретация исследуемой зависимости представлена ниже (рис. 1, 2).

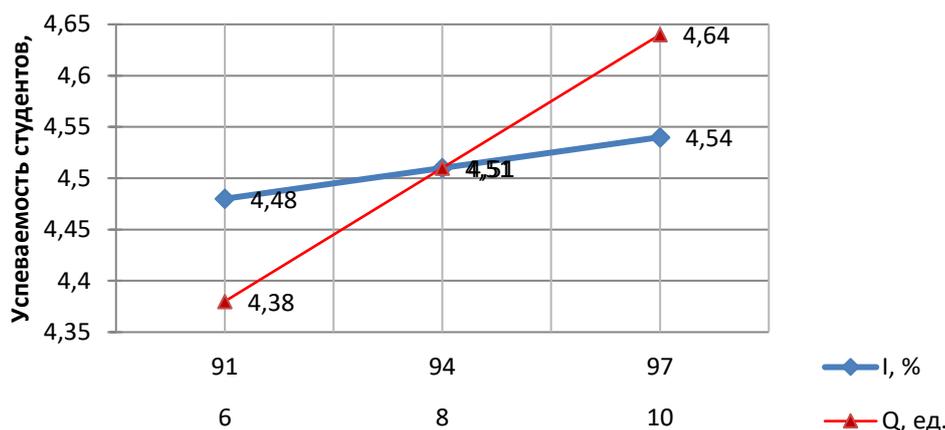


Рис. 1. Зависимость успеваемости студентов от посещаемости занятий (I) и контроля знаний (частоты опросов Q)

Посещаемость обучаемых мало влияет на величину успеваемости. При изменении процента посещаемости успеваемость меняется, но незначительно (0,03). Несомненно, большее влияние на результат оказывает частота проверки знаний. Диапазон значений

успеваемости при изменении количества опросов более обширен (от 4,38 до 4,64). При увеличении количества опросов явно наблюдается значительный рост среднего показателя уровня успеваемости.

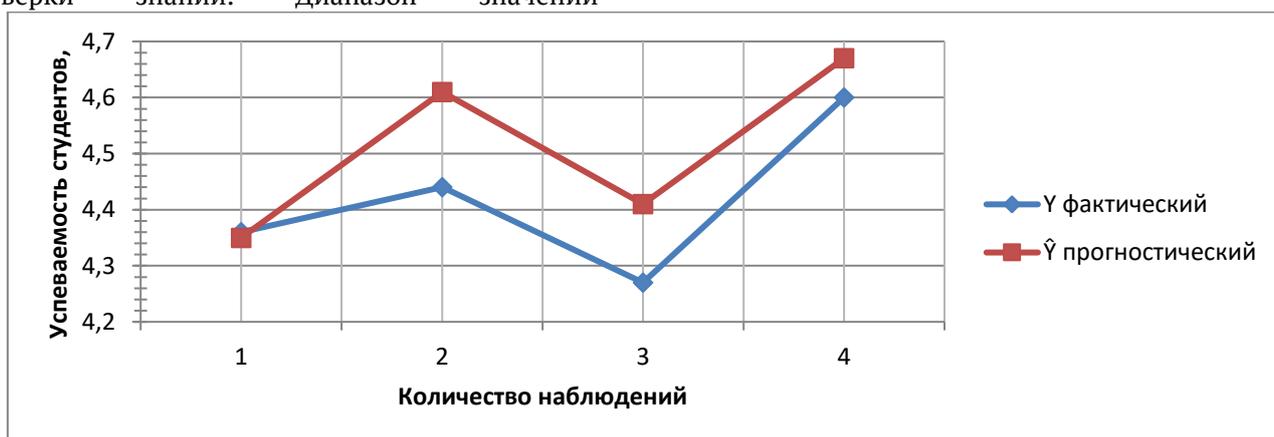


Рис. 2. Прогностический и фактический средний уровень успеваемости

Прогностические значения успеваемости, полученные в результате проведенного эксперимента (ПФЭ<sup>2</sup> – 4 опыта и 4 коэффициента), ненамного отличаются от фактических показателей средней успеваемости. Максимальная погрешность вычислений составляет всего 3,2%, что говорит о целесообразности проведенных исследований.

Построен двухуровневый план полного двухфакторного эксперимента для исследования уровня успеваемости за семестр по трем дисциплинам в зависимости от таких характеристик учебного процесса, как посещение занятий учащимися и количество проводимых преподавателем опросов их знаний.

Для анализируемого процесса разработано уравнение регрессии первого порядка. Обоснована адекватность уравнения.

На основе полученных данных и аналитических зависимостей составлена математическая модель, описывающая процесс прогнозирования влияния посещаемости занятий студентами и количество проверок их знаний на уровень успеваемости. Исследуемый процесс наглядно интерпретируют графические зависимости.

По итогу проведенного исследования и анализа зависимости уровня успеваемости от посещаемости и количества опросов можно сделать следующий вывод: на успеваемость студентов существенное влияние оказывает частота проверок их знаний. Поэтому необходимо постоянно или как можно чаще осуществлять контроль знаний обучаемых, ведь от этого не в малой степени зависит и повышение

эффективности самого учебного процесса [5, с. 225].

Использование статистических методов анализа совместно с методами планирования эксперимента позволяет построить наиболее содержательную модель процессов исследований в образовательной деятельности, позволяет определить степень влияния тех или иных заданных факторов на результат с помощью коэффициентов уравнений регрессии [1, с. 146]. А целью исследований как раз и является выявление факторов, максимально повышающих качество знаний студентов.

Математические модели двухфакторного процесса с независимыми оценками эффекта влияния фактора на величину критерия оптимальности привлекают своей простотой и применяются достаточно часто [3, с. 70].

#### Литература

1. Безусова Т.А. Использование методов математической статистики в педагогическом исследовании. / Т.А. Безусова // Гуманизация образования, 2018. № 6. С. 143-149.
2. Венгерова Н.Н., Кудашова Л.Т. Балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов высшей школы // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения, 2017. Т.12. № 1. С. 359-363.
3. Грачев Ю.П., Плаксин Ю.М. Математические методы планирования эксперимента. М.: ДеЛи принт, 2005. 296 с.
4. Дроздов И.Н. Пути повышения эффективности подготовки к профессиональной деятельности студентов с различным уровнем успеваемости. // Новая наука: Проблемы и перспективы, 2015. № 1 (1). С. 21-24.
5. Портнова А.Г. Использование математических методов для мониторинга качества успеваемости студентов / А.Г. Портнова, С.Л. Лесникова, Н.А. Русакова // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки, 2020. Т. 4. № 3 (15). С. 218-226.
6. Хартман К. и др. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. М.: «Мир», 1977. 552 с.

#### CHEVYCHELOV Yuri Akimovich

Professor of the Chair of Information Technology, dr. tech. sciences, Professor, Voronezh State Forestry University named after G. F. Morozov, Russia, Voronezh

#### SHEVYREVA Ekaterina Viktorovna

Graduate student of the Chair of Information Technology, Voronezh State Forestry University named after G. F. Morozov, Russia, Voronezh

#### DANSHIN Fyodor Alexandrovich

Deputy Head of the department, Military Educational Scientific Center Air Force «Air Force academy name of Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin», Russia, Voronezh

#### KUKARSKIKH Lyubov Alekseevna

Senior researcher, cand. phys.-mat. sciences, Military Educational Scientific Center Air Force «Air Force academy name of Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin», Russia, Voronezh

### A MATHEMATICAL MODEL FOR PREDICTING ACADEMIC PERFORMANCE

**Abstract.** *The dependence of academic performance on attendance and the frequency of checking the knowledge of students is investigated. The planning of a two-factor experiment was carried out. Based on the results of the implementation of the plan, a regression equation of the first order was obtained. Dependency graphs have been compiled.*

**Keywords:** *factors, grade, experiment, equation, regression.*

# ФИЗИКА

ЗАХВАТКИН Александр Юрьевич

Россия, г. Балашиха

## О ПРИРОДЕ ЗВЁЗДНЫХ ЗАТМЕНИЙ

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы интерпретации наблюдений феномена звёздных затмений с точки зрения классической волновой теории света.

**Ключевые слова:** звёздное затмение, гравитационное линзирование, рефракция, полиномы Цернике.

Солнечное затмение широко известный астрономический феномен, с которым человечество сталкивается на протяжении всего времени своего существования с периодичностью от 19 до 54 лет по циклам сароса (драконическим периодам), но вот звездное затмение явление довольно редкое (на сегодня достаточно надёжно идентифицировано всего около 100 объектов), которое интерпретируется как релятивистский феномен, предсказанный Эйнштейном, в результате оно получило название «гравитационное линзирование».

В 1801 году немецкий астроном И. Г. фон Зольдерн, представляя луч света как поток частиц (фотонов), которые подчиняются закону всемирного тяготения, впервые предложил формулу для определения угла смещения луча света в гравитационном поле Солнца и получил его значение:  $0,84''$ . При этом Зольдерн выразил сомнение в полученном результате, опираясь на наблюдения за Венерой:

*«Комбинируя несколько тел, которые световой луч может встретить на своем пути, результаты были бы немного больше; но, конечно, всегда незаметны для наших наблюдений.»*

*Итак, решено: по крайней мере, при нынешнем состоянии практической астрономии нет необходимости обращать внимание на возмущение световых лучей притягивающимися мировыми телами» [2, с. 161-172].*

В 1873 г. Максвелл в процессе исследования природы электромагнитного излучения приходит к выводу о том, что свет может оказывать давление на препятствие его движению. До Максвелла на давление света указывали Кеплер, Эйлер, Мэран, Дюфе, Френель, Цельнер. Так, например, Л. Эйлер в 1748 г.

отчетливо указал на необходимость существования светового давления и в том случае, если свет имеет волновую природу.

В 1874 году Н. А. Умов впервые сформулировал общие представления о потоке механической энергии в пространстве для упругих сред и вязких жидкостей.

В 1884 г. британский физик Д. Г. Пойнтинг основываясь на выводах Максвелла и Умова сформулировал представления о плотности потока электромагнитной энергии.

В 1895 г. П. Н. Лебедев, основываясь на выводах Максвелла и Пойнтинга приступает к практическим исследованиям, в которых предпринимает попытку экспериментального доказательства реальности предположений Зольдерна, Максвелла и Пойнтинга о возможности света производить давление на препятствие его движению. При этом он отмечал:

*«Maxwell показал, что световой или тепловой луч, падая на поглощающее тело, производит на него механическое давление в направлении падения; величину этой давящей силы  $P$  можно выразить в формуле:*

$$P = \frac{E}{v^2} \quad (1)$$

где  $E$  – энергия, которая падает в единицу времени на поглощающее тело, а  $v$  – скорость луча в той среде, в которой находится тело.

Независимо от Maxwell'a пришли к подобному же результату Bartoli (1885) и Boltzman (1884), рассматривая случай отражения света от зеркала; Bartoli нашёл, что при нормальном падении производимое лучом на зеркало давление вдвое больше, чем то, которое тот же луч производил бы на поглощающее по Maxwell'у» [3, с. 1] /1/.

В августе 1900 г. на Всемирном конгрессе физиков в Париже Лебедев сделал свой первый

доклад о результатах экспериментального подтверждения давления света на тела.

В 1872 г. идею взаимосвязи энергии атомов и молекул с их массой высказал австрийский физик Генрих Шрамм, записав её в виде следующей формулы [4, с. 71]:

$$E = mv^2, \quad (2)$$

Где:

$m$  – масса атома или молекулы;

$v$  – скорость их теплового движения.

В 1905 г. А. Эйнштейн применил эту формулу к движению электромагнитного излучения, основываясь на выводах Лебедева, для условия отсутствия эфира, получив широко известную на сегодня формулу взаимосвязи массы и энергии, из которой однозначно выходило, что свет обладает массой. Это стало основанием для того, чтобы согласиться с выводами Зольдерна об отклонении светового луча в поле тяготения Солнца.

Учитывая гравитационный потенциал Солнца, Эйнштейн, опираясь на «собственную» формулу рассчитал угол, на который отклонится световой луч от далекого источника, пройдя вблизи поверхности Солнца, и получил результат  $\text{tg}\alpha = 4 \cdot 10^{-6}$  ( $\alpha = 0,83''$ ) [5, с. 173].

В 1919 г. Академия наук Великобритании для проверки предположения Эйнштейна о возможности отклонения света в гравитационном поле Солнца организовала две астрономические экспедиции: одна была направлена в Собрал, расположенный в Бразилии, другая – на остров Принсипи у побережья Африки. В первой группе были астрономы из Гринвичской обсерватории Фрэнк Уотсон Дайсон, Эндрю Кроммелин и Чарльз Дэвидсон, во вторую входили их коллеги из Кембриджской обсерватории Артур Эддингтон и Эдвин Коттингем.

Целью этих экспедиций было воспользоваться защитным эффектом Луны во время полного солнечного затмения и использовать астрометрию для измерения положения звезд на небе вокруг Солнца во время затмения. Эти звезды, обычно не видимые днем из-за яркости Солнца, стали бы видны в момент, когда Луна закроет солнечный диск. Разница в наблюдаемом положении звезд во время затмения по сравнению с их нормальным положением (измеренным несколькими месяцами ранее ночью, когда Солнца нет в поле зрения) указывала бы на то, что свет от этих звезд искривлялся, проходя близко к Солнцу.

Фрэнк Уотсон Дайсон, планируя экспедицию в 1916 году, выбрал затмение 29 мая 1919

года, потому что оно должно было произойти, когда Солнце будет находиться перед яркой группой звезд, называемых Гиадами. Яркость этих звезд облегчила бы измерение любых изменений их положения.

Измеренные в Собрале и в Принсипи величины искривления лучей составили  $1,98''$  и  $1,61''$  соответственно. Полученные результаты явно указывали на то, что свет искривляется вблизи Солнца, о чём Эддингтон объявил 6 ноября. С другой стороны, общая теория относительности предсказывала, в частности, гравитационное красное смещение, которого у Солнца на тот момент не обнаруживалось, что оставляло некоторые сомнения о соответствии полученных результатов измерения исходному теоретическому предположению о релятивизме наблюдаемого эффекта. Тем не менее именно наблюдение этого затмения считается веским подтверждением Общей теории относительности, а газета The Times назвала это «революцией в науке» и «наиболее значимым научным достижением с момента открытия Нептуна».

Фактически результат по приведённой Эйнштейном в статье «О влиянии силы тяжести на распространение света» формуле даёт значение  $\text{tg}\alpha = 4,235 \cdot 10^{-6}$ , что в пересчёте на угол даёт значение  $0,8735''$ . Эйнштейн, округлив тангенс до значения  $4 \cdot 10^{-6}$  приходит к значению угла равным  $0,825''$ , округляя его до значения  $0,83''$ .

Позже, в ходе многочисленных обсуждений открытого феномена, из неизвестного источника появляется цифра  $1,75''$ .

Внимательный анализ этой статьи позволяет предположить, что она написана не Эйнштейном, а списана им с ошибками с какого-то неизвестного источника. Так, например, вместо  $\text{tg}\alpha$  он пишет  $\alpha$ , а затем и вовсе записывает равенство  $\text{tg}\alpha = \alpha$ . Надо понимать, что для него не существовало разницы между понятием угла и его тангенсом.

Фраза: «испытывает отклонение в сторону убывания гравитационного потенциала, т. е. в сторону небесного тела», вызывает ещё большие сомнения в его авторстве. На рис. 3 в этой статье показано, как уменьшается расстояние гравитационного взаимодействия до точки касания луча с гравитационной массой. Поскольку с уменьшением расстояния гравитационный потенциал только растёт, что, собственно, и предполагает притяжение луча к массивному телу, то фраза «убывания гравитационного потенциала» воспринимается как не к

месту использованная. Уменьшение гравитационного потенциала с уменьшением расстояния наблюдается только внутри тела, за счёт интегрального уменьшения массы гравитационного центра, но луч света туда уже не попадает. Поэтому вопрос: кто автор формулы, которую использовал Эйнштейн, в этой статье, становится уже не праздным любопытством.

Если бы Эйнштейн понимал, что он переписывает, то предложенную ему формулу он переписал бы в следующем виде:

$$\operatorname{tg}\alpha = k(u^2/c^2), \quad (3)$$

Где:

$c$  – тангенциальная скорость света;

$u$  – центростремительная скорость в гравитационном поле;

$k$  – корректирующий коэффициент, чтобы в случае необходимости подогнать расчёт под результаты наблюдения.

$u^2 = \gamma(M/R)$  – гравитационный потенциал в Солнечной системе;

$\gamma$  – гравитационная постоянная ( $6,6743 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$ );

$M$  – масса гравитационного центра ( $3,977 \cdot 10^{30} \text{ кг}$ );

$R$  – радиус гравитационного центра ( $6,957 \cdot 10^8 \text{ м}$ ).

Для Солнца  $u^2 = 3,8154 \cdot 10^{11} \text{ (м/с)}^2$

$c^2 = 8,9876 \cdot 10^{16} \text{ (м/с)}^2$

$\operatorname{tg}\alpha = k(4,2452 \cdot 10^{-6})$

при  $k = 1, \alpha = 0,8756^\circ$ ;

при  $k = 2, \alpha = 1,7513^\circ$ ;

при  $k = 4, \alpha = 3,5025^\circ$ ; и т. д.

При всей видимой логичности этого решения, с точки зрения физической реальности оно абсурдно, так как для вычисления вектора отклонения в гравитационном поле необходимо использовать не квадраты скоростей, а обычную векторную геометрию:  $\operatorname{tg}\alpha = u/c$ , где  $u$  и  $c$  катеты прямоугольного треугольника.

$u = 436771,87 \text{ м/с}$

$c = 2,99793 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

$\operatorname{tg}\alpha = 0,0014569$

$\alpha = 300,51^\circ = 5,0^\circ$ .

Как видим, фактическое отклонение луча должно было быть в 172 раза больше наблюдаемого. Это уже невозможно объяснить ошибкой наблюдения. Это уже результат следствия незнания теории движения тела по криволинейной траектории.

Вне гравитационного влияния фотон движется прямолинейно со скоростью света, попадая в гравитационное поле космического тела его исходная траектория представляет собой касательную к гравитационному объекту. В это время на тело начинают действовать кроме

тангенциальной силы, которая обеспечивает прямолинейное движение фотона, центростремительная сила притяжения к центру гравитации и центробежная сила, направленная в противоположную сторону. Для того чтобы фотон изменил свою траекторию в сторону гравитационного центра центростремительная скорость должна быть больше скорости центробежной.

Центробежная скорость фотона в гравитационном поле равна  $c\sqrt{2}$  [1].

Центростремительная скорость для Солнца  $0,0014569c$ . Для того чтобы фотон мог отклониться в сторону гравитационного центра квадратный корень из его гравитационного потенциала равный центростремительной скорости должен быть более  $c\sqrt{2}$ . При этом вычислять гравитационный потенциал для галактических масштабов надо по другой формуле, а не той, что используется для Солнечной системы.

То, что во время эксперимента 1919 г. было получено значение отклонения звездного излучения на уровне  $1,8^\circ$  указывает на рефракцию оптических лучей в атмосфере Солнца, аналогично тому, как это происходит в атмосфере Земли.

Таким образом, анализ статьи Эйнштейна «О влиянии силы тяжести на распространение света», указывает на то, что ни её подлинный автор, и уж тем более её переписчик Эйнштейн, не имели ни малейшего представления о криволинейном движении фотонов в гравитационном поле Солнца, как собственно и все последующие интерпретаторы этого «открытия».

В связи с этим, прежде чем интерпретировать факты звёздных затмений с точки зрения гравитационного линзирования, необходимо более внимательно рассмотреть теорию солнечного затмения, и прежде всего его кольцевую форму. На рисунке 1 представлена фотография кольцевого затмения Солнца, произошедшего 26 декабря 2019 г.

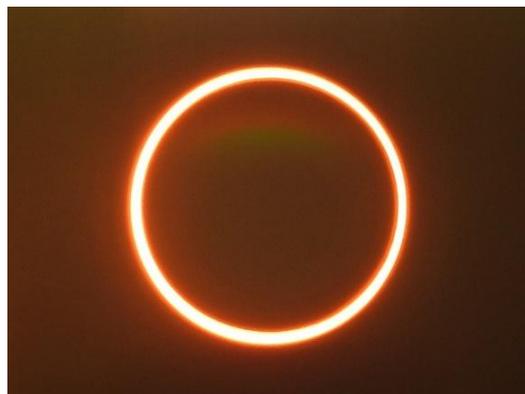


Рис. 1. Кольцевое солнечное затмение 26 декабря 2019 г.

Особенность кольцевого солнечного затмения заключается в том, что наблюдатель находится за фокусом затменной тени, как это показано на рисунке 2.

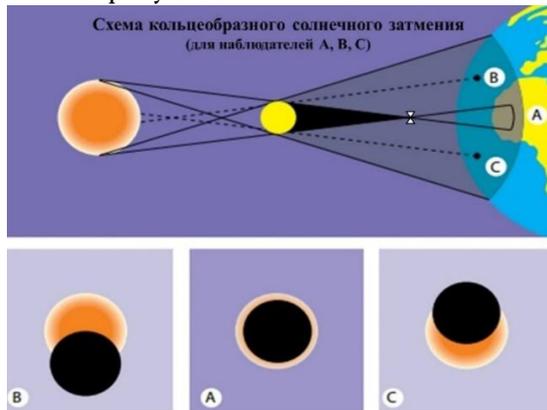


Рис. 2. Схема кольцевого солнечного затмения

В соответствии с представленной на рисунке 2 схемой можно с высокой степенью вероятности предположить, что все звёздные затмения происходят по такой же схеме. Учитывая, что создать условия, при которых центростремительная скорость превышала бы  $c\sqrt{2}$  в условиях галактической гравитации мало вероятно /5/, то вероятней всего в изображениях звёздных затмений мы видим именно кольцевые оптические затмения, которые описываются классической волновой теорией света предложенной в 1934 г. голландским физиком Фрицем Цернике для объяснения дефектов оптических объективов. Он предложил метод расчёта расфокусировки оптических объективов методом полиномов, учитывающих, в том числе и их астигматизм. На рисунке 3 представлены результаты расчёта полиномов Цернике.

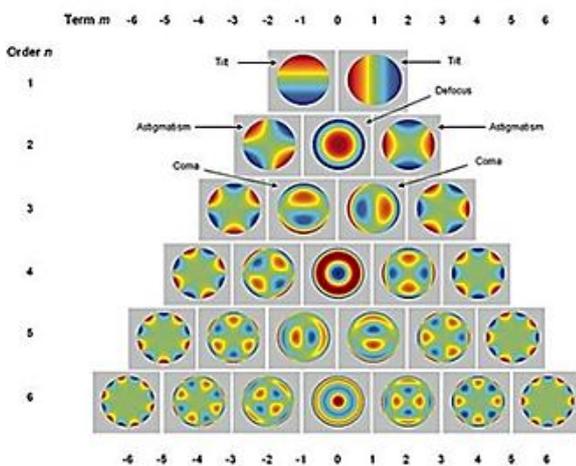


Рис. 3. Полиномы Цернике

Полиномы Цернике объясняют все наблюдаемые эффекты звёздных затмений.

Впервые сообщение о звёздном затмении появилось в октябре 1979 г /2/. На изображении (рис. 4) наблюдались две галактики с очень близкими спектральными срезами, что позволило их идентифицировать, как миражи затменной галактики. Основная проблема идентификации заключалась в задержке изображений между миражами. Так 30 лет наблюдений показали, что изображение квазара А достигает наблюдателя примерно на  $417 \pm 3$  дней раньше, чем соответствующее изображение В.

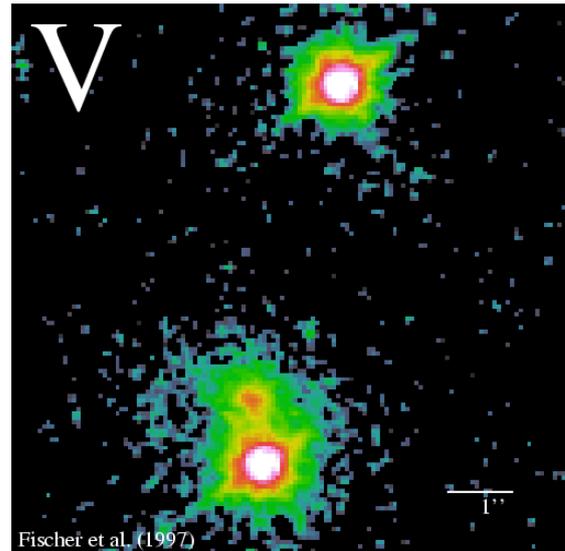


Рис. 4. QSO 0957+561 A,B

Другая проблема этого объекта заключалась в большом расстоянии между миражами –  $5,8''$  ( $6,28''$ ).

Наблюдение этих двух миражей соответствует полиному Цернике  $Z_4^{+2}$ , следовательно, диаметр затмевающего объекта соответствует углу наблюдения  $5,8''$ . Если предположить, что эти миражи наблюдаются на уровне видимого между ними объекта с красным смещением  $z = 0,36$  (11,4 млрд св. лет), то диаметр наблюдаемого затемнения, возможно, около 300 тыс. св. лет.

Поскольку объект, который затмевает расположенную за ним Галактику, должен быть в этом случае непроницаем для света, и соответственно не имеющий собственного излучения, то вероятней всего это может быть нейтронная звезда на этапе до формирования электронов, которые и запускают процесс фотонобразования, поэтому на этом этапе нейтронная звезда не испускает собственного света.

Нейтронные звёзды, это очень плотные и небольшие объекты диаметром не превышающими, как правило, 10000 км, и то, что тень от этого объекта приобрела размер около 300 тыс.

св. лет, указывает на то, что расстояние между теневым фокусом и наблюдаемой проекцией очень значительно, и должно быть не менее 11,4 млрд св. лет. В то же время миражи показывают уровень красного смещения затменной Галактики  $z = 1,41$  (82,8 млрд св. лет), следовательно, в интервале между 82,8 и 11,4 млрд св. лет должна находиться затмевающая нейтронная звезда со средним углом проекции около  $1,72''$ , тогда, вероятно, диаметр затменной Галактики должен составлять около 300 тыс. св. лет. Смещение нейтронной звезды ближе к затменной Галактике может существенно снизить её диаметр до размера нашей Галактики или даже меньшей.

Если бы наблюдаемый за этим затмением телескоп не обладал астигматизмом  $Z4^{+2}$ , то оно наблюдалось бы в виде кольца, как при кольцевом солнечном затмении.

Причина пульсации изображений миражей этого объекта, очевидно, связана с собственным вращением затменной Галактики, полный оборот которой происходит за 834 дня. При таких огромных размерах она очень быстро вращается, и это предмет отдельного исследования, так как при радиусе в 75000 св. лет, наблюдаемые края затменной Галактики должны двигаться со скоростью около 200000с, что представляется, мягко говоря, не реально, и может указывать на иную природу пульсации этого объекта, например, на вращение гало нейтронной звезды, через которое проходит свет затменной Галактики (хотя и это предположение ставит больше вопросов, чем даёт ответов).

Изображение Галактики внутри теневого круга между изображениями миражей непосредственно с процессом затмения не связано. Оно оказалось там случайно, как посторонний предмет на линии наблюдения. Собственно, затмевающий объект наблюдать невозможно, так как он не испускает собственный свет, также, как и Луна при солнечном затмении.

В 1985 году появляется информация о другом кандидате на гравитационную линзу, которая в последствии получила название «Крест Эйнштейна» (рис. 5).

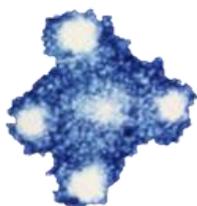


Рис. 5. «Крест Эйнштейна»

Впервые этот объект увидел Джон Хучрой в 1985 году, хотя в то время исследователи обнаружили только наличие квазара позади наблюдаемой в центре Галактики на основе различных красных смещений и не выделили четыре его отдельных изображения /3/.

13 сентября 1990 г. камера для фиксации излучения слабых объектов Европейского космического агентства на борту космического телескопа Хаббл НАСА предоставила астрономам самое подробное изображение объекта G2237+0305, которое, когда-либо делали, получившей, в связи с этим название «крест Эйнштейна». Этот объект долгое время оставался единственным примером «креста Эйнштейна», и естественно, началось научное объяснение этого необычного явления, так как все четыре изображения вокруг центральной Галактики показали тождественные спектры, что могло означать только одно: это четыре разных изображения одного объекта, который находится позади наблюдаемой Галактики практически в центре «креста». При этом ни у кого не возникло сомнения, что это изображение сформировано гравитационной линзой /4/.

Изображение G2237+0305 обнаруживает следующие наблюдаемые характеристики:

Расстояние между изображениями миражей:

- по горизонтали –  $1,7''$ ;
- по вертикали –  $1,8''$ .

Красное смещение:

- затмевающего объекта:  $z = 0,0394$  (88,4 млн св. лет);
- затменного объекта:  $z = 1,695$  (99,2 млрд св. лет).

Средний диаметр миража 778 св. лет.

Астигматизм объектива телескопа  $Z6^{+4}$ , что дало не два, а четыре изображения миража по таблице полиномов Цернике. При отсутствии астигматизма объектива затмение наблюдалось бы в виде кольца.

В отличие от предыдущего случая, проекция миражей существенно меньше, очевидно, за счёт более близкой плоскости проекции (88,4 млн св. лет вместо 11,4 млрд св. лет). Это указывает на то, что затмевающая нейтронная звезда, формирующая теневой диск находится значительно ближе к плоскости наблюдения, чем в предыдущем случае, но поскольку затменный объект находится в этом случае значительно дальше, за счёт этого он, вероятно, имеет диаметр около 144 тыс. св. лет, что вполне сопоставимо с нашей Галактикой.

Итак, подводя итог проведенного исследования, следует отметить, что все звездные затмения связаны со случаем, когда между излучающим объектом и наблюдателем оказывается нейтронная звезда (или черная дыра), которая выполняет роль оптически непроницаемого экрана, как это происходит во время солнечного затмения Луной. Поскольку затменный объект значительно больше объекта его затмевающего, а наблюдатель при этом находится далеко за фокусом тени затемнения, то все звездные затмения должны наблюдаться только в виде кольца, но из-за оптических дефектов объективов наблюдаемое изображение может соответствовать одному из полинома Цернике.

Между наблюдателем и затмевающим объектом (нейтронная звезда или черная дыра) может ничего не находиться, и тогда поле затмения не будет иметь каких-либо дополнительных изображений. То, что в этом поле наблюдаются посторонние объекты к собственно затмению, отношение не имеет, но по уровню красного смещения этого постороннего объекта, очевидно, можно ориентировочно определить расстояние до проектной плоскости изображения миражей, что позволяет уточнить некоторые характеристики самого затмения.

Попытка заменить классическую волновую теорию света гравитационным линзированием основана на банальном незнании законов криволинейного движения тел, где определяющим фактором являются две скорости: центростремительная и центробежная.

Центростремительная скорость является корнем квадратным из гравитационного потенциала, который зависит только от гравитационной постоянной, гравитационной массы объекта притяжения и его радиуса.

Центробежная скорость равна произведению тангенциальной (линейной) скорости сателлита (фотона), умноженной на корень квадратный из двух.

Смещение сателлита (фотона) под воздействием гравитационного притяжения возможно лишь в одном единственном случае, когда центростремительная скорость больше скорости центробежной, что для фотона определяется неравенством:  $u > c\sqrt{2}$ .

При вычислении гравитационного потенциала (квадрат центростремительной скорости) следует учитывать иной закон

гравитационного взаимодействия в галактических масштабах, и соответственно иное значение гравитационной постоянной. Так как, в настоящее время, этот вопрос совершенно не изучен, то рассчитать гравитационный потенциал в окрестностях нейтронной звезды или черной дыры не представляется возможным. Поэтому целесообразно в научном обороте заменить термин «гравитационное линзирование», как не имеющее в настоящее время каких-либо наблюдательных подтверждений, на термин, отражающий объективную реальность – «звёздное затмение», и изучать его в рамках классической волновой теории света.

### Примечания

/1/ Надо отметить, что сегодня, приведенная Лебедевым формула вызывает, по меньшей мере, удивление, так как деление энергии на скорость даёт значение количества движения ( $mu$ ), а не силы в интерпретации Второго закона Ньютона ( $ma$ ). Это разночтение объясняется тем, что в то время символом  $E$  обозначали интенсивность излучения, которая вычислялась как отношение мощности излучения (энергия излучения в единицу времени) к площади покрытия этим излучением. Поэтому приведённая Лебедевым формула сегодня преобразуется к виду:

$$P = \Phi / uS,$$

Где:

$\Phi$  – мощность светового излучения;

$S = 4\pi R^2$  – площадь внутренней поверхности сферы распространения излучения на расстоянии  $R$  от источника;

$u$  – скорость распространения света в рассматриваемой среде;

$\Phi/u = F$  – сила, оказывающая давление на препятствие движению света.

/2/ *Астрофизический журнал*, Том 233, стр. L43-L46 (Октябрь 1979):

*«Представлены спектроскопические наблюдения двойной QSOs 0957+561 A, B, полученные с помощью многозеркального телескопа. Спектральное сходство двух объектов, о котором сообщили Уоли, Карсвелл и Вейманн (1979), подтверждено и усилено. В частности, обнаружено, что красные смещения линии поглощения отличаются на  $7 \pm 15$  км/с.*

*Рассматриваются гипотезы, традиционно используемые для объяснения происхождения систем линий поглощения QSO, и возникают*

трудности с объяснением такого близкого совпадения красных смещений. Обсуждается возможность того, что гравитационная линза ответственна за формирование двух изображений одного QSO».

Авторы сообщения:

- Вейманн, Р. Дж. (Обсерватория Стюарда, Тусон, Аризона);
- Чаффи, Ф. Х.-младший (Смитсоновская астрофизическая обсерватория, Кембридж, Массачусетс);
- Дэвис, М. (Гарвард-Смитсоновский центр астрофизики, Кембридж, Массачусетс);
- Карлтон (Манчестер, Университет Виктории);
- Уолш, Д., Карсвелл, Р. Ф. (Кембриджский университет, Англия).

/3/ *Астрономический журнал*, Том 90, стр. 691-696 (май 1985):

*«Авторы обнаружили новую систему гравитационных линз, которая состоит из квазара с  $z = 1,695$ , расположенного почти в центре спиральной галактики 2237+0305 с 15 магнитными звездами, с  $z = 0,0394$ . При разрешении 2 арксекунды видно только одно оптическое изображение квазара; его центроид расположен примерно в 0,3 арксекундах от центра галактики. Наблюдения «моментального снимка» в VLA не дали обнаруживаемого радиоизлучения, что устанавливает верхний предел суммарной плотности потока галактики и квазара примерно в 0,5 МДж/год при  $\lambda = 6$  см. Авторы обсуждают простую модель гравитационной линзы, которая учитывает эти наблюдения».*

В литературе он иногда упоминается как объект (звезда, крест) Хучроя.

/4/ Хотя, если внимательно присмотреться, предложенная интерпретация вызывает обостренное сомнение, так как искаженные гравитационным полем проекции затменного объекта выглядят четче, чем объект, его затмевающий в прямой видимости. Трудно заподозрить гравитационное поле в способности фокусировки фантомных изображений с правильной геометрической анизотропией их проекций.

/5/ Это можно видеть на примере Солнца, гравитационный потенциал которого определяется из выражения:

$$u^2 = \gamma(M/R)$$

Откуда масса Солнца для условий гравитационного линзирования должна быть:

$$M_{\text{гл}} = 2c^2R/\gamma = M_{\text{с}}(c/u)^2 = 235561M_{\text{с}}$$

Теоретически, этому условию могут отвечать нейтронные звезды и черные дыры, поэтому вопрос: наблюдаем мы именно эффект гравитационного линзирования, или обычный волновой процесс звёздного затмения, в принципе остаётся открытым, до тех пор, пока мы не научимся определять гравитационную постоянную для галактических масштабов, где гравитационный потенциал определяется из выражения:

$$u^2 = GM$$

G – галактическая гравитационная постоянная;

M – масса галактического гравитационного центра.

При обсуждении феномена гравитационного линзирования важно учитывать неприменимость законов линейной оптики в гравитационном поле, так как луч света в этом случае движется по параболическим траекториям вдали от гравитационного центра, и по круговой и спиральной траектории при превышении гравитационного потенциала значения  $2c^2$ .

Поэтому представляется маловероятным наблюдение оптического эффекта звездного затмения под влиянием гравитационных факторов, так как в этом случае луч света всегда нелинейно отклоняется от оптической оси и вряд ли сможет образовывать наблюдаемый оптический эффект в виде кольцевой проекции.

### Литература

1. Захваткин А.Ю. О вычислении массы космических тел // *Актуальные исследования*. 2024. № 25 (207). URL: <https://apni.ru/article/9665-o-vychislenii-massy-kosmicheskikh-tel>.
2. Зольднер И.Г. Об отклонении светового луча от его прямолинейного движения за счет притяжения мирового тела, мимо которого он проходит близко // *Астрономический ежегодник за 1804 год*, С. 161-172.
3. Лебедев П.Н. Давление света. – М.: 7-я типография «Моспечать», 1922. – 97 с.
4. Шармм Генрих. Общее движение материи: как первопричина всех явлений природы. – W. Braumuller, 1872. – 162 с.
5. Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т.1. – М.: Наука, 1965. – 699 с.

**ZAKHVATKIN Alexander Yurievich**

Russia, Balashikha

## **ABOUT THE NATURE OF STELLAR ECLIPSES**

**Abstract.** *The issues of interpretation of observations of the phenomenon of stellar eclipses from the point of view of the classical wave theory of light are considered.*

**Keywords:** *stellar eclipse, gravitational lensing, refraction, Zernike polynomials.*

**РЫСИН Андрей Владимирович**  
радиоинженер, АНО «НТИЦ «Техком», Россия, г. Москва

**НИКИФОРОВ Игорь Кронидович**  
доцент, кандидат технических наук,  
Чувашский государственный университет, Россия, г. Чебоксары

**БОЙКАЧЁВ Владислав Наумович**  
директор, кандидат технических наук,  
АНО «НТИЦ «Техком», Россия, г. Москва

## ПОДГОНКИ ПОД РЕЗУЛЬТАТ В КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ И ФИЗИКЕ. ПАРАДОКС ТУННЕЛЬНОГО ЭФФЕКТА ПРИ ГРАВИТАЦИИ В ЧЁРНЫХ ДЫРАХ. ЧАСТЬ 5

**Аннотация.** Статья является продолжением анализа подгонок под результат, которые используются в квантовой механике и физике при описании физических процессов. Здесь мы рассмотрим парадокс туннельного эффекта путём телепортации частиц из так называемой чёрной дыры. Приведена и выведена логика решения этого парадокса без наличия гравитонов, которые связываются с самим наличием гравитации. Показано, какие допущенные абсурдные решения мешали дальнейшему развитию физики на основе логики.

**Ключевые слова:** СТО и ОТО Эйнштейна, улучшенные уравнения Максвелла, принцип Гюйгенса-Френеля, принцип неопределённости Гейзенберга, система уравнений Дирака, чёрная дыра, гравитационная сила.

Явление гравитации непосредственно связывают с наличием гравитонов, бозонов Хиггса и чёрных дыр. Причём наличие всех

этих трёх явлений считается доказанным и, например, о наличии существования чёрной дыры должен говорить вид по рисунку 1.



Рис. 1. Чёрная дыра

Суть наличия гравитации как бы опирается на ОТО Эйнштейна, где пространственно-временное искривление, порождающее

гравитацию, связано со скоростью движения и с условием, что масса инерционная равна массе

гравитационной. Детально СТО и ОТО Эйнштейна нами было разобрано в [1, с. 3-23].

Чтобы понять, в чём заключён парадокс, немного охарактеризуем гипотезу «чёрных дыр». Суть возникновения её лежит в том, что на основе теории гравитации, по формуле взаимного притяжения, должны существовать такие гравитационные силы, которые полностью исключают возможность выхода света за пределы данного гравитационного тела. Вариант отсутствия выхода света рассчитывается следующим образом на основе равенства потенциальной и кинетической энергии:

$$-GMm/r + mV^2/2 = 0, \quad (1)$$

Отсюда имеем:

$$V^2 = 2GM/r, \quad (2)$$

При  $V=c$  получаем равенство:

$$R = 2GM/c^2, \quad (3)$$

Казалось бы, ошибок нет и всё теоретически правильно. Однако суть парадокса чёрной дыры уже заложена в принципе поглощения без обратного излучения. Это означает основу нарушения принципа термодинамического равновесного излучения, по которому сколько энергии излучилось, столько должно быть поглощено! Ситуацию не спасает и принцип неопределённости Гейзенберга, так как для выдуманного вакуума также должен присутствовать закон сохранения количества. Откуда эта ошибка, если вроде бы на основе пространственно-временного искривления происходит захват и притяжение фотона? Понятно, что при такой концепции гравитационное поле в виде пространственно-временного искривления может захватывать сколько угодно фотонов, при этом естественно будет расти и гравитационное поле, так как энергия фотонов также вычисляется исходя из формулы  $E=mc^2$ . Рост массы неизбежно даёт рост пространственно-временного искривления, а значит и гравитации. Кроме того, принцип безвозвратного захвата противоречит концепции о необходимости взаимного обмена при взаимодействии и приводит к результату полного превращения кинетической энергии только в потенциальную энергию, причём неизвестно за счёт чего. Помимо этого, при рассмотрении чистого гравитационного поля не решена проблема сингулярности. Кроме того, сам принцип взаимодействия электромагнитной волны с гравитационным полем здесь не виден. Для взаимодействия необходим взаимный обмен, а его как раз и нет. Поэтому, представления о чёрной дыре как об абсолютно поглощающем объекте

были изменены Старобинским и Зельдовичем в 1974 году – для вращающихся чёрных дыр, а затем и в общем случае С. Хокингом в 1975 году [2, с. 30-31]. Рассматривая поведение квантовых полей вблизи чёрной дыры, С. Хокинг предсказал, что чёрная дыра обязательно излучает частицы во внешнее пространство и тем самым теряет массу. Этот эффект называется излучением (испарением) Хокинга. Упрощённо говоря, Хокинг считал, что гравитационное поле поляризует вакуум, в результате чего возможно образование не только виртуальных, но и реальных пар частица-античастица. Одна из частиц, оказавшаяся чуть ниже горизонта событий, падает внутрь чёрной дыры, а другая, оказавшаяся чуть выше горизонта, улетает, унося энергию (то есть часть массы) чёрной дыры. Мощность излучения чёрной дыры равна:

$$P_L = \hbar c^6 / (15360\pi G^2 M^2), \quad (4)$$

а потеря массы:

$$dM/dt = -\hbar c^4 / (15360\pi G^2 M^2), \quad (5)$$

Состав излучения зависит от размера чёрной дыры: для больших чёрных дыр это в основном безмассовые фотоны и лёгкие нейтрино, а в спектре лёгких чёрных дыр начинают присутствовать и тяжёлые частицы. Спектр хокинговского излучения для безмассовых полей оказался строго совпадающим с излучением абсолютно чёрного тела, что позволило приписать чёрной дыре температуру:

$$T = \hbar c^3 / (8\pi kGM), \quad (6)$$

где  $\hbar$  – редуцированная постоянная Планка,  $c$  – скорость света,  $k$  – постоянная Больцмана,  $G$  – гравитационная постоянная,  $M$  – масса чёрной дыры. Таким образом, Хокинг связал через обратно-пропорциональную связь температуру (которая отражает кинетическую энергию) и массу покоя (которая отражает потенциальную энергию) как противоположности, так как все остальные члены уравнения (6) являются константами. Это соответствует нашей теории, если учесть, что мироздание ничего не знает о системе измерения СИ и поэтому разница в подходах только в нормировке. Однако это разница и привела к ошибке описания чёрных дыр.

На этой основе была построена термодинамика чёрных дыр, в том числе введено ключевое понятие энтропии чёрной дыры, которая оказалась пропорциональна площади её горизонта событий:

$$S = Akc^3 / (4G\hbar), \quad (7)$$

где  $A$  – площадь горизонта событий. При сравнении (6) и (7), мы видим, что в (7) в качестве противоположностей относительно констант выступают энтропия –  $S$  и значение площади горизонта событий –  $A$ . Иными словами мы имеем одинаковый закон изменения. Понятно, что площадь горизонта событий однозначно связана с пространственно-временным искривлением, а значит и с потенциальной энергией. Это, собственно, и соответствует той нашей мысли, которая была отмечена в [3, с. 6-26], по поводу связи информации и энтропии с одной стороны, кинетической энергией (в виде скорости) и потенциальной энергией (в виде массы), с другой стороны. По сути, Хокинг уже до нас связал энтропию и информацию с кинетической и потенциальной энергией на основе закона взаимодействия противоположностей. При этом он придумал некую площадь горизонта событий. Фактически по идее Хокинга энтропия, связанная с излучением (кинетическая энергия), растёт при увеличении пространственно-временного искривления (потенциальной энергии). Это расходится с определением энтропии по второму началу термодинамики при обратимых процессах, где энтропия  $S$  зависит от температуры  $T$  и выделяемого тепла  $Q=kT$  по формуле:  $dS=dQ/T$ . В результате имеем зависимость:  $S=k \ln T$  [3, с. 6-26; 4, с. 332]. Однако, по интерпретации Хокинга, если информацией действия является пространственно-временное искривление (как величина, препятствующая рассыпанию объектов за счёт хаоса по идее Больцмана), то излучение во внешнюю среду от чёрной дыры характеризует энтропию, что препятствует дальнейшему сжатию. Иными словами, энтропия  $S$  и площадь горизонта событий  $A$ , выступают как противоположности, связанные обратной пропорциональной связью. При этом, соответствующей нормировкой эта связь по формуле (7) может быть приведена к единице. В этом случае мы получаем, что в общей системе наблюдения произведение потенциальной и кинетической энергии как обратно-пропорциональных величин равно единице. Различие энтропий по Хокингу и Больцману в том, что в формуле Больцмана энтропия  $S$  имеет зависимость как функция от аргумента температуры  $T$  с учётом экспоненциальной связи.

Скорость испарения чёрной дыры тем больше, чем меньше её размеры. Испарением чёрных дыр звёздных (и тем более галактических) масштабов можно пренебречь, однако

для первичных, и в особенности, для квантовых чёрных дыр процессы испарения становятся центральными. За счёт испарения все чёрные дыры теряют массу, и время их жизни оказывается конечным:

$$t = 5120\pi G^2 M^3 / (\hbar c^4) \quad (8)$$

При этом интенсивность испарения нарастает лавинообразно, и заключительный этап эволюции носит характер взрыва. Например, чёрная дыра массой 1000 тонн испарится за время порядка 84 секунды, выделив энергию, равную взрыву примерно десяти миллионов атомных бомб средней мощности. В то же время, большие чёрные дыры, температура которых ниже температуры реликтового излучения Вселенной (2,7 К), на современном этапе развития Вселенной могут только расти, так как испускаемое ими излучение имеет меньшую энергию, чем поглощаемое. Данный процесс продлится до тех пор, пока фотонный газ реликтового излучения не остынет в результате расширения Вселенной по инфляционной теории [5].

В конце имеем вывод по идее Хокинга, что без квантовой теории гравитации невозможно описать заключительный этап испарения, когда чёрные дыры становятся микроскопическими (квантовыми).

Понятно, что и в данном случае не обошлось без подгонки под результат, хотя проблема с излучением и поглощением при этом решается. *Первый алогизм* – это предположение о поляризации так называемого вакуума. Отсюда следует вопрос: «Каким образом «ноль» (вакуум) может поляризоваться под действием гравитационных сил и как осуществляется это взаимодействие?» Кроме того, поляризацию вакуума уже ввели под действием кулоновских сил при вычислении поправки Швингера [6, с. 352]. Поэтому тут возникает двойственность образования поляризации, что означает парадокс, или надо предположить, что суть сил гравитации связана с электромагнитным воздействием (это мы покажем несколько ниже). *Второй алогизм* – деление в чёрной дыре нейтральной массы покоя на пару заряженных частиц (частица и античастица). *С какой стати нейтральные частицы типа бозона Хиггса, которые по всем законам наличия гравитации должны притягиваться, друг к другу вдруг должны разлетаться и превращаться в противоположные частицы? Для этого необходима кинетическая энергия, а где её взять, если частица имеет только корпускулярные свойства?*

Предположить существование такой энергии по принципу соотношения неопределённостей Гейзенберга? Но это противоречит самой концепции исчезновения и появления такой энергии за короткое время, с соблюдением закона сохранения количества энергии. Кроме того, по соотношению неопределённостей Гейзенберга существует нулевая кинетическая энергия, и куда она тогда исчезает в бозоне Хиггса? *Третий алогизм* связан с предположением, что «Состав излучения зависит от размера чёрной дыры: для больших чёрных дыр это в основном безмассовые фотоны и лёгкие нейтрино, а в спектре лёгких чёрных дыр начинают присутствовать и тяжёлые частицы». Безмассовые фотоны – это видимо виртуальные фотоны, но они не обладают энергией, так как массы нет. *А откуда, что тогда будет испаряться в чёрной дыре?* Понятно, что если чёрная дыра излучает обычные фотоны, то говорить об эффекте удержания чёрной дырой фотонов просто невозможно, тем более, когда предполагается, что «Спектр хокинговского излучения для безмассовых полей оказался строго совпадающим с излучением абсолютно чёрного тела». Иными словами, как и для любого объекта мироздания здесь есть присутствие полного излучаемого спектра частот. Ну а если нет разницы, то, что тогда ищем? При этом надо понимать и знать причину образования не только фотонов, но и нейтрино и антинейтрино. Об этом также в [2, с. 30-31] не упоминается.

Теперь последовательно разберём основу ошибок. Физики, когда предполагали невозможность выхода света за пределы гравитационного поля, не поняли, что на самом деле решали задачу связи электромагнитных и гравитационных сил (пространственно-временного искривления) по взаимному обмену, как это происходит в позитроне и электроне. При этом напомним, что именно всё мироздание является полностью замкнутой системой и именно поэтому ни один объект, в том числе и фотон, не может выйти за её границы, также и войти. Именно замкнутое движение электромагнитных составляющих исключает распад электрона и позитрона до их аннигиляции, что мы рассмотрели в [7, с. 9-24; 8, с. 40-56; 9, с. 32-58]. Причём, электромагнитными составляющими и обладает свет. Иными словами, чёрная дыра – это аналог взаимодействия позитронов и электронов на этапе перед аннигиляцией, то есть перед взрывом с превращением в фотоны. А ошибка физиков связана с тем, что

произошло отделение понятия массы от пространственно-временного искривления (длина в метрах, время в секундах) за счёт введения новой единицы измерения по системе СИ (масса в килограммах) и так называемой гравитационной постоянной –  $G$ . А мы в [1, с. 3-23] показали, что этого нельзя делать потому, что новая единица измерения не имеет связи с единицами измерения, которыми оперирует мироздание на основе СТО и ОТО Эйнштейна (здесь по нашей теории только количество объектов и их закономерности). Отсюда получается, что помимо замкнутости для электромагнитных составляющих в соответствии с радиусами электрона и позитрона (а это минимально возможные частицы при распаде перед аннигиляцией [10, с. 9-34]) по системе уравнений Дирака с учётом усовершенствованных уравнений Максвелла, есть, как бы, и другой минимальный радиус для других объектов, зависящий от системы измерения. Однако это бы означало двузначность, так как меньше постоянной Планка ничего быть не может, и по нашей теории радиус электрона должен равняться минимальной дискретной величине равной постоянной Планка. В противном случае был бы допустим дальнейший распад электрона (позитрона) на более мелкие составляющие его частицы. Отсюда, есть заблуждения связанные с тем, что радиус протона может быть меньше радиуса электрона (позитрона), и равняется  $0,84184 \times 10^{-15}$  м, в то время как радиус электрона в системе измерения СИ равняется  $2,8179 \times 10^{-13}$  м. Действительно, в атомном ядре протоны теряют свою массу и фактически приближаются к массе позитронов. Для частиц с меньшей массой, чем у протона, вида заряженных пи-мезонов, происходит распад с участием электронных (мюонных) нейтрино (антинейтрино) и частицы типа электрона (позитрона). Понятно, что, учитывая составной характер распадающейся частицы, она не может иметь радиус меньше радиуса электрона. Иное противоречит идее М. В. Ломоносова по которой объект состоит из того, на что он распадается. Так как электрон и позитрон до аннигиляции не имеют распада из-за замкнутости друг на друга, то, чтобы получить необходимую плотность отсутствия выхода света, за пределы так называемой чёрной дыры, необходимо достичь в ней плотности масс позитронов и электронов. Это будет в том случае, когда электрон потеряет всю свою кинетическую энергию, а протон по массе сравняется с массой

позитрона. Но при этом неизбежен взрыв, то есть аннигиляция! И следует заметить, что электрон и позитрон при движении имеют волну Луи де Бройля, а значит непрерывно (в соответствии с формулой Луи де Бройля для массы покоя) и излучают и поглощают, но перед аннигиляцией излучение и поглощение замкнуто на эти два противоположных заряда (рис. 2). Так что наличие чёрной дыры достигается только в момент взрыва.

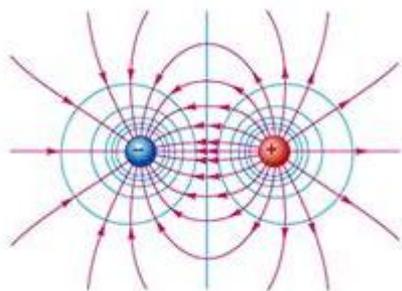


Рис. 2. Взаимодействие между противоположными зарядами

Для дальнейшего раскрытия парадоксов чёрной дыры мы должны рассмотреть интерпретацию силы гравитации в соответствии со вторым законом Ньютона  $F = Ma = Mg$  на основе соответствия пространственно-временному искривлению. Следует отметить, что сила всегда определяется по изменениям в пространстве и времени, другое представление означало бы отделение силы от реальности и даёт чудо. Далее необходимо определить связь между потенциальной и кинетической энергией на основе формулы Эйнштейна  $E = Mc^2$ . Это связано с тем, что потенциальная энергия характеризуется, например, силой гравитации (пространственно-временным искривлением с наличием гравитационной постоянной –  $G$ , которая входит в формулы по определению параметров чёрной дыры), а кинетическая энергия связана со скоростью, что характерно для фотонов. Большинство ответит, что нет никакой связи, и будут не правы. Логика говорит о том, что не бывает силы без энергии, т. е. между ними прямо пропорциональная связь. Чем больше сила, тем больше энергия. Отсюда возникает вопрос: «Если связь прямо пропорциональная, то почему сила зависит от ускорения, а энергия от скорости?» **Выходит, что возможно отдельное существование энергии и силы?**

Действительно, в случае, когда ускорение равно нулю, энергия (кинетическая) на основании постоянной скорости все равно есть! Следовательно, либо формула  $F = Ma$  отражает

только частный случай, либо, действительно, возможно отдельное существование энергии от силы.

Собственно, на этой ошибке физики сделали предположение, что раз магнитная сила всегда направлена перпендикулярно к скорости заряженной частицы, то она работы над частицей не совершает [11, с. 118]. Однако под действием магнитной силы осуществляется изменение направления движения, а это означает, что работа по изменению параметров частицы происходит. Иначе было бы прямолинейное движение без изменений. Иными словами, физики равновесный обмен приняли за условие отсутствие работы над частицей.

Проведем более подробный анализ, учитывая, что ни одна существующая в мироздании физическая величина не может быть выражена вне параметров пространства и времени в силу того, что она тогда будет независима от нашего мироздания, а значит, тогда её невозможно было бы обнаружить. Поэтому представление массы в килограммах в формуле Ньютона говорит о независимости величины массы от параметров пространства и времени. И это парадокс. Для решения парадокса, учитываем, что скорость света – это максимально возможная скорость. Наличие максимальной скорости как константы, это необходимое условие существования противоположностей и законов физики, так как в противном случае при значении максимальной скорости, стремящейся к бесконечности, нельзя было бы получить связь длины и времени через преобразования Лоренца и излучение электромагнитной волны в электродинамике. При постоянной Планка ( $h$ ) стремящейся к нулю, нет границы раздела между противоположностями, а значит, нет и самих противоположностей. Мы будем иметь непрерывную, а значит однородную связь. Ограничение скорости означает, что все изменения, которые определяются уравнениями Максвелла, могут происходить только с максимальной скоростью, и не более. Иное исключает представление мироздания в виде константы и замкнутой величины с неизбежным возникновением чего-то из ничего. Собственно учёные в своих заблуждениях дошли и до того, что придумали тахионы [12, с. 291], которые имеют скорость больше скорости света и это, по их мнению, не противоречит СТО. Но если есть изменения, то они могут быть связаны только с воздействием силы, ибо нет силы, нет и изменений. Сила связана по

формуле Ньютона с ускорением (даёт изменение), а так как иного способа существования силы вне пространства и времени по СТО и ОТО Эйнштейна нет, то, соответственно, должно существовать ускорение даже для случая движения со скоростью света. А иначе уравнения Максвелла будут изначально не применимы к электромагнитным волнам, где есть вторые производные. Нулевым значением это ускорение не может быть, так как это бы означало отсутствие силы, а значит, и изменений по уравнениям Максвелла. Значение ускорения, которое привело бы к превышению над скоростью света, также означает парадокс, т. е., с одной стороны, наличие силы при скорости света должно приводить к превышению скорости света, а с другой стороны, – без силы не бывает изменений, дающих движение электромагнитной волны со скоростью света, а также отсутствует энергия.

Здесь явное противоречие с классическими представлениями о движении объектов с постоянной скоростью, что соответствует состоянию покоя без воздействия силы (первый закон Ньютона). Собственно первый закон Ньютона противоречит и формуле Луи де Бройля, когда объект в состоянии покоя должен иметь волну Луи де Бройля с частотой  $f_0 = m_0 c^2 / h$ . То есть по нашей теории объект даже в состоянии покоя должен излучать и поглощать, в противном случае он не имеет взаимодействия и его никак нельзя обнаружить. А это означает, что есть изменения, которые связаны с наличием сил. Одновременно, электромагнитная волна (как объект) движется с постоянной скоростью света, а это означает, что сил, воздействующих на этот объект, как бы нет, и по формуле  $F = Ma$  ускорение тогда равно нулю. Но при этом электромагнитная волна не может вообще существовать без изменений, связанных с силой и это отражено во взаимном преобразовании электрических составляющих в магнитные составляющие, и наоборот. Изменения – это и есть результат силового воздействия, а сила без ускорения существовать не может! Если все же учесть СТО и ОТО Эйнштейна (а это учитывается в нашей теории на основе констант электрической и магнитной проницаемости), то любая сила связана с ускорением и пространственно-временным искривлением, т. е. двойным дифференцированием по пространству и времени, и отсутствие ускорения означало бы отсутствие пространственно-временного искривления, а значит, и энергии в виде массы.

Так как любой объект мироздания – это корпускулярно-волновой объект, то собственно волновой характер по синусу и косинусу уже подразумевает существование ускорения и силы.

Действительно, ни одну силу нельзя описать вне изменений в пространстве и времени, а это обязательно выразится через ускорение. Отсюда и известный второй постулат Эйнштейна, при котором масса инерционная равна массе гравитационной. Это получается тогда, когда любой определенной скорости объекта соответствует свое значение пространства и времени, что в свою очередь означает внесение неоднородности и искривления пространства и времени, и неизбежно приводит к появлению ускорения. Таким образом, парадокс заключается в том, что при классическом подходе при использовании обычных уравнений Максвелла (а в системе измерения СГС константы электрической ( $\epsilon_0$ ) и магнитной ( $\mu_0$ ) проницаемости отсутствуют), принцип присутствия сил при движении объекта с постоянной скоростью нельзя применить к электромагнитной волне как объекту. Но это противоречит уравнениям образования этой электромагнитной волны, где переменное электрическое поле «наводит» переменное магнитное поле. Однако электромагнитная волна – это такой же корпускулярно-волновой объект, как и все другие объекты, которые существуют в нашем мироздании. В противном случае принцип Гюйгенса-Френеля не существовал бы в виде закона противодействия от среды распространения. Поэтому здесь исключений из правил быть не может, тем более что электромагнитная волна взаимодействует с другими объектами через передачу им кинетической энергии. Если бы электромагнитная волна имела бы иную структуру, чем обычные объекты, то она бы не смогла взаимодействовать из-за полной независимости.

Следовательно, речь может идти о том, что классические представления о телах, которые движутся с постоянной скоростью, без воздействия сил, являются лишь удобными приближениями, учитывающими только корпускулярные свойства объекта в виде константы. К такому же выводу можно прийти, если исходить из абсолютизации линейности пространства и времени. Как было отмечено выше, обычная формула связи длины и времени  $x = ct$  не имеет второго дифференциала. Это объясняется представлением пространства и времени как

бесконечных линейных величин, что соответствует статике евклидовой геометрии, но не динамике по теории СТО и ОТО Эйнштейна, которая отражает изменения, связанные с движением, и дает искривление пространства и времени. А это означает, что для линейных величин ускорение равно нулю и тем самым понятие силы при скорости света просто не существует. Но тогда электромагнитная волна, как объект, не обладала бы энергией воздействия, так как вычислить значение энергии при линейных неизменных величинах невозможно. Любой объект существует только при наличии вносимых им изменений, что связано с затратами энергии, а иначе его невозможно обнаружить. Кроме того, отсутствие искривления пространства и времени для электромагнитной волны говорило бы о невозможности взаимодействия ее с гравитационными объектами. Однородность не может привести к изменениям, нет градиента!

*Налицо парадокс линейных бесконечных величин, когда предполагается наличие энергии, но силы, из-за пространственно-временной однородности, быть не может!*

Отсюда вывод: *если мы хотим уйти от парадоксов приближенных подходов, то мы должны показать однозначную логику прямо пропорциональной связи энергии и силы, которая никогда бы не приводила к раздельному существованию энергии и силы. При этом ясно, что описание энергии и силы надо свести к пространственно-временным параметрам мироздания, так как использование параметров помимо пространства и времени означало бы их существование вне пространства и времени.*

Следовательно, значение массы, выраженной в килограммах, не соответствует понятию пространственно-временного искривления и не позволяет выразить силу и энергию в единицах пространства и времени. Значит, масса, как коэффициент пропорциональности, должна быть выражена в ином виде. Формула  $F = Ma$  отражает необходимость связи силы с двойным дифференцированием по времени, но она не пригодна для вычисления полной энергии объекта, которая соответствует формуле  $E = Mc^2$ , т. е. из формулы энергии никак не следует необходимость наличия силы.

*Как связать эти две несовместимые формулы, чтобы получить логически необходимую связь между энергией и силой и при этом соблюсти условие описания их через пространственно-временное преобразование?*

Понятно, что в физике есть связь силы Ньютона с энергией в виде  $A_{\text{раб}} = Fx = Max$ . Однако здесь работа связана с прохождением определённого расстояния и в этом случае при эквивалентном выражении массы в одинаковых единицах измерения мы получаем зависимость потенциальной энергии от скорости, а не от пространственно-временного искривления, одновременно и кинетическая энергия имеет зависимость от скорости в квадрате. Такой подход не справедлив для представления энергий в разных противоположностях через связь за счёт скорости света, и связан с пересчётом энергий в одну общую систему наблюдения. Для правильного эквивалентного пересчёта противоположностей, с учетом того, что масса входит как в ту, так и в другую формулу, следует вывод: приравнять силу и энергию (что дает прямо пропорциональную связь). Это осуществить можно только лишь в одном случае, если между пространством и временем имеется нелинейная связь, т. е. не выполняется условие Эвклида по линейности пространства и времени, а выполняются СТО и ОТО Эйнштейна.

Искривление пространства и времени по СТО и ОТО Эйнштейна говорит о том, что пространство и время – это не независимые величины, а значит, являются объектами, так как сами изменяются и могут вносить изменения за счёт пространственно-временного искривления. Это означает только одно, что пространство по отношению ко времени может выступать как объект-закономерность, и наоборот, и этот факт подтверждается на основе формул преобразования Лоренца – Минковского. Любая нелинейность связана с разрывами, а разрывы связать невозможно, если нет взаимных преобразований и изменений через обмен (что обязательно связано с закономерностями связи, которые у нас выражены через электромагнитные составляющие). У нас есть только пространство и время. Поэтому, чтобы связать пространственно-временные разрывы, должна быть взаимная возможность представления пространства и времени по отношению друг к другу как закономерностей преобразования, что и следует из СТО и ОТО Эйнштейна. В противном случае отсутствие представления пространства и времени по отношению друг другу в виде закономерностей привело бы к независимости элементов пространства и времени, а это означало бы их невозможность существования друг для друга в условиях искривления

пространства и времени. Это также следует и из нашей теории мироздания, по которой пространство и время – это объекты-закономерности (противоположности, выраженные через так называемые заряды), как и все, что существует в этом мироздании, в соответствии с СТО и ОТО Эйнштейна. А масса, естественно, выражается через пространственно-временное искривление. Не надо думать, что описание пространственно-временного искривления через противоположные заряды – это наша выдумка. Фактически её ввёл Стивен Хокинг, когда заявил, что под действием гравитационных сил вакуум поляризуется с появлением противоположных зарядов. Стивену Хокингу оставалось только понять, что вакуум это ничто, а наличие противоположных зарядов определяется наличием пространственно-временного искривления, что и даёт гравитацию. Помимо Хокинга поляризацию под действием кулоновских сил придумали и физики в поправке Швингера с наличием электронно-позитронного вакуума. Надо также понимать, что частицы не могут по составу отличаться от общего пространственно-временного континуума, так как иначе была бы независимость. А это исключает взаимодействие, тем более что любое взаимодействие осуществляется через пространство и время. Отметим, ещё раз, что Эйнштейн был вынужден по ОТО и СТО ввести нелинейную связь между длиной и временем в виде преобразований Лоренца – Минковского, что исключило линейное представление длины и времени. Однако, он не знал, что поставить в качестве скорости, дающей нелинейность и пространственно-временное искривление в ОТО, и соответственно не смог решить проблему сингулярности. Наша теория даёт на это ответ, исходя из того, что при равном обмене между противоположностями имеет место движение в обеих противоположностях. Причём из нашей системы наблюдения, одна из них описывается через пространство и время, а в другой системе наблюдения через электромагнитные составляющие. Это и решает проблему связи разрывов, а значит, есть скорость также и в противоположности. Именно скорость в противоположности определяет пространственно-временное искривление в ОТО Эйнштейна.

Возникает вопрос: «А какие должны быть закономерности связи между длиной и временем?» Ответ следует из СТО и ОТО Эйнштейна и нашей теории, по которой мироздание – это

замкнутая система, состоящая из двух глобальных противоположностей (где выполняется принцип корпускулярно-волнового дуализма), что следует из соблюдения закона сохранения количества. Параметр изменения у любых корпускулярно-волновых объектов только один – это длина, которая преобразуется во время, а время в длину, причем в равных пропорциях и при любых скоростях. Описание ни одного объекта не может выйти за пределы этих пространственно-временных изменений, то отсюда и следует замкнутость при равенстве преобразований. А иначе объекты, которые имеют иную структуру с другими параметрами изменения, обнаружить в нашем мироздании было бы невозможно, и они были бы полностью независимы от нашего мироздания. Кроме того, замкнутость противоположностей друг на друга означает невозможность существования только корпускулярных или только волновых объектов, что отрицало бы само наличие противоположностей. Понятно, что незамкнутый, а значит, бесконечный объект, не вписывался бы в замкнутое мироздание никак!

Если учесть, что замкнутость объектов описывается в виде периодических функций (иначе замкнутости в принципе быть не может), которые однозначно связаны с экспоненциальными функциями по формулам Эйлера, то это означает, что электромагнитные составляющие для связи длины и времени, как объекты-закономерности, в зависимости от противоположности будут выражаться величиной вида  $\exp(\pm ict)$ , где  $i$  – это  $\sqrt{-1}$ . Собственно, это определяет изменения по закону синуса и косинуса. В противоположности это означает, что при преобразовании электромагнитных составляющих мы имеем синтез (распад) распад объектов по закону  $\exp(\pm ct)$ . И это подразумевает описание пространственно-временного искривления через значения гиперболического косинуса и синуса для длины и времени, что фактически ввёл Минковский [13, с. 226]. Такой подход позволяет совместить замкнутость глобальных противоположностей в мироздании по формуле:

$$\cos^2(x) + \sin^2(x) = ch^2(w) - sh^2(w) = 1 = \text{const},$$

$$\exp(ix)\exp(-ix) = \exp(w)\exp(-w) = 1, \quad (9)$$

Здесь  $w = (-1)^{1/2}x$ . Иными словами отличие объектов определяется атрибутом принадлежности в виде  $i = (-1)^{1/2}$ , что и определяет смену закономерностей в зависимости от системы наблюдения. При этом отличие противоположностей в том, что сложение в одной

противоположности выглядит как вычитание в другой противоположности.

Соответственно мы видим, что при сохранении объекта, изменения касаются равного преобразования в динамике, так как отличие есть на мнимую единицу, которая характеризует атрибут принадлежности к противоположности. Таким образом, если по отношению к аргументу времени для функции имеется закономерность длины, то соответственно можно вычислить и ускорение. Понятно, что от этой величины вторая производная равняется  $c^2$  в соответствующей системе измерения (если также учесть, что дифференцирование приводит к добавочному умножению на  $i$  из-за перехода в противоположность при любом изменении).

Надо отметить, что описание объектов-закономерностей с помощью экспоненциальных функций ввели впервые не мы, это было сделано до нас, в квантовой механике, правда, вероятностным методом нахождения местоположения объекта. С этой целью Луи де Бройль использовал волновую функцию  $\Psi(t, x) = \Psi_0 e^{-i\omega_0 t}$ . Но суть та же – объект, как закономерность, описывается через экспоненту, и данную формулу Луи де Бройля можно представить при замене переменных (это эквивалентно смене системы наблюдения на противоположную систему по нашей теории при  $\omega_0 = 2\pi cv_0 = cv$  [14, с. 5-26]) в виде  $\Psi(t, x) = \Psi_0 e^{-i\omega_0 t} = \Psi_0 e^{-cvt} = \Psi_0 e^{-cl}$ . Понятно, что здесь  $\omega_0$  и  $t$  относятся к одной противоположности, а  $c$  и  $l$  к другой противоположности. Здесь учитывается, что длина и время в противоположностях, связанных через скорость света меняются местами. Мы лишь только показали логическую необходимость этого на основании СТО и ОТО Эйнштейна и замкнутости мироздания. Иными словами, интуитивно метод подхода описания объектов-закономерностей уже был выбран и дал практические результаты, оставалось только показать необходимость использования этого шага.

Наша заслуга лишь в том, что мы понятие объектов-закономерностей с отражением через противоположные заряды распространили на пространство и время, так как любой объект характеризуется пространственно-временным искривлением. То есть, исходя из логики, утвердили, то, что фактически уже было введено до нас. И опять же ускорение, а значит и сила, определяется и в этом случае через двойное дифференцирование. Фактически, наша теория решает вопрос: «Почему ускорение

свободного падения одинаково для различных объектов с одинаковой массой?».

Ответ – так как она связана в данном случае через константу взаимодействия, выраженную через скорость света. В результате максимальное значение ускорения равно значению  $c^2$  и связано с максимально возможной скоростью обмена между противоположностями в одну и другую стороны, и это величина постоянная. Объяснение по нашей теории в том, что дифференцирование энергии в волновой функции определяется от величины  $\exp(iEt)$ . При известной энергии  $E=Mc^2$  и минимальном значении массы покоя для электрона  $M=m_0=1/c$  получаем  $\exp(iEt) = \exp(ict)$ . При двойном дифференцировании по времени получим величину  $c^2$ . Благодаря этому волновое уравнение есть уравнение сил. Так что наши выводы – это прямое следствие использования в вероятностной квантовой механике волновых функций. Надо отметить, что роль константы (в данном случае скорости света) при изменениях (дифференцировании или интегрировании) сводится также к смене уровня иерархии в мироздании, что включает полную замкнутость на какие-либо два противоположных объекта.

Таким образом, отделение в системе СИ и СГС понятия массы от пространственно-временного искривления и привело к радиусу Шварцшильда. Именно наличие обмена между противоположностями по замкнутому кругу позволяет решить парадокс между формулами  $F = Ma$  и  $E = Mc^2$  и обосновать различие в форме записи между энергией и силой, так как противоположности связаны через изменение, а это и означает дифференциальную (интегральную) связь между ними. Собственно получается, что можно сделать запись  $F = Ma = E = Mc^2$ , так как  $a=c^2$ . Иными словами, то, что мы считаем в одной системе наблюдения энергией, в другой системе наблюдения на другом уровне иерархии выражается через силу. Напомним, что выше мы показали, что если рассматривать энергию как работу по формуле Араб= $Fx$ , то отличие в оценке энергий будет на пройденный путь. Отсюда нельзя отделить силу от энергии в силу однозначной связи. Кроме того, замкнутость обмена с постоянной скоростью обязательно даст искривление для получения замкнутости, а где есть искривление, там есть и сила. Но, если бы была только одна противоположность, то обмениваться было бы не с чем!

Надо отметить, что значение скорости света ( $c$ ) в данном случае также выбирается исходя из

системы измерения, выбранной физиками. В реальности, как мы отмечали не раз, система мироздания оперирует только количественным параметром и закономерностями. При этом связь противоположностей осуществляется через изменения (дифференцирование или интегрирование) с учётом зависимости как аргумента и функции. Соответственно изменения должны приводить к переходу на другой иерархический уровень, что осуществляется за счёт значения  $2\lambda$ . Если бы не было этого значения в  $2\lambda$ , то возможен замкнутый обмен между двумя противоположными объектами полностью с исчезновением в ноль, а  $2\lambda$  исключает зависимость от выбранной системы измерения. Собственно, отсюда мы имеем разницу на  $2\lambda$  между редуцированной и обычной постоянными Планка  $h=2\pi\hbar$ . Понятно, что значение скорости света, или обычной постоянной Планка в системе измерения мироздания должны иметь кратные значения от величины  $2\lambda$ , если мы исходим только от наличия количества и закономерностей. Отсюда связь противоположностей в виде энергии и ускорения должна учитывать коэффициент в  $4\lambda^2$ , наряду с параметром скорости света, введённым в системе измерения СИ, для получения равенства значений в общей системе наблюдения. Как это будет видно ниже, этот коэффициент также используется физиками при рассмотрении кинетической и потенциальной энергии при использовании разных единиц измерения энергии в системе СИ. Остался один нерешенный парадокс, связанный с тем, что из-за использования пространства, как объекта, у нас для ускорения не соблюдается размерность, так значение  $c^2$  и ускорение  $a$ , отличаются на размерность длины. Однако по нашей теории мироздание оперирует только количеством и закономерностями, и здесь нет места выдуманым системам измерения типа СИ и СГС. Собственно эти системы измерения и привели к парадоксу радиуса Шварцшильда. Этот вопрос также разрешим, если учесть, что масса для мироздания должна быть выражена через пространственное искривление, а иначе она будет величиной, не связанной с нашим мирозданием, и отсюда сила и энергия станут абстрактными отвлеченными понятиями. Но этот вопрос решается на основе того, что в противоположностях один и тот же объект описывается по-разному, иначе отличий между противоположностями не было бы. Собственно, это уже было получено физиками до нас на основе

формул  $A_{\text{раб}}=F\cdot x=Ma\cdot x$  и  $E=Mc^2$ , где отличие на размерность длины, если  $a=c^2$ . Формула  $A_{\text{раб}}=F\cdot x=Ma\cdot x$ , только тогда совместима с формулой  $E=Mc^2$ , если движение по пути  $x$  осуществляется по замкнутому кругу, что эквивалентно силе Лоренца и по предположению физиков здесь работа не совершается. По сути, это переход к электромагнитным составляющим, так как иное приводило бы к возможности наличия ускорения при движении со скоростью света. Отсюда, если масса в одной противоположности описывается через величину, обратно пропорциональную скорости и описывает взаимодействие противоположностей, то в другой противоположности оно может описывать одну из противоположностей, то есть длину или время. Покажем это с учётом аналога от известной формулы кулоновского притяжения.

Учитывая, что чем больше масса, тем больше искривление и тем меньше радиус объекта, следует вывод: *радиус объекта связан с его массой обратно пропорциональной связью.*

Подставляя вместо массы в числителе значение радиуса объекта в знаменателе, получим чистое значение ускорения по размерности. Поясним сказанное. Энергия и сила связаны прямо пропорциональной связью, при этом мироздание ничего не знает о системе измерения СИ и всё определяется количеством объектов и закономерностями. При этом, если в формуле силы переменной величиной (определяющей величину силы) считается ускорение при движении тела от состояния покоя, то в формуле энергии, наоборот, масса является переменной величиной (определяющей энергию). То есть, константа в одной системе измерения отражает переменную величину через закономерность в другой системе наблюдения. Фактически это означает, что энергия и сила как бы отражают противоположности, а значит и разные системы наблюдения. Если в одной противоположности у нас масса электрона является величиной обратно - пропорциональной скорости света (это следует из формулы энергии Эйнштейна), то для движущейся частицы  $m=1/v=1/(l/t)$ . Иными словами, эта величина отражает фактор скорости в преобразованиях Лоренца с учётом СТО Эйнштейна и является связующим звеном между двумя противоположными объектами длины и времени. Длина и время также связаны через скорость света по геометрии Минковского [13, с. 226], и их наличие эквивалентно противоположным зарядам,

что даёт электромагнитный континуум. В противоположной системе наблюдения (а их по нашей теории четыре) скорость, которая отражает кинетическую энергию (волновые свойства), сама уже является отражением пространственно-временного искривления в качестве величины  $t$  или  $l$ , то есть одной из противоположностей (так называемых зарядов), которые имеют связь, в силу  $ct=l$  (по геометрии Минковского). Это соответствует принципу корпускулярно-волнового дуализма, когда один объект выступает в качестве воздействующей закономерности с одной стороны и количественной характеристики с другой стороны, на которую можно воздействовать. В соответствии с этим, чтобы удовлетворить одинаковому закону изменения, в формуле энергии (при переходе к представлению в эквивалент значения силы) необходимо массу заменить на величину пространственного искривления, в виде радиуса кривизны или значения времени (так как масса по СТО и ОТО Эйнштейна выражается всегда через пространственно-временное искривление). Иными словами, мы выражаем и силу, и энергию, через величину эквивалента пространственно-временного искривления. Ни одна физическая величина не может быть выражена в иных параметрах помимо пространственно-временного искривления. В противном случае она была бы независима от нашего пространства и времени, и ее никоим образом нельзя было бы обнаружить. Даже электромагнитная волна через константы электрической и магнитной проницаемости имеет связь с пространством и временем. В итоге в противоположной системе наблюдения (после указанных преобразований) получим для энергии размерность ускорения. Иными словами, масса в формулах энергии и силы играет роль коэффициента перехода из одной системы наблюдения в другую, так как, если теперь в формуле для кинетической энергии считать значение массы, выраженной через значение  $M=1/l$ , то соответственно получим размерность ускорения. В этом случае энергия и сила имеют прямо пропорциональную зависимость. Ещё раз подчёркиваем, что читателей не должно смущать, что масса выступает в разных представлениях в зависимости от системы наблюдения. То она обратно пропорциональна длине, то прямо пропорционально времени и с учётом перехода в противоположность с умножением на скорость света выступает уже в качестве величины пропорциональной длине, то она, обратно

пропорциональна скорости. Это связано с тем, что и само понятие скорости света (скорости обмена) в противоположностях разное, иначе противоположности не имеют отличий, а значит, не существуют. То есть, если бы вид представления физической величины в противоположностях сохранялся, то о самих противоположностях не было бы и речи. Так, движение связано с обменом между противоположностями и в нашей системе наблюдения отображается через скорость света, а в противоположности она даст минимальное дискретное значение в виде постоянной Планка  $h$ , так как противоположности имеют обратно пропорциональную связь, что также фактически было открыто до нас. И понятно, что величина  $h$  в реальности может выражаться только через время или длину, так как иное означало бы не соответствие физической величины параметрам нашей пространственно-временной системы, и ее тогда никоим образом нельзя было бы обнаружить. Переход от значения массы к пространственно-временному искривлению фактически уже осуществлен до нас в физике. Так, кинетическая и потенциальная энергия электрона связаны формулой  $E = Mc^2 = q^2/D$ ,  $q=\pm 1$  – заряд электрона (по теории Дирака), который, как и скорость света является константой, а  $D$  – диаметр электрона. Понятно, что переменной изменяемой величиной для потенциальной и кинетической энергии выступает только масса электрона и его диаметр, и они однозначно связаны обратно пропорциональной связью. При этом известно значение постоянной тонкой структуры в системе измерения СИ в виде  $\alpha = q^2/(\hbar c) = 1/137$ . Здесь  $q=\pm 1$ , и значение  $1/137$  связано с принятой системой измерения. Ясно, что только при соответствии значения массы величине, обратно пропорциональной диаметру, будет соблюдаться равенство энергий, так как константы не изменяются.

Так что ничего нового мы здесь не открыли, и такая связь была фактически введена до нас, единственная наша заслуга здесь в том, что мы указали, что иного способа отображения массы, иначе, как через пространственно-временное искривление и быть не может, так как все изменения в мироздании могут быть только отображены через пространственно-временные преобразования в соответствии с СТО и ОТО Эйнштейна. Отсутствие этого понимания было связано с тем, что понятие заряда было абстрактной величиной, не связанной с

процессами взаимодействия между противоположностями. Действительно, в уравнении энергии Эйнштейна под заряды нет энергии, и в итоге под заряды следует отнести величину равную  $q=\pm 1$ , то есть только знак, что, собственно, определяет не количество, а характер действия, что связано с тем, что поглощается, а что излучается. Отсюда вскрывается и другая ошибка классической квантовой механики, где кваркам приписывают заряд равный  $\pm 1/3$  и  $\pm 2/3$ , при одном и том же магнитном спине (1/2). А это фактически означает разделение электрических и магнитных сил, так как даёт двузначное преобразование сил. Следовательно, если представить заряд  $q = ch$  в соответствии с нашей теорией, а также учесть что минимальный размер частицы, которым является электрон, должен равняться минимально возможному дискретному значению, т.е.  $h=D$ , то в итоге, подставляя указанные значения в равенство  $Mc^2 = q^2/D$ , получим  $Mc^2 = hc^2$ . Тогда, по нашей теории, минимальная масса покоя электрона  $m_0=M=1/c=h$  и с учетом  $ch=1$  получаем равенство  $c=s$ . Иными словами проведенные замещения не нарушают равенства противоположностей. Одновременно видно, что скорость света и постоянная Планка – это величины, связанные обратно пропорциональной связью и размерность систем измерения СИ или СГС не вписывается в рамки необходимых количественных изменений из-за выдуманных единиц измерения.

В этом случае, как сила, так и энергия оказываются выраженными только через пространственно-временные параметры и при этом видна их полная идентичность. Соответственно решается парадокс и четко видна связь между силой и энергией. Надо отметить и тот факт, что единственный способ сохранить связь силы и энергии по формулам  $F = Ma$  и  $E = Mc^2 = Mc/h = MN$ , – это предположить движение по кругу (например, между длиной и временем с взаимным преобразованием), т. е., опять-таки, это связано с наличием периодических функций. В этом случае есть и постоянство скорости света, есть и ускорение, дающее силу, а значение  $c^2 = f_{\max} = c/h = N$  определяет общее количество взаимодействующих и возможных объектов  $N$  в мироздании. А иначе разрешить парадокс наличия изменений без силы (а также наличия энергии без силы) невозможно. Иными словами, **ни при каких условиях энергия и сила не могут существовать по отдельности, иное бы означало возможность**

**изменений без силы, что изначально парадоксально.**

Учитывая связь потенциальной энергии с силой, а кинетической энергии со скоростью, мы подтвердили их эквивалентность для любого объекта, что следовало из второго постулата Эйнштейна, когда он гравитационную массу приравнял к инерционной массе. Собственно, и в том, и в другом случае изменения определяются пространственно-временным искривлением по преобразованиям Лоренца – Минковского, что как раз и даёт равенство масс. Разница лишь в том, что скорость в одном случае в нашей системе наблюдения определяется относительно, а в другом случае эта скорость является в нашей системе наблюдения абсолютной величиной от противоположности (проекция на время). Аналогичный вывод можно получить, если учесть, что движение со скоростью света, а значит, и изменения, связанные с силой, будут действительны и для электромагнитной волны. Такое движение описывается волновым дифференциальным уравнением второго порядка от величины напряженности электрического или магнитного поля. А это означает уравнение сил. Сокращая в этом волновом уравнении общий член, связанный с напряженностью поля, приходим к связи между пространственной координатой и временем через значение  $c^2$ . При этом учтено, что на замкнутые величины порядок дифференцирования не влияет. Таким образом, формула Эйнштейна и формула Ньютона полностью совпадают, если учесть динамику взаимосвязи пространства и времени в соответствии с СТО и ОТО Эйнштейна. Главный результат наших исследований – **мы показали, что энергия и сила описываются только в рамках пространственно-временного искривления без использования дополнительных величин в виде массы и в единственно возможных параметрах замкнутого мироздания с ограниченным количеством объектов, что следует от наличия констант в скорости света и постоянной Планка.** То есть, мироздание использует единицу измерения, связанную с количеством, и не с единицами измерения придуманными людьми, что приводит к парадоксам. Кроме того, *использование линейной бесконечной геометрии Эвклида для описания некоего вакуума, ни при каких условиях, не позволит связать силу и энергию, как прямо пропорциональные величины.* В случае геометрии Эвклида понятие

энергии и силы отделено от понятия пространства и времени за счет массы, да и друг от друга благодаря тому, что энергия может существовать за счет скорости и при отсутствии значения ускорения, т. е. без потенциальной энергии, связанной с искривлением пространства и времени. Необходимо также отметить, что переход от времени к длине по СТО и ОТО Эйнштейна, и наоборот, позволяет электромагнитной волне двигаться со скоростью света и иметь при этом энергию и оказывать силовое воздействие на другие объекты.

Таким образом, предположение об отсутствии прямой связи потенциальной энергии, выраженной через силу, и кинетической энергии, выраженной через скорость, – связано со следующими парадоксами:

1. Это в принципе противоречит наличию корпускулярно-волновых объектов, так как исключает связь противоположностей;

2. Электромагнитная волна, движущаяся со скоростью света, воспринимается в этом случае как объект, находящийся в покое, что по первому закону Ньютона означает отсутствие сил, а отсутствие сил означает отсутствие неоднородностей, а значит, и массы, связанной с пространственно-временным искривлением. Это бы означало невозможность взаимодействия света с гравитационным полем с учётом принципа Гюйгенса-Френеля, что на практике не наблюдается;

3. Если считать связь между пространством и временем линейной, т. е. исключаяющей выражение связи друг с другом через закономерности, то тогда исключены преобразования пространства в величину времени, а времени в пространство по СТО и ОТО Эйнштейна. В этом случае любая нелинейность может быть связана только с разрывами (сингулярностями), что подразумевает независимость отдельных элементов пространства и времени, а это означает, что каждый элемент пространства и времени замкнут на себя и тогда для других объектов он не существует, так как с ними никоим образом не взаимодействует;

4. Сила и энергия становятся абстрактными отвлеченными понятиями из-за того, что есть параметр массы, описываемый вне параметров пространства и времени, т. е. параметров мироздания. А это означает их полную независимость, а значит, невозможность обнаружения в мироздании, что опять-таки на практике не выполняется.

В итоге вернёмся к чёрным дырам. Если исходить из сказанного выше, то в формуле по вычислению радиуса (3) мы вместо гравитационной постоянной  $G$  должны подставить значение  $c^2$ , а вместо массы покоя  $M$  в соответствии с нашей теорией о связи массы и скорости значение массы электрона  $m_0=1/c$ , как изначальной частицы, имеющей притяжение по гравитации. Ранее значение гравитационной постоянной  $G=c^2$  мы вычисляли на основе двойного дифференцирования функции Луи де Бройля для получения значения ускорения. Однако данный вывод следует и из других логических соображений, а также из формулы температуры для абсолютно чёрного тела (6). При этом, мы учитываем, что пространственно-временное искривление определяет кинетическую энергию  $kT$  не по трём пространственным направлениям, а в неё входит значение кинетической энергии по времени, так как в нашей теории есть проекция скорости на время. Отсюда общая кинетическая энергия  $E_{кин}=4kT$ . Иное отрицало бы связь длины и времени с наличием пространственно-временного континуума из-за независимости с исключением СТО и ОТО Эйнштейна. То есть, нет способа отделить время от пространства в силу их взаимосвязи. В силу того, что кинетическая и потенциальная энергии отражают количественные характеристики противоположностей, и они связаны обратно пропорциональной связью, то их произведение в общей системе наблюдения должно равняться единице, так же как произведение констант скорости света и постоянной Планка  $ch=1$ . В противном случае будут объекты в мироздании вне взаимодействия, то есть замкнутые на себя, а это ноль. Собственно, это условие равновесия ввёл и Хоккинг, что было показано нами выше. Ранее мы отмечали, что сила и энергия связаны прямо пропорциональной связью, и в этом случае  $F=Ma$  и  $E=Mc^2$ . Если предположить, что  $E=sF$ , где  $s$  – коэффициент пропорциональности, то надо обосновать его роль в пространственно-временном преобразовании помимо формулы энергии Эйнштейна и преобразований Лоренца, которые выводятся из формулы окружности. Этот коэффициент определяется в физике как длина ( $\lambda$ ) при выполнении работы при движении:  $A_{раб}=Fx$ . Однако эта формула не подходит для описания потенциальной энергии, где нет движения по длине. Повторим, что противоположности связаны через скорость света аналогично длине и времени по геометрии

Минковского ( $x=ct$ ), и то, что является временем в одной системе наблюдения, рассматривается как длина в другой противоположной системе наблюдения. Поэтому понятия энергий в противоположностях не совпадают, иное исключает наличие самих противоположностей. В нашей теории при  $M=m_0=1/c$  сила в одной противоположности является энергией в другой противоположности. При этом мы имеем равный количественный пересчёт энергий в единую систему наблюдения при  $a=c^2$   $E=Ma=Mc^2=c$ . То есть, чтобы соответствовать формулам преобразований Лоренца при описании силы через пространственно-временное искривление остаётся только один вариант для  $s=1$ . Если бы значение  $s$  имело бы другую величину, то это бы означало скачок между энергией и силой, и тогда эту неоднородность надо было бы выразить в параметрах пространства и времени, так как иное дало бы независимость. Но закон сохранения количества с наличием неизменных функций при интегрировании и дифференцировании исключает иной вариант, чем  $s=1$ . В противном случае противодействия на действие будет невозможно получить. Действительно, для поддержания сохранения исходного объекта изменение (дифференцирование или интегрирование) должно приводить к передаче по замкнутому кругу одинакового количества элементарных объектов, а если дифференцирование или интегрирование даёт скачок в виде коэффициента, то будет либо распад, либо синтез создания нового объекта. Это допустимо, но не для случая сохранения исходного объекта в динамике взаимодействия. В результате  $Ma=Mc^2=Mc/h=MN$ . Отсюда для потенциальной энергии, которая характеризуется через пространственно-временное искривление, гравитационная постоянная связана с силой взаимодействия от всех  $N$  объектов мироздания. Ещё раз подчеркнём, что значения скорости света ( $c$ ) и постоянной Планка ( $h$ ) в системе мироздания иные, чем в системе измерения СИ. Соответственно это взаимодействие определяет ускорение, и имеем  $Ma=MG=Mc^2$ . При температуре абсолютно чёрного тела мы получаем значение для потенциальной энергии в виде  $E_{\text{пот}}=4\pi^2 M^* c^2$ . То есть мы здесь учитываем, что температура и масса отражены в разных единицах измерения, что и требует учитывать коэффициент  $4\pi^2$  для приведения в единую систему наблюдения с исключением изменения количества за счёт иерархии мироздания и возможности замкнутости только на два

противоположных объекта. Соответственно имеем:

$$E_{\text{кин}} E_{\text{ном}} = 4kT4\pi^2 M^* = 2\pi\hbar c^3 / G = c^2 / G = 1, \quad (10)$$

Так как, гравитационная постоянная равняется  $G=c^2=N$ , то получим диаметр чёрной дыры:

$$r = 2GM/c^2 = 2c^2 M / c^2 = 2c^2 / c^3 = 2/c = 2h, \quad (11)$$

Это расстояние для взаимодействия двух элементарных частиц перед аннигиляцией. То есть, гравитационное поле не является отражением нейтральной массы по нашей теории, а представляет собой взаимодействие на основе двух частиц, а не одной, как при учёте электрического поля. Отсюда, исходя из формулы (11) имеем вывод, что радиусы электрона и позитрона равны постоянной Планка, что, собственно, и обеспечивает отсутствие их распада, так как меньше ничего быть не может. И замкнутость можно получить только от взаимодействия с минимальным радиусом обмена с внешней средой, то есть, максимально приблизившись к замкнутому мирозданию. И ещё раз подчеркнём, что мироздание не «использует» систему измерения СИ, оно имеет безразмерное понятие количества.

Также отметим, что у нас результат наличия чёрных дыр следовал исключительно из наличия связи электромагнитных и гравитационных сил. Однако в качестве таких объектов, которые обеспечивают связь электромагнитных и гравитационных сил по замкнутому циклу, не требовалось придумывать наличие больших чёрных дыр. Достаточно было обратить внимание на то, что электрон и позитрон при аннигиляции дают фотоны. И это уже означает, то, что электрон и позитрон и являются теми объектами, в которых выполняется условие удержания электромагнитных сил за счёт гравитации (пространственно-временного искривления). Соответственно такое удержание невозможно без взаимодействия, а значит и обмена. Вот поэтому и потребовалось усовершенствовать уравнения Максвелла, позволяющие описать этот обмен, так как обычные уравнения Максвелла обеспечивают переход только к плоскому волновому виду и не дают замкнутого вида при взаимодействии. Теперь разберём другое предположение, связанное с гравитонами [15]. Суть появления концепции гравитонов связана с тем, что надо было описать притяжение через взаимодействие, а оно без обмена между дискретными элементами пространства и времени существовать не может, так как сингулярность (разрывы) исключают любое влияние. Однако, сама концепция

гравитонов, как неких объектов, через которые осуществляются взаимодействия дающие силы притяжения, имеет следующие парадоксы:

1. Гравитоны должны двигаться со скоростью света, то есть, это фактически аналог электронных и мюонных нейтрино (антинейтрино) и электромагнитной волны. При этом естественно у них должна быть кинетическая энергия, связанная со скоростью движения. Но тогда, силы притяжения должны меняться на силы отталкивания, так как различий между гравитонами нет, а масса покоя должна быть (иначе, в чём отличие с электромагнитными волнами?), а при столкновении гравитонов импульсы передаются с учётом закона сохранения импульса.

2. Следующий парадокс касается того, каким образом гравитоны должны взаимодействовать с электромагнитным полем, что, собственно, и должно приводить к тому, что электромагнитная волна не может выйти из чёрной дыры и должна менять направление. Для взаимодействия нет описания гравитонов в виде объектов пространства и времени.

3. Третий парадокс заключается в том, что у гравитона должны быть только корпускулярные свойства как у бозона Хиггса, а это противоречит необходимости корпускулярно-волнового дуализма для любого объекта мироздания. Причём парадокс бозона Хиггса и заключается в том, что он распадается на фотоны, а это как при наличии только корпускулярных свойств?

4. Четвёртый парадокс связан с тем, что нет ни одного физического закона, в котором бы гравитон выступал как объект мироздания во взаимодействии с чем-либо. Например, электромагнитные свойства имеют такой закон – закон Фарадея, где характеризуется как электрическая, так и магнитная составляющие по количественному преобразованию. А вот для гравитона таких законов нет. Что должно преобразовываться и как? Если есть так называемая гравитационная сила, то, во что её преобразование, и по какому закону?

5. Пятый парадокс в том, что нет никакого смысла объектам обмениваться одними и теми же гравитонами для притяжения. В чём смысл такого обмена, если это не даёт изменений? Такие взаимодействия в принципе невозможно зафиксировать.

6. Шестой парадокс связан с тем, что не существует силы, противодействующей притяжению за счёт так называемых гравитонов.

В итоге, исходя из парадоксов, мы не можем приписать гравитонам роль объектов, определяющих гравитационное взаимодействие, так как нет механизма самого взаимодействия. Соответственно, в этом случае поиск и доказательство наличия гравитонов превращается в известное сказочное повеление – найди то, не знаю что! Следовательно, если мы теперь покажем совпадение уравнения гравитационного притяжения с уравнением для силы Кулона, то отсюда роль гравитационного взаимодействия остаётся описывать только на основании взаимодействия через электронные и мюонные нейтрино и антинейтрино. Иными словами, необходимость гравитонов отпадает, так как вместо выдуманных гравитонов есть реальные физические объекты в виде электронных и мюонных нейтрино (антинейтрино). При этом есть реальные физические законы для притяжения, и ослабление гравитационного взаимодействия можно связать с тем, что осуществляется притяжение не за счёт обмена в самом атоме (близкое взаимодействие), а за счёт обменных процессов между атомами (дальнее взаимодействие). Суть этого процесса, так называемого гравитационного взаимодействия с притяжением, в том, что противоположно заряженные частицы находятся в более тесном взаимодействии вследствие того, что электроны вращаются по орбитам, а протоны неподвижны, и сила Кулона из-за скорости электрона концентрируется в перпендикулярной плоскости к направлению движения. При движении электроны имеют взаимодействие с несколькими протонами, что и обеспечивает притяжение атомов. В физике это эквивалентно работе выхода [16, с. 6-21]. Отсюда для внешнего дальнего взаимодействия с притяжением мы имеем очень малую величину, которая растёт с массой объекта. Принцип такого электромагнитного взаимодействия атомов виден практически через формирование шарообразной формы капли воды при движении в свободном падении. Понятно, что объяснить гравитационное притяжение без гравитонов квантовая механика не в состоянии. Здесь, электронные орбитали (особенно сферические орбитали), введённые в квантовой механике, приводят к полной нейтрализации противоположных зарядов.

Соответственно, теперь нам необходимо показать эквивалентность уравнения гравитационного взаимодействия и уравнения силы Кулона.

Как известно, потенциальную энергию двух взаимодействующих гравитационных тел можно вычислить по известной формуле [17, с. 169]:

$$E_{\text{пот}} = Fr = Gm_1m_2/r, \quad (12)$$

где  $G$  – гравитационная постоянная,  $m_1$  и  $m_2$  – массы взаимодействующих объектов,  $r$  – расстояние между ними. Однако точность измерения гравитационной постоянной довольно низка, поэтому некоторые учёные предполагают возможность её изменения со временем. Собственно такой подход должен следовать и из инфляционной теории [5], так как при расширении Вселенной должны меняться и константы. Отсюда необходимо обосновать постоянство гравитационной постоянной  $G$ . Это можно сделать при рассмотрении взаимодействия, на основании замкнутого обменного цикла по нашей теории мироздания. Рассмотрение замкнутости процесса связано с тем, что нам надо учесть при взаимодействии только то влияние, которое связано с гравитационной постоянной. Раз наблюдается преобразование по замкнутому циклу (иного просто предположить нельзя, так как значения масс при взаимодействии сохраняются), то это означает, что корпускулярная (потенциальная) энергия преобразуется в волновую (кинетическую) энергию (и, наоборот) в равных количествах. Поэтому мы (из-за замкнутости в цикле преобразования) можем приравнять потенциальную энергию к кинетической энергии (в противном случае распад одного из объектов). Собственно этот подход был выбран и Хокингом при связи энтропии  $S$ , которая характеризует излучение (кинетическую энергию) с площадью горизонта событий  $A$  (потенциальная энергия). По нашей теории, электромагнитные силы связаны напрямую с гравитационными силами (реально эти силы определяются пространственно-временным искривлением), т. е. потенциальная энергия отражается равным эквивалентом кинетической энергии. Это также следует из ОТО Эйнштейна, ибо потенциальное поле пространственно-временного искривления вычисляется на основе параметров движения со скоростью (на основе кинетической энергии). Тогда общая формула будет иметь вид  $E_{\text{пот}} = E_{\text{кин}}$  или:

$$E_{\text{пот}} = Gm_1m_2/r = h/T_f, \quad (13)$$

где  $h$  – постоянная Планка, а  $T_f$  – период собственной частоты энергии взаимодействия по гипотезе Луи-де Бройля (так как любому корпускулярному процессу соответствует

волновой процесс, а иначе обмена, а значит и взаимодействия, не будет).

В итоге имеем:

$$m_1m_2 = hr/(GT_f), \quad (14)$$

Умножим правую часть формулы на  $c/c$ , где  $c$  – скорость света. Тогда формула будет иметь вид:

$$m_1m_2 = hcr/(GcT_f) = hcr/(GR). \quad (15)$$

Здесь  $R = Ct_f$ . Отсюда видно, чем меньше  $r$ , тем меньше и  $R$ , так как с увеличением потенциальной энергии растёт и кинетическая энергия в силу того, что произведение масс является константой. Иное исключается, так как любой объект – это корпускулярно-волновой объект. При неизменности такого объекта существование поддерживается равным количеством при преобразовании кинетической энергии в потенциальную энергию, и наоборот. Поэтому отношение  $r/R = \text{const}$ , что в замкнутой системе вполне логично, так как ничто не может при обмене исчезнуть. И, кроме того, сила взаимодействия определяется величиной энергии взаимодействия, а она может быть только кинетической или потенциальной. Аналогичный подход мы использовали и при определении зависимости для электрических зарядов [7, с. 9-24], так как расстояние диаметра электрона можно считать, как бы фиктивным расстоянием между взаимодействующими зарядами (принятым значением  $q$ ), только сейчас вместо зарядов выступают значения масс. Поэтому вполне допустима запись  $r/R = 1$ . Кроме того, в замкнутой системе (какой является все мироздание), при взаимном обмене масса  $m_1$  может преобразовываться только в  $m_2$  (и наоборот). Иными словами,  $m_1m_2 = \text{const}$ .

В этом случае следует вывод: **гравитационная постоянная  $G$  также равна константе и связана с постоянной Планка и скоростью света, т.е. можно записать  $Gm_1m_2 = hc = 1$ .**

Эта формула записи для гравитационного взаимодействия аналогична формуле записи взаимодействия для потенциального электрического поля (можно сравнить со значением постоянной тонкой структуры), а значение  $G = 1/(m_1m_2)$  определяет степень ослабления за счёт взаимодействия не с ближайшими противоположно заряженными частицами, а с более дальними частицами. Ослабление зависит от того, как мы определим систему усовершенствованных уравнений Максвелла для взаимодействия объектов, по аналогии с взаимодействием от системы уравнений Дирака. Значения масс  $m_1$  и  $m_2$ , характеризующие

взаимодействие противоположностей в мироздании не могут быть изменены в силу закона сохранения количества между противоположностями, да и количество так называемых зарядов, характеризующих противоположности не меняется. Собственно, уже до нас при описании электромагнитного континуума с учётом преобразования силы Лоренца в силу Кулона, и наоборот, связали пространственно-временное искривление с наличием противоположных зарядов [18, с. 121]. Вот поэтому гравитационное поле и электромагнитное поле имеют один и тот же принцип образования, связанный с пространственно-временными искривлениями, при которых соблюдается равенство потенциальной и кинетической энергии. Кроме того, надо понять, что единственный путь обмена и взаимосвязи – кинетическая энергия, так как иного способа обмена нет. «Переносчиком» кинетической энергии является только электромагнитная энергия. Именно она и даёт импульс движения. Логика неизменности гравитационной постоянной следует из того, что она не отражает энергетических характеристик, что связано с изменением пространственно-временных параметров по СТО и ОТО Эйнштейна (это определяется значениями масс с учётом структур атомов элементов), а значит, она и не может изменять силовое взаимодействие между объектами. Поэтому она является константой, связанной с постоянной Планка и скоростью света. Иными словами, постоянная  $G$  – это коэффициент пропорциональности между массой, скоростью света и постоянной Планка, который мы вывели на основе анализа ускорения при пространственно-временном искривлении по СТО и ОТО Эйнштейна. Таким образом, в частном случае вычисления гравитационного взаимодействия, с учётом полученного ранее значения  $G=c^2$  и масс электрона и позитрона по нашей теории  $m_0=1/c=h$ , а также с учётом выведенного нами значения константы электрической проницаемости  $\epsilon_0$  в [19, с. 12-32], получим однозначную связь потенциальной энергии с пространственно-временным искривлением по формуле:

$$E_{\text{пот}} = Gm_1m_2/r = c^2h^2/r = 1/r = 1/[r_0(1-v_{\text{пр}}^2/c^2)]^{1/2} = 1/(\epsilon_0 r_0), \quad (16)$$

Здесь  $\epsilon_0 = (1-v_{\text{пр}}^2/c^2)^{1/2} = 1/(\mu_0 c^2)$ , а  $v_{\text{пр}}$  отражает усреднённую интегральную скорость в противоположности в соответствии с формулой Планка по исключению ультрафиолетовой катастрофы. Иными словами, мы видим

выражение потенциальной энергии через пространственно-временное искривление в количественном плане, что означает, что энергия это не некое выдуманное значение, и имеет выражение в физически наблюдаемой величине. Так как между потенциальной и кинетической энергией связь через скорость света, так же как между длиной и временем, то и кинетическая энергия также имеет конкретное физическое выражение, что мы покажем ниже.

Соответственно, для потенциальной энергии на основе электрических сил Кулона для зарядов электрона и позитрона в системе измерения МКСА [20, с. 46] с учётом теории Дирака ( $q=\pm 1$ ) мы имеем вид:

$$E_{\text{пот}} = q^2/(\epsilon_0 r_0) = 1/(\epsilon_0 r_0), \quad (17)$$

Иными словами, мы имеем один и тот же вид, что, собственно, означает, что как электрические силы, так и гравитационные силы на основе пространственно-временного искривления имеют один общий идентичный закон, а разница в величине может объясняться учётом дальнего и ближнего взаимодействия. А это означает, что и взаимодействие осуществляется аналогичными объектами, которые в нашей теории представляются электронными и мюонными нейтрино (антинейтрино). И это исключает необходимость неких гравитонов.

Надо отметить, что аналогичный принцип взаимодействия должен быть и в окружающем пространстве. Действительно, если мы вместо масс в уравнении (16) возьмём константы электрической и магнитной проницаемости, то получим:

$$E_{\text{пот}} = Gm_1m_2/r = G\epsilon_0\mu_0/r = c^2/(c^2r) = 1/r = 1/h=c, \quad (18)$$

Если учесть обратно-пропорциональную связь противоположностей, и то, что кинетическая и потенциальная энергии не могут выглядеть одинаково в одной общей системе наблюдения, то будем иметь:  $E_{\text{пот}}E_{\text{кин}}=ch=1$ . Иными словами окружающее пространство определяется значениями констант скорости света и постоянной Планка как значениями потенциальной и кинетической энергии, что вполне логично.

Таким образом, с помощью нашей теории понятна суть неизменности и связи всех основных констант мироздания. В любом случае все параметры взаимосвязи определяются константами-противоположностями  $h$  и  $c$ , которые отражают соответственно дискретность и непрерывность.

А так как  $h$  и  $c$  константы и выражаются в числовом виде и являются

противоположностями, то их произведение может быть приведено к значению единицы, для обеспечения взаимодействия всех  $N$  объектов мироздания. Иными словами, все физические процессы могут выражаться через закономерности и числовые значения без использования размерностей системы СИ, т. е. вся физика в этом случае сводится к математической логике количественных преобразований по закономерностям на основе одной лишь аксиомы об отсутствии чудес. В принципе уход от системы СИ также сделан и в теории струн [21, с. 83-175] при постулировании других измерений (здесь в иной мерности нет новых единиц измерения), так что мы здесь уже не «первопроходцы».

Отметим, что связь потенциальной энергии с длиной фактически сделана и до нас. Напомним, что формула  $E\lambda = h$  однозначно связывает количественный параметр энергии обмена и длины  $\lambda$  с учётом геометрии Минковского, т. е.  $E\lambda = hc = E\lambda = hc = 1$ , здесь  $E_{\text{порт}} = 1/\lambda = 1/h$ . С учетом того, что произведение скорости света на постоянную Планка должно быть приведено к единице (а иначе мы будем иметь нереальные значения скорости обмена и шага дискретизации), то получаем обратно - пропорциональную связь между энергией и длиной. Такая связь означает, что потенциальная энергия определяется не значением зарядов (которых, кстати, не существует в смысле объектов, обладающих энергией), а длиной, связанной с пространственно-временным искривлением. Одновременно эта величина энергии является в противоположной системе наблюдения кинетической энергией. Соответственно максимум по количеству определяется значением скорости света  $E_{\text{кин}} = c$ .

Теперь вернёмся к описанию гравитационного взаимодействия. Мы уже писали и доказывали, что роль положительных и отрицательных зарядов можно отнести к существованию противоположностей, таких как длина и время, и это фактически было сделано Фейнманом при доказательстве связи силы Лоренца и силы Кулона [18, с. 121]. Здесь, заряды в этом случае имеют точно такой же закон изменения в зависимости от СТО как длина и время. Причём надо отметить, что сила действия и противодействия в данном случае не имеют вариант одного направления с разным знаком, как в третьем законе Ньютона, а перпендикулярны друг другу. Это обеспечивает противодействие только через обмен с противоположностью, а

не моментально через полную компенсацию самих сил действия и противодействия. Фактически третий закон Ньютона соответствует чудесам превращения в ноль по математике. Соответственно, взаимодействие этих противоположностей осуществляется через обмен на основе электронных и мюонных нейтрино и антинейтрино [7, с. 9-24], и характер обмена виден по искривлению силовых линий между так называемыми зарядами (рис. 2).

Повторим, что не все нейтрино и антинейтрино взаимодействуют с ближайшими противоположностями, выраженными через длину и время, так как излучения имеют направленный характер из-за неоднородностей. Отсюда есть взаимодействие противоположностей в виде объектов длины и времени не с ближайшими объектами, а более дальними объектами. Это и приводит к формированию так называемого гравитационного поля и обеспечению сжатия до выравнивания сил притяжения с силами отталкивания. Понятно, что при такой концепции гравитационная волна может перемещаться со скоростью света, так как взаимодействие осуществляется за счёт тех же самых электронных и мюонных нейтрино и антинейтрино, которые движутся со скоростью света и имеют взаимосвязь с пространственно-временным искривлением на основе усовершенствованных уравнений Максвелла. Следует заметить, что выбранный способ взаимодействия через обмен на основе электронных и мюонных нейтрино (антинейтрино), с описанием всех существующих сил на основе усовершенствованных уравнений Максвелла, является единственно возможным вариантом, так как иной подход требует придумывания новых объектов для взаимодействия с пространством и временем, и связи с уже существующими частицами. Действительно, для описания сил притяжения необходимо представление таких объектов в качестве противоположностей, иначе нет смысла во взаимодействии. То есть, идентичность представления объектов одной противоположности с точки зрения поглощаемых и излучаемых объектов приводит только к силам отталкивания между идентичными объектами. Обмен с взаимным притяжением требует того, чтобы объекты, излучаемые первой противоположностью, поглощались второй противоположностью, которая формирует излучаемые объекты не схожие с теми, что излучает первая противоположность, и они поглощаются первой противоположностью. В этом

случае получается замкнутый цикл объединения через обмен, а значит, есть притяжение. При нейтральной массе объектов, без противоположностей, нет причин для притяжения, поэтому мы и предполагаем наличие гравитационных сил, как результат притяжения за счёт взаимодействия через обмен противоположными объектами за счёт деления на противоположности самой нейтральной массы объектов. Собственно такое деление нейтральной массы с распадом на противоположности уже установлено экспериментально и до нас [10, с. 9-34]. Однако это не понял и сам Эйнштейн, поэтому и придумал своё космологическое уравнение с подгонкой под результат.

При этом понятие массы в данном случае также не определено (аналогично понятию заряда), в итоге было сделано деление массы на гравитационную и инерционную, и было высказано мнение, что это нечто такое содержащееся в пространственно-временном поле. Отсюда кстати и пошло понятие существования материи в пространстве и времени. В результате Эйнштейн вывел своё космологическое уравнение с исключением участия электромагнитных сил в виде общего ковариантного уравнения поля гравитации [22, с. 134]:

$$R_{\alpha\beta} - 1/2 g_{\alpha\beta} R - \lambda g_{\alpha\beta} = 8\pi G/c^4 T_{\alpha\beta}, \quad (19)$$

Здесь  $R_{\alpha\beta}$  – тензор Риччи, получающийся из тензора кривизны пространства и времени посредством свёртки его по паре индексов,  $R$  – скалярная кривизна, то есть свёрнутый тензор Риччи, составленный из связностей производных метрического тензора  $g_{\alpha\beta}$ ,  $T_{\alpha\beta}$  – тензор плотности энергии «обычной» материи (тензор энергии-импульса материи),  $\lambda$  – космологический член, который введён Эйнштейном для учёта противодействия гравитации,  $G$  – гравитационная постоянная.

До 1997 года достоверных указаний на отличие космологической постоянной от нуля не было, поэтому она рассматривалась в общей теории относительности как необязательная величина, наличие которой зависит от эстетических предпочтений автора. В любом случае её величина (порядка  $10^{-26}$  кг/м<sup>3</sup>) позволяет пренебрегать эффектами, связанными с её наличием, вплоть до масштабов скопления галактик, то есть практически в любой рассматриваемой области, кроме космологии. В космологии, однако, наличие космологической постоянной может существенно изменять некоторые этапы эволюции наиболее

распространённых космологических моделей. В частности, космологические модели с космологической постоянной предлагалось использовать для объяснения некоторых свойств распределения квазаров.

В 1998 году двумя группами астрономов, изучавших сверхновые звёзды, практически одновременно было объявлено об открытии ускорения расширения Вселенной (за счёт тёмной энергии), которое предполагает в простейшем случае объяснения ненулевую положительную космологическую постоянную. Соответственно считается, что к настоящему времени эта теория хорошо подтверждена наблюдениями, в частности, со спутников WMAP и Planck. Величина  $\lambda = 1,0905 \cdot 10^{-52}$  м<sup>-2</sup>, полученная в последних публикациях коллаборации Planck (2020 год) для стандартной космологической модели  $\Lambda$ CDM, соответствует плотности энергии вакуума  $5,25 \cdot 10^{-10}$  Дж/м<sup>3</sup> (или плотности массы  $5,84 \cdot 10^{-27}$  кг/м<sup>3</sup>) [23]. Измеренное значение  $\lambda \approx 1/(10 \text{ млрд световых лет})^2$  близко к обратному квадрату современного радиуса наблюдаемой Вселенной; это совпадение с точностью до порядка, иными словами, близость плотностей тёмной энергии и материи (обычной и тёмной) в современной Вселенной, пока остаётся необъяснённым.

Понятно, что введение дополнительной тёмной энергии, для объяснения, так называемого, расширения Вселенной имеет парадокс. Он связан с тем, что нет формулы связи тёмной энергии с обычной энергией, да и свойства её кроме как заявленного влияния, дающего расширение Вселенной не определены. Опять учёные ищут то, не знаю что.

Для решения парадокса отметим, что сама суть расширения Вселенной основывается на космологическом (метagalактическом) красном смещении – наблюдаемым для всех далёких источников (галактики, квазары), исходя из понижения частот излучения. Это объясняется как динамическое удаление этих источников друг от друга и, в частности, от нашей Галактики, то есть как не стационарность (расширение) Метagalактики. Однако данный вывод был сделан исходя из отсутствия учёта взаимодействия объектов с окружающим пространством. А как мы говорили это взаимодействие связано с излучением и поглощением, а отсюда при распространении в результате взаимодействия поглощение может преобладать над

обратным излучением с учётом принципа Гюйгенса-Френеля. И это и даёт дополнительное смещение частоты. Соответственно концепция расширяющейся Вселенной имеет и другие парадоксы.

Так, по мнению многих физиков, занимающихся квантовой гравитацией, малая величина космологической постоянной трудно согласуется с предсказаниями квантовой физики и поэтому составляет отдельную проблему, именуемую «проблемой космологической постоянной». Всё дело в том, что у физиков нет теории, способной однозначно ответить на вопрос: почему космологическая постоянная так мала или вообще равна 0?

Если рассматривать эту величину как тензор энергии-импульса вакуума, то она может интерпретироваться как суммарная энергия, которая находится в пустом пространстве. Естественным разумным значением такой величины считается её планковское значение, даваемое и различными расчётами энергии квантовых флуктуаций. Оно, однако, отличается от экспериментального на  $\sim 120$  порядков, что некоторые авторы называют «худшим теоретическим предсказанием в истории физики» [24]. Естественная, ожидающаяся в теории величина космологической постоянной близка к обратному квадрату планковской длины  $(L_{P1})^{-2} = [(\hbar G/c^3)^{1/2}]^{-2}$ , тогда как наблюдающееся значение  $\lambda \approx 2,85 \cdot 10^{-122} (L_{P1})^{-2}$ .

Формула (19) представляет собой нелинейное уравнение, приводящее к невозможности использования при её решении принципа суперпозиции, что соответствует электромагнитному взаимодействию. Фактически это уравнение статического потенциального поля, так как здесь отсутствует динамика и не решена проблема сингулярности (разрывов). Соответственно решить проблему взаимодействия электромагнитных и так называемых гравитационных сил на основе этого уравнения не представляется возможным (нет обмена с взаимным превращением), хотя Эйнштейн потом и пытался создать теорию единого поля по связи гравитационных и электромагнитных сил в течение последних его 30 лет. Иными словами, подгонка под результат в квантовой гравитации привела к наличию множества парадоксов.

В заключении отметим, что мы установили:

1. Концепции чёрных дыр, гравитонов, и бозонов Хиггса не выдерживают даже элементарной критики. Отсюда все экспериментальные опыты учёных по поиску и доказательству этих явлений имеют лишь одну цель – подгонка под результат по корыстным соображениям. Суть ошибок в том, что мироздание ничего не знает о системах измерения (СИ, СГС), придуманных людьми.

2. Так как само понятие чёрной дыры не соответствовало термодинамическому равновесию, то Стивен Хокинг был вынужден подогнать результат испускания чёрной дырой под вариант излучения абсолютно чёрного тела, но он так и не смог объяснить само явление излучения иначе, чем через чудо телепортации в результате туннельного эффекта.

3. Только благодаря нашей теории удалось связать энергию и силу через прямо-пропорциональную связь, и это позволило связать значение гравитационной постоянной  $G$  со значением  $c^2$  (в системе измерения мироздания, а не системе измерения СИ), и тем самым обосновать чёрную дыру как объект перед аннигиляцией между электроном и позитроном. То есть переход к полностью замкнутой системе между объектами в мироздании приводит к переходу в противоположность.

4. Гравитационные силы – это результат взаимодействия противоположностей не в самом атоме (близкое взаимодействие), а между атомами на основе излучаемых и поглощаемых электронных и мюонных нейтрино и антинейтрино (дальнее взаимодействие).

5. Идея отсутствия нейтральной массы фактически принадлежит Стивену Хокингу, так как он предположил, что под действием гравитационных сил некий вакуум поляризуется с возникновением противоположных зарядов. Мы лишь уточнили, что этот процесс связан с пространственно-временным искривлением по СТО и ОТО Эйнштейна, а не с неким вакуумом.

В заключении отметим, что количество раскрытых нами парадоксов в квантовой механике и физике, утверждённых физиками как истина, просто не имеет разумного объяснения и говорит о том, что современные «корифеи науки» просто не способны думать логически или их устраивает обман на основе религии в науке. Однако истину скрыть невозможно, как

бы они не старались, особенно в век быстрого распространения информации.

### Литература

- Rysin A.V., Nikiforov I.K., Boykachev V.N., Khlebnikov A.I. The logic of building the universe from simple to complex, taking into account the SRT and GRT Einstein. "Sciences of Europe" (Praha, Czech Republic) /2021/ – № 78, vol. 1 – P. 3-23.
- Hawking, S.W. «Black hole explosions?». 1974. Nature 248 (5443): P. 30-31.
- Рысин А.В., Никифоров И.К., Бойкачёв В.Н.: «Развитие теории возникновения живых существ в соответствии с теорией мироздания. Связь философии, физики, математики и кибернетики для выявления законов управления в живых существах.» Научный международный журнал. «Актуальные исследования», № 20(202), 2024, часть 1, С. 6-26.
- Савельев И.В. Курс общей физики, т. 1. – М.: Наука, 1977. – С. 332.
- Линде А.Д. Физика элементарных частиц и инфляционная космология. М.: Наука, 1990. 280 с.
- Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – Москва: Наука, 1979. – С. 352.
- Рысин А.В., Никифоров И.К., Бойкачёв В.Н. Необходимость усовершенствования уравнений Максвелла с целью описания корпускулярно-волнового дуализма. Межд. науч. журнал. Актуальные исследования. № 23 (153), 2023, физика, Часть 1, С. 9-24.
- Rysin A., Nikiforov I., Boykachev V. Derivation of improved Maxwell's equations with transition to wave equations // Науч. журнал " Sciences of Europe" (Praha, Czech Republic) / 2022/ – № 86 (2026), vol. 1, P. 40-56.
- Rysin A.V., Nikiforov I.K., Boykachev V.N. Transformation of improved Maxwell's equations (electronic and muonic neutrinos and antineutrinos) in equation of particle (electron and positron). "Sciences of Europe" (Praha, Czech Republic) /2022/ – № 88, vol. 1, P. 32-58.
- Рысин А.В., Никифоров И.К., Бойкачёв В.Н.: «Подгонки под результат в квантовой механике и физике. Парадокс туннельного эффекта при ядерном распаде частиц. Часть 4.» Научный международный журнал. «Актуальные исследования», № 25(207), 2024, часть 1, С. 9-34.
- Савельев И.В. Курс общей физики, Т. 2. – М.: Наука, 1978. – С. 118.
- Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. «Электродинамика» – М: Высш.школа. 1980. – С. 291.
- Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – Москва: Высш. шк., 1980. – С. 226.
- Рысин А.В., Никифоров И.К., Бойкачёв В.Н.: «Подгонки под результат в квантовой механике и физике. Парадокс наличия в атоме нулевой энергии. Часть 2.» Научный международный журнал. «Актуальные исследования», № 16(198), 2024, часть 1, С. 5-26.
- Journal of Vectorial Relativity, 2009, Vol. 4, No 1, P. 1 24.
- Рысин А.В., Никифоров И.К., Бойкачёв В.Н.: «Подгонки под результат в квантовой механике и физике. Парадокс туннельного эффекта при холодной эмиссии. Часть 3.» Научный международный журнал. «Актуальные исследования», № 22(204), 2024, часть 1, С. 6-21.
- Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 1. – М.: Наука, 1977. С. 169.
- Савельев И.В. Курс общей физики, Т. 2. – М.: Наука, 1978. – С. 121.
- Рысин А.В., Никифоров И.К., Бойкачёв В.Н.: «Подгонки под результат в квантовой механике и физике. Часть 1.» Научный международный журнал. «Актуальные исследования», № 51(181), 2023, часть 1, С. 12-32.
- Терлецкий Я.П. Рыбаков Ю.П. «Электродинамика» – М: Высш.школа. 1980. – С. 46.
- Морозов А.Ю. Теория струн – что это такое? // УФН. – 1992. – Т. 162, № 8. – С. 83-175.
- Штоф В., А.-М.М'Боу, Кляре Г. и др., под редакцией Г.Ю. Тредера «Проблемы физики: классика и современность». – М: Мир. 1982 г. С. 134.
- Aghanim N. et al. (Planck Collaboration). Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters (англ.) // Astronomy and Astrophysics. – 2020. – Vol. 641. – P. A6. – doi:10.1051/0004-6361/201833910. – Bibcode: 2020A&A...641A...6P. – arXiv:1807.06209.
- Lee Smolin. The trouble with physics: the rise of string theory, the fall of a science, and what comes next. – Boston: Houghton Mifflin, 2006. – ISBN 9780618551057.

**RYSIN Andrey Vladimirovich**

radio engineer, ANO "NTIC "Techcom", Russia, Moscow

**NIKIFOROV Igor Kronidovich**

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,  
Chuvash State University, Russia, Cheboksary

**BOYKACHEV Vladislav Naumovich**

Director, Candidate of Technical Sciences,  
ANO "NTIC "Techcom", Russia, Moscow

## **THE FITTING OF THE RESULT IN QUANTUM MECHANICS AND PHYSICS. THE PARADOX OF THE TUNNEL EFFECT IN GRAVITATIONAL ACTION IN BLACK HOLES. PART 5**

**Abstract.** *The article is a continuation of the analysis of result adjustments that are used in quantum mechanics and physics in describing physical processes. Here we will consider the paradox of the tunneling effect by teleporting particles from a so-called black hole. The logic of solving this paradox without the presence of gravitons, which are associated with the very presence of gravitational action, is presented and derived. It is shown which absurd decisions prevented the further development of physics based on logic.*

**Keywords:** *Einstein's SRT and GRT, Maxwell's improved equations, Huygens-Fresnel principle, Heisenberg's uncertainty principle, the Dirac system of equations, black hole, gravitational force.*

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**ШАТАЛОВ Андрей Федорович**

доцент, кандидат физико-математических наук,  
Северо-Кавказский социальный институт, Россия, г. Ставрополь

**ШАТАЛОВ Николай Андреевич**

преподаватель, Ставропольский колледж связи имени Героя Советского Союза В. А. Петрова,  
Россия, г. Ставрополь

**ШАТАЛОВА Екатерина Александровна**

учитель химии, МБОУ СОШ № 7, Россия, г. Ставрополь

## НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ЖИЛОЙ ЗОНЕ ВБЛИЗИ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПОДСТАНЦИИ «ЗАПАДНАЯ» ГОРОДА СТАВРОПОЛЯ

**Аннотация.** В работе проведен расчет напряженности электрического поля вблизи высоковольтной линией электропередачи. Построены графические зависимости напряженности поля от координаты точек пространства. Сделаны выводы о соответствии значений Санитарным нормам и правилам, оценена электромагнитная обстановка (ЭМО).

При расчетах использовалась оболочка MathCAD, в которой создан алгоритм расчета, позволяющий легко и быстро получить данные о напряженности поля в любой точке пространства вводя параметры линии и конструктивные размеры опор.

**Ключевые слова:** напряженность электрического поля, воздушная высоковольтная линия электропередачи, электромагнитная обстановка, предельно допустимые уровни напряженности электрического поля.

### Введение

Проблема воздействия электрического поля на живые организмы сейчас, как никогда ранее, становятся особенно актуальными ввиду интенсивной застройки жилыми зданиями, территориями, прилегающих к объектам электроэнергетики, в которых находятся технические устройства различного назначения с интенсивной эмиссией электромагнитных помех.

Факторами воздействия устройств электроэнергетики на человека являются: электрические разряды (импульсные токи), возникающие при прикосновении человека к изолированным от земли конструкциям, воздействие тока, проходящего через человека, находящегося в контакте с изолированными от земли объектами – ток стекания, электрические и магнитные поля. Интенсивная эмиссия

электромагнитных полей наблюдается от высоковольтных линий электропередачи.

Предельно допустимые уровни напряженности электрического поля приведены в Санитарных нормах и правилах «Защита населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты» № 2971-84, допустимые уровни напряженности ЭП 50 Гц вне зависимости от вида источника в жилых помещениях не должны превышать 0,5 кВ/м. СанПиН 2.1.2.1002 -2000 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям», на территории зоны жилой застройки – 1 кВ/м, значения напряженности нормируются для электрического поля, не искаженного присутствием человека, напряженность электрического поля определяется на высоте 1,8 м от уровня земли, а для помещений

- от уровня пола. По результатам измерений и расчетов, делаются выводы о длительности работ и пребывания людей в местах воздействия поля.

В работе рассчитана напряженность электрического поля, создаваемого воздушной высоковольтной линией передачи подстанции (ПС) «Западная», попавшей в настоящее время в черту жилых районов города Ставрополя.

ПС «Западная» была построена в середине XX века. Тогда местом ее расположения была

окраина г. Ставрополя, в настоящее время «Западная» находится в центре жилого района г. Ставрополя. Ближайшие жилые дома и МОУ лицей № 16 находится на расстояниях 8...20 м от линии электропередачи (ЛЭП) 110 кВ, питающей подстанцию, нежилые строения с временным пребыванием людей (гаражи) находятся непосредственно под ЛЭП – рисунок 1.

Основная проблема - воздействие электрического поля промышленной частоты ЛЭП на людей в жилых домах, и на детей в лицее № 16.



Рис. 1. Фотографии расположения линии электропередачи 110кВ и жилых домов

#### Расчетная часть

Одноцепные и двухцепные (на опорах расположены одна и две трехфазные системы) ЛЭП

выполнены проводом диаметром 19.4мм, использованы опоры У110-1 и П110-6В – рисунок 2. На большинстве опор имеется

грозозащитный трос, трасса проходит на расстояниях от 10м до 20м от стен жилых домов и лица. Грунт под ЛЭП – суглинок, с удельным сопротивлением  $(0,2..1,5) \cdot 10^2$  Ом·м, в зависимости от влажности и температуры, так как на объекте в грунте высокое содержанием влаги,

то его удельное сопротивление принято  $\rho_0 = 0,2 \cdot 10^2$  Ом·м, что без всяких ограничений позволило считать землю идеальным проводником. Модуль рабочего напряжения линии 110 кВ,

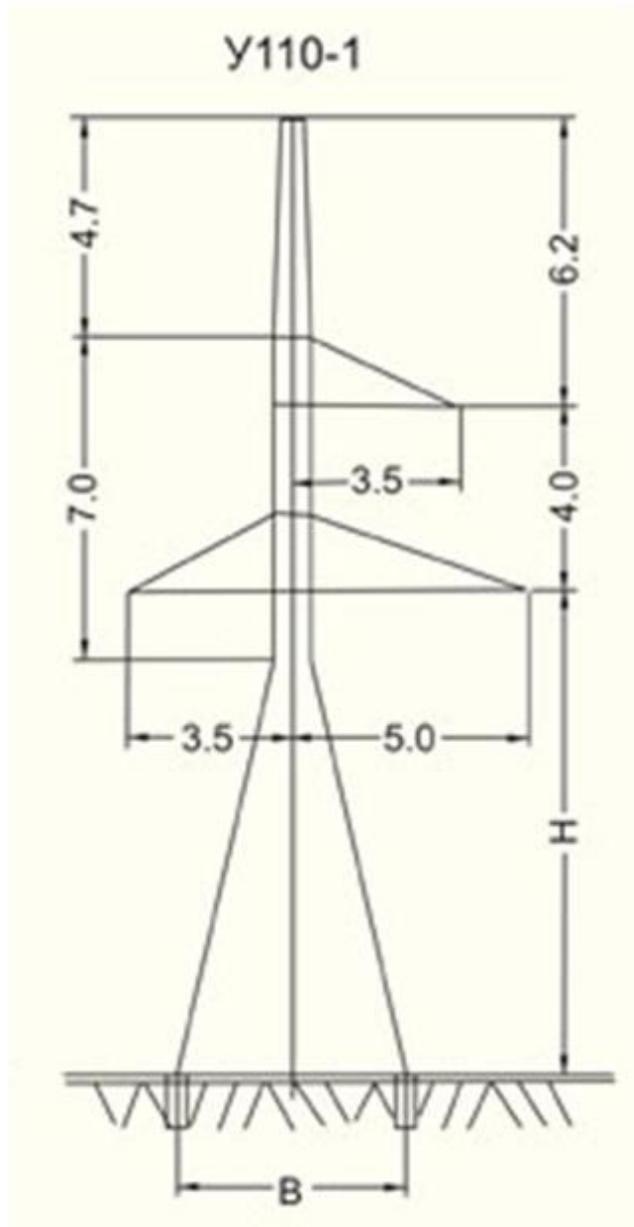
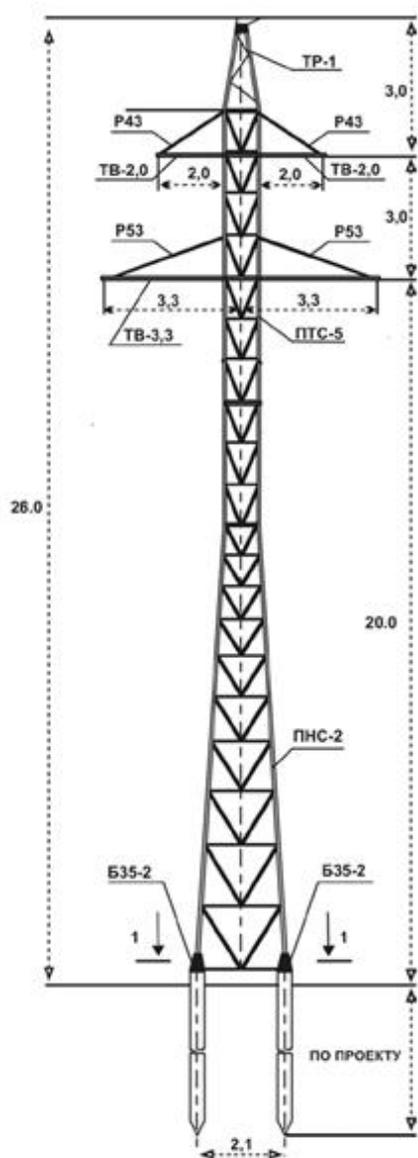


Рис. 2. Чертежи двухцепной и одноцепной опор ЛЭП 110 кВ ПС «Западная» жилком районе г. Ставрополя (H=15м)

Расчеты выполнены методом зеркальных изображений по группам уравнений Максвелла в математическом пакете **MathCAD 14**, результаты представлены в виде графических

зависимостей. В плоскости земли на высоте 1,8м и в вертикальной плоскости на расстояниях, соответствующих удаленности здания от трассы ЛЭП.

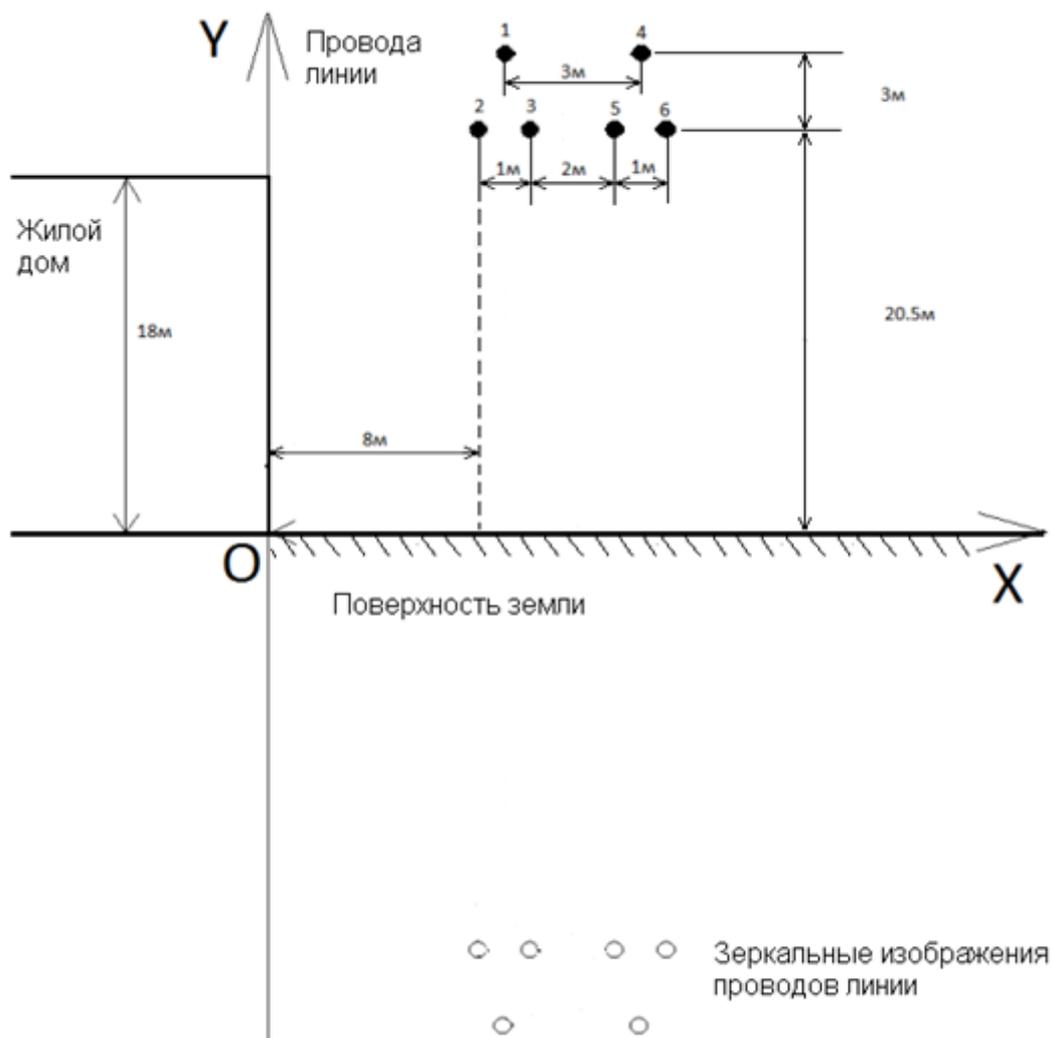


Рис. 3. Чертеж системы проводников ЛЭП и их зеркальных изображений, разметка расстояний и координатных осей (к методу зеркальных изображений)

**Поле одноцепной ЛЭП**

Расчеты показали, что по линии вертикали, совпадающей со стеной жилого дома напряженность поля не выше 400 В/м (амплитудное значение) и 300 В/м по действующему значению для линии с молниезащитным тросом, а без него не выше 550 В/м (амплитудное значение) и 470 В/м по действующему значению под линией с молниезащитным тросом. Эти величины не выше рекомендованных санитарными нормами.

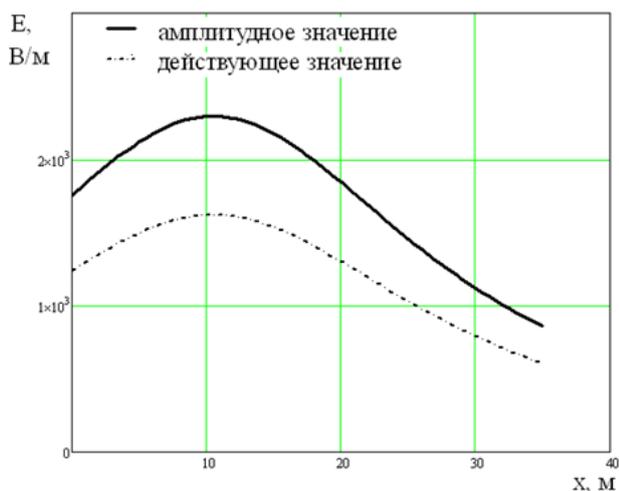
**Поле двухцепной ЛЭП**

Для двухцепной линии расчетные значения оказались значительно выше, результаты

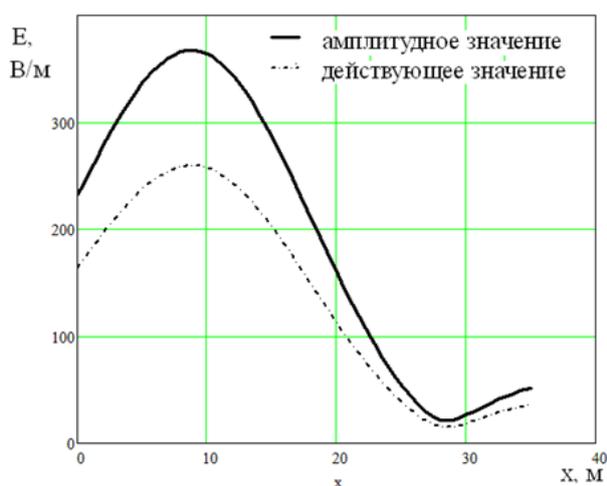
представлены графическими зависимостями, приведенными на рисунках 4 и 5.

Видно, что напряженность электрического поля под линией без молниезащитного троса в месте расположения зоны отдыха людей превышает норму в более чем в 4 раза, введение молниезащитного троса нормализует ситуацию (рис. 4).

Для стены ближайшего здания, где постоянно проживают люди норма напряженности, превышает рекомендованное значение для ЛЭП с молниезащитой на 20% и для ЛЭП без молниезащиты более чем в четыре раза.

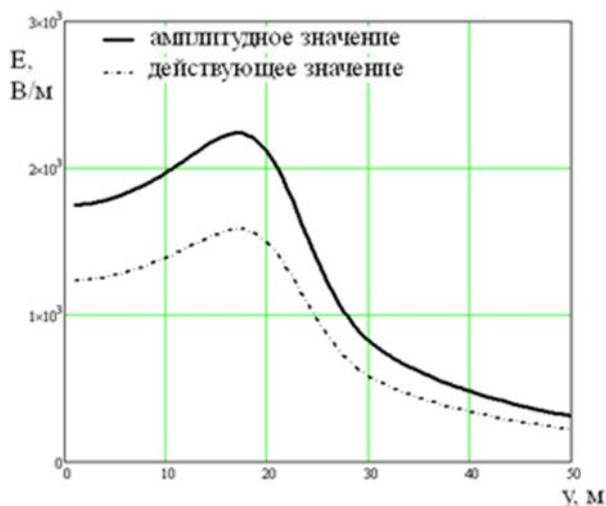


Линия без молниезащитного троса

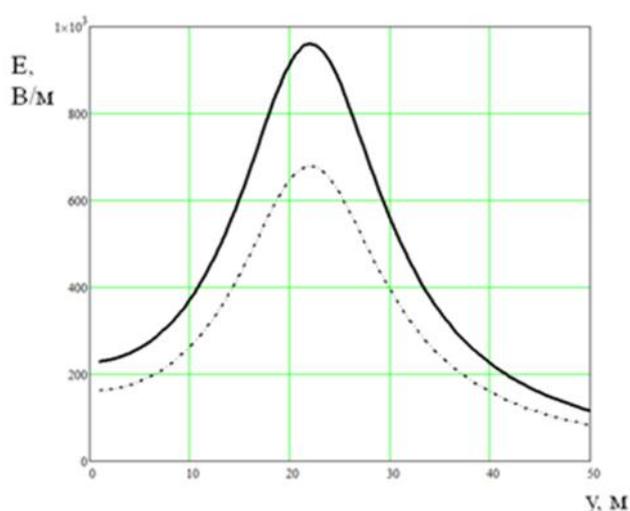


Линия с молниезащитным тросом

Рис. 4. График распределения напряженности электрического поля на высоте 1.8 м над поверхностью земли для двухцепной ЛЭП (отсчет от ближайшей стены дома)



Линия без молниезащитного троса



Линия с молниезащитным тросом

Рис. 5. График зависимости напряженности электрического поля от высоты над поверхностью земли от расстояния 8 м для двухцепной ЛЭП (ближняя стена жилого дома)

### Оценка электромагнитной обстановки (ЭМО) в отношении электрического поля промышленной частоты (50Гц) вблизи ЛЭП

Как следует из полученных в настоящей работе данных, одноцепная линия 110 кВ не приводит к появлению электрического поля промышленной частоты (ПЧ) напряженностью выше значений, предписанных Нормами. Эта ситуация наблюдается для линий с молниезащитным тросом и без него.

Для двухцепной линии с молниезащитным тросом непосредственно под линией, где расположена зона отдыха (скамейки и беседки) напряженность поля также составляет

значение не выше предписанных Нормами. Однако, начиная с 18 метров – 6 этаж жилого дома и до 8 этажа наблюдается превышение нормы на 20–30%. Напряженность поля не превышает допустимую величину непосредственно под линией, на верхних этажах жилого дома превышение норм составляет около 30%.

Что касается двухцепной линии без молниезащитного троса, то здесь ситуация значительно хуже – превышение норм (рис. 5) напряженности поля на указанных выше этажах составляет более 4-х раз.

Последние обстоятельства требуют разработки мероприятий по снижению

напряженности электрического поля, которое превышает допустимый уровень.

### Рекомендации по улучшению ЭМО в районе в соответствии с нормами СЭС

Перемещение опор ЛЭП дальше от жилых домов невозможно ввиду их полного примыкания к лесопарковой зоне, где расположена школа, поэтому один из способов уменьшить напряженность поля двухцепной линии без молниезащитного троса возможно путем

добавления молниезащитного троса. Второй путь – увеличение высоты опор, чтобы области высоких напряженностей поля оказались выше квартир дома. Для этого проведены расчеты, результаты которых показаны в таблице 1. Как следует из данных таблицы, такой способ малоэффективен, так как требуется существенного увеличения высоты и применения нестандартных опор.

Таблица

**Влияние прибавки высоты опор на напряженность поля на уровне 2-6 этажей жилого дома**

Прибавка к высоте опоры $\Delta h$ , м	Напряженность поля на 2 этаже E, В/м	Напряженность поля на 6 этаже E, В/м
0	1200	1600
1	1200	1550
2	1150	1400
4	1000	1300
6	900	1250
8	850	1250
10	850	1250
15	600	800

Остается единственный способ улучшения ЭМО в квартирах - применить экранирование хотя бы части жилого дома, располагаемой ближе всего к ЛЭП, расположив на стенах металлическую заземленную фольгу, применяемую обычно в теплоизолирующих плитах.

### Литература

1. СО 34.35.311-2004 Методические указания по определению электромагнитной обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях: РАО «ЕЭС России» – Утв. 13.02.2004. – 79 с.
2. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях: Главный государственный санитарный врач РФ – Утв. 30.01.2003.
3. Буль О.Б. Методы расчета магнитных

систем электрических аппаратов. Магнитные цепи, поля и программа FEMM / М.: АСАСЕМiA, 2005. – 337с., ил.

4. Шваб А., Мазин В.Д. Электромагнитная совместимость / Спектор 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. Кужекина. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 480 с., ил.

5. Хабигер Э., Кужекин И.П. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике / под ред. Б.К. Максимова. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 304 с., ил.

6. Зайдель А.Н. Ошибки в измерениях физических величин. / Л.: Наука, 1974. – 108 с.

7. Кассандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов наблюдений / М.: Наука, 1970. – С. 86-96.

**SHATALOV Andrey Fedorovich**

Associate Professor, Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
North Caucasus Social Institute, Russia, Stavropol

**SHATALOV Nikolay Andreevich**

Teacher, Stavropol College of Communications named after Hero of the Soviet Union V. A. Petrov,  
Russia, Stavropol

**SHATALOVA Ekaterina Aleksandrovna**

Chemistry Teacher, MBOU Secondary School No. 7,  
Russia, Stavropol

**ELECTRIC FIELD INTENSITY IN A RESIDENTIAL AREA NEAR THE POWER TRANSMISSION LINE OF THE ZAPADNAYA SUBSTATION IN STAVROPOL**

**Abstract.** *In the work, the calculation of the electric field strength near high-voltage power lines is carried out. Graphical dependences of the field strength on the coordinates of the points of space are constructed. Conclusions are drawn about the compliance of the values with Sanitary standards and regulations, and the electromagnetic environment (EMO) is evaluated.*

*The calculations used the MathCAD shell, which created a calculation algorithm that allows you to easily and quickly obtain data on the field strength at any point in space by entering line parameters and structural dimensions of supports.*

**Keywords:** *electric field strength, overhead high-voltage power transmission line, electromagnetic environment, maximum permissible levels of electric field strength.*

**ШАТАЛОВ Николай Андреевич**

преподаватель,  
Ставропольский колледж связи имени Героя Советского Союза В. А. Петрова,  
Россия, г. Ставрополь

**АСТАФУРОВ Павел Петрович**

заведующий, Ставропольский колледж связи имени Героя Советского Союза В. А. Петрова,  
Россия, г. Ставрополь

**ШАТАЛОВА Екатерина Александровна**

учитель химии, МБОУ СОШ № 7, Россия, г. Ставрополь

**САРКИСЯН Эдуард Гамлетович**

студент, Ставропольский колледж связи имени Героя Советского Союза В. А. Петрова,  
Россия, г. Ставрополь

**ШАТАЛОВ Андрей Федорович**

доцент, кандидат физико-математических наук,  
Северо-Кавказский социальный институт, Россия, г. Ставрополь

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА 10 КВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «УРАН-1»  
И «УРАН-2»**

*Аннотация.* В статье рассматривается методика определения характеристик трансформатора тока (ТТ) при вводе в эксплуатацию, после ремонта или обслуживания. Методика основана на использовании испытательного комплекса «Уран-1» и «Уран-2» и включает определение сопротивления вторичных обмоток, полярности выводов, коэффициента трансформации и погрешностей преобразования.

*Ключевые слова:* трансформатор тока, сопротивление обмоток, коэффициент трансформации.

Документация по нормам испытания электрооборудования регламентирует необходимость определения характеристик трансформатора тока (ТТ) при вводе в эксплуатацию, после восстановительного или капитального ремонта электрооборудования, а также при периодическом технологическом обслуживании ТТ, которое проводится не реже, чем 1 раз в 8 лет.

В ходе испытаний ТТ определяется

сопротивление вторичных обмоток постоянному току, полярность выводов первичной и вторичной обмоток, коэффициент трансформации, погрешности преобразования, тока вольтамперная характеристика (ВАХ).

Представленную ниже методику проводили с использованием испытательного комплекса «Уран-1» и «Уран-2» на трансформаторе тока ТОЛ-СЗЩ с параметрами, представленными в таблице.

Таблица

**Параметры испытываемого ТТ**

Тип	Тех. данные	Обозначение обмотки	
		1и1-1и2	2и1-2и2
ТОЛ-СЗЩ	Обозначение	300/5	300/5
	Ктт	10	15
	Нагрузка, ВА	0,5s	10P
	Класс обмотки		

Целостность обмоток и отсутствие межобмоточных замыканий производится с помощью мультиметра и мегомметра.

Определение полярности выводов можно проводить несколькими способами:

- способ гальванометра;
- с помощью РЕТОМ-21;
- с помощью ВАФ.

Ввиду отсутствия оборудования, рассмотрим способ гальванометра.

Для применения данного метода необходимо использовать источник постоянного тока, ключ и стелечный амперметр. Схема подключения для определения полярности выводов трансформатора тока представлена на рисунке 1.

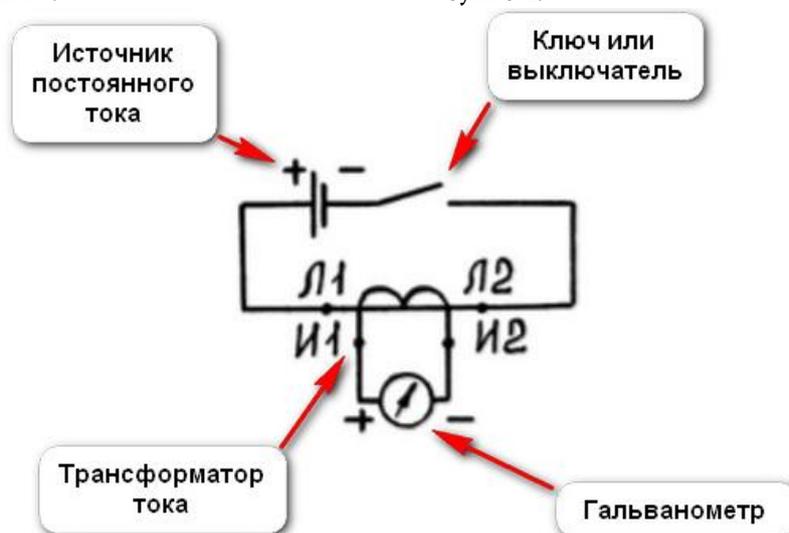


Рис. 1. Схема подключения ТТ для определения полярности выводов

В качестве источника постоянного тока можно использовать элементы питания напряжением от 0,5 до 2 Вв зависимости от коэффициента трансформации. В качестве измерительного прибора можно применить миллиамперметр от 10 до 100 мА.

Подключим положительный полюс «+» батарейки к началу первичной обмотки Л1, а отрицательный полюс «-» – к концу первичной обмотки Л2. Миллиамперметр подключаем плюсом «+» к началу первой вторичной обмотки И1, а минусом «-» к концу первой вторичной обмотки И2. При этом выводы второй вторичной обмотки 2И1-2И2 заворачиваются между собой.

В качестве источника постоянного напряжения используем УРАН 1 и УРАН 2. При этом клеммы подключаем к тыльной стороне нагрузочного блока к разъёмам «Фазы ток», а на лицевой стороне регулировочного блока тумблером «режимы работы» выбираем значение «=U».

Теперь кратковременно подаем питание и следим за стрелкой миллиамперметра.

Суть данного способа определения полярности ТТ сводится к следующему. Необходимо подобрать такое включение трансформатора

тока, чтобы при замыкании первичной цепи стрелка миллиамперметра отклонялась вправо.

В таком случае выводы первичной и вторичной обмоток, присоединенные к «+» батарейки и «+» миллиамперметра будут однополярными, т. е. при протекании тока по первичной цепи от Л1 к Л2, ток во вторичной цепи будет протекать от И1 к И2 или 2И1 к 2И2.

Следующим этапом определяем коэффициент трансформации трансформатора тока. Для этого на регулировочном блоке с тыльной стороны на клеммы сеть 220 В подаем напряжение величиной 220 В с частотой 50 Гц.

На нагрузочный блок с тыльной стороны подключаем первичную обмотку Л1-Л2 ТТ на клеммы «Фазы тока» при этом можно задействовать следующие комбинации: АВ, ВС, АС, АН, ВН, СН. При этом начало первичной обмотки Л1 необходимо подключать к первой букве выбранной комбинации. В нашем случае взята комбинация АС. После подключения выбранной комбинации необходимо переключить тумблер на лицевой стороне на выбранную комбинацию. Пример подключения и лицевая сторона нагрузочного блока представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Пример подключения нагрузочного блока

Первую вторичную обмотку 1и1-1и2 подключаем к миллиамперметру, а вторую вторичную обмотку 2и1-2и2 закорачиваем.

На лицевой стороне регулировочного блока выбираем тумблером «Режим работы» выбираем переменный ток.

Производим включение за счет перевода тумблера «Сеть» из положения «Выкл.» в

положение 220 В. Точность регулировки выбирается тумблером «Предел регулировки, В».

По завершению настройки и включения Урана 1 и Урана 2 нажимаем кнопку «Тест» и поднимаем ток до 5 А вращением ручки «Регулирования U,I» по часовой стрелки. Лицевая сторона регулировочного блока представлена на рисунке 3.



Рис. 3. Лицевая сторона регулировочного блока

По достижению 5 А снимаем показания токов на вторичной обмотке с миллиамперметра.

Схема подключения трансформатора тока для определения коэффициента трансформации представлена на рисунке 4.

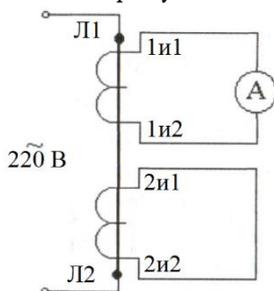


Рис. 4. Схема подключения ТТ

В нашем случае ток на первой вторичной обмотке равен 0,083 А. Для определения коэффициента трансформации используем следующее выражение:

$$k_{тр} = I_{Л1-Л2} / I_{1и1-1и2} = 5,012 / 0,083 = 60,39, (1)$$

Где:

$I_{Л1-Л2}$  – ток первичной обмотки, А;

$I_{1и1-1и2}$  – ток вторичной обмотки, А.

На второй вторичной обмотки ток равен 0,084 А. Аналогично определяем коэффициент трансформации и получаем значение 59,88.

В связи с тем, что паспортный коэффициент трансформации равен 300/5, а именно 60, то определим погрешность:

Определяем погрешность преобразования для первой вторичной обмотки в процентах при помощи выражения:

$$\Delta I\% = \left| \frac{k_{ном} I_2 - I_1}{I_1} 100 \right| = \left| \frac{50 \cdot 0,083 - 5,012}{5,012} 100 \right| = 0,64, (2)$$

Аналогично определяем для второй вторичной обмотки.

Вывод: коэффициент трансформации первой вторичной обмотки больше на 0,65%, а на второй вторичной меньше на 0,2% чем паспортное значение, что соответствует требованиям (согласно нормативной документации,

разница полученного коэффициента трансформации и паспортного значения может составлять не более 2%).

Отметим, что коэффициент трансформации ТТ так же, как у ТН, не является строго постоянной величиной и из-за погрешностей может отличаться от номинального значения. Погрешности ТТ зависят главным образом от кратности первичного тока по отношению к номинальному току первичной обмотки и от нагрузки, подключенной к вторичной обмотке. При увеличении сопротивления нагрузки или тока выше определенных значений погрешность возрастает и ТТ переходит в другой класс точности.

Для измерительных приборов погрешность относится к зоне нагрузочных токов. Эта погрешность именуется классом точности и может быть равна 0,2; 0,5; 1,0; 3,0%.

Последний этап проверки испытания трансформатора тока – снятие вольтамперных характеристик (ВАХ).

Вольтамперная характеристика представляет собой зависимость напряжения, подаваемого на вторичную обмотку, от тока намагничивания. Она отличается от характеристики намагничивания за счет падения напряжения в сопротивлении от тока и идет выше, так как напряжение подается на зажимы вторичной обмотки и при снятии характеристики больше, чем ЭДС.

Вольтамперные характеристики являются основными для оценки исправности обмоток трансформатора тока.

Наиболее вероятные витковые замыкания не выявляются другими простыми способами и сравнительно легко обнаруживаются по изменению вольтамперной характеристики. Примеры возможных ВАХ представлены графиком на рисунке 5.

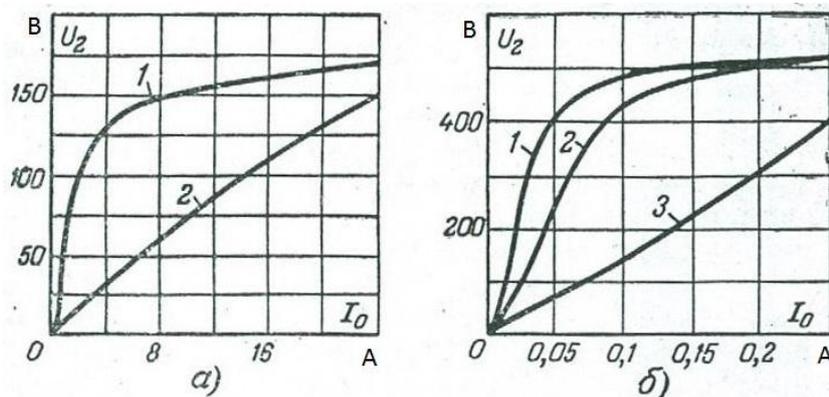


Рис. 5. Изменения вольтамперных характеристик при витковых замыканиях

На первом графике (а – встроенный трансформатор тока ТНМ110 600/5) кривые 1 – исправный трансформатор; 2 – замкнуты два витка.

На втором графике (б – шинный трансформатор тока ТШВ20 10000/5) кривые 1 – исправный трансформатор тока; 2 – замкнут один виток; 3 – замкнуты пять витков.

Следует иметь в виду, что витковые замыкания представляют большую опасность для трансформаторов тока, поскольку через короткозамкнутые витки (или виток) протекает большой ток, вызывающий значительный местный нагрев обмотки, который может привести к перегоранию провода и обрыву вторичной цепи.

Для снятия ВАХ ТТ на нагрузочный блок с тыльной стороны подключаем первую вторичную обмотку 1и1-1и2 на клеммы «Фазы тока» при закороченной второй вторичной обмотки. При таком подключении можно задействовать следующие комбинации: АВ, ВС, АС, АН, ВН,

СН. При этом начало первичной обмотки 1и1 необходимо подключать к первой букве выбранной комбинации.

В нашем случае взята комбинация АС. После подключения выбранной комбинации необходимо переключить тумблер на лицевой стороне на выбранную комбинацию. Первичная обмотка при данном подключении остаётся разомкнутой.

На лицевой стороне регулировочного блока выбираем тумблером «Режим работы» выбираем переменный ток. Производим включение за счет перевода тумблера «Сеть» из положения «Выкл.» в положение 220 В.

Точность регулировки выбирается тумблером «Предел регулировки, В». По завершению настройки и включения нажимаем кнопку «Тест» и регулируем ток вращением ручки «Регулирование U, I» почасовой стрелки.

Пример подключения и лицевая сторона нагрузочного и регулировочного блока представлена на рисунке 6.



Рис. 6. Пример подключения и лицевая сторона блоков

Стоит отметить, что перед началом снятия ВАХ необходимо произвести размагничивание трансформатора тока, для этого необходимо на источнике плавно и медленно повысить ток до 5А и опустить до 0. Данную операцию необходимо произвести 3 раза.

Схема подключения трансформатора тока для снятия ВАХ представлена на рисунке 7.

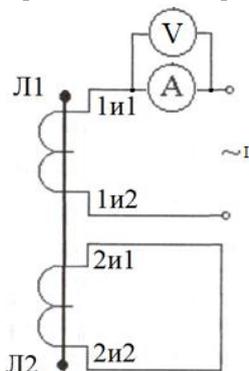


Рис. 7. Схема подключения трансформатора тока для снятия ВАХ

Для построения вольтамперной характеристики трансформатора тока необходимо построить снять показания для 10–12 точек, при этом токовые значения откладываются по оси абсцисс (x), а значения напряжения по оси ординат (y).

Стоит отметить, что шаг напряжения выбираем произвольно, а показания снимаются с измерительных приборов, расположенных на лицевой стороне регулировочного блока.

После снятия измерений с первой вторичной обмотки необходимо произвести подобные измерения со второй вторичной обмотки. Затем можно приступить к построению ВАХ.

В нашем случае для первой вторичной обмотки мы получили вольтамперную характеристику, представленную на рисунке 8.

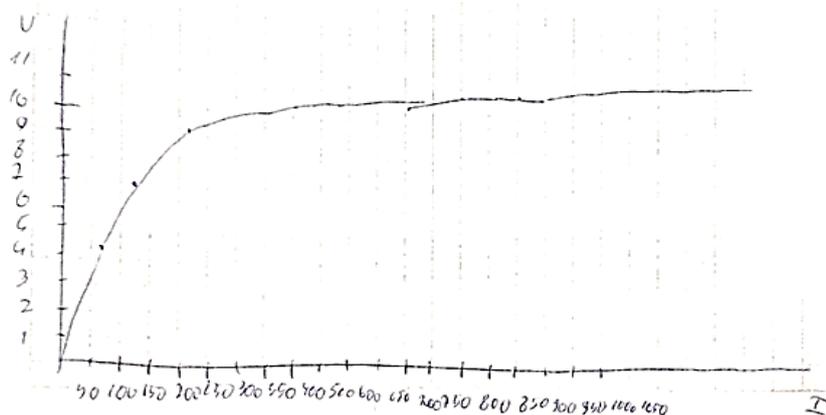


Рис. 8. Вольтамперная характеристика первой вторичной обмотки трансформатора тока ТОЛ-СЗЩ

Как видно с вольтамперной характеристики первая вторичная обмотка трансформатора тока ТОЛ-СЗЩ в исправном состоянии.

ВАХ второй вторичной обмотки представлена на рисунке 9.

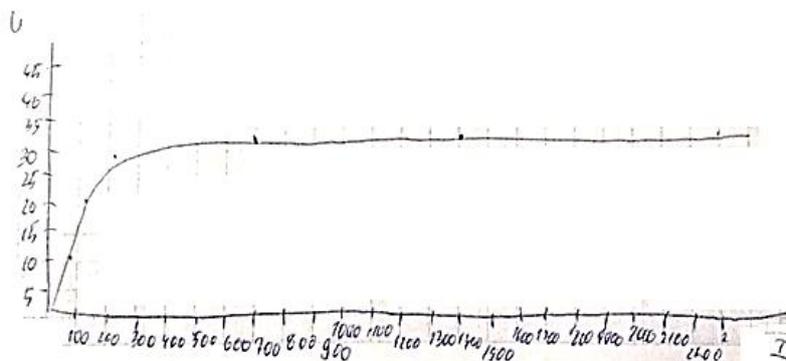


Рис. 9. Вольтамперная характеристика второй вторичной обмотки трансформатора тока ТОЛ-СЗЩ

Как видно с вольтамперной характеристики вторая вторичная обмотка трансформатора тока ТОЛ-СЗЩ в исправном состоянии.

Стоит отметить, что измерение с помощью мегаомметра необходимо проводить в перчатках стоя на диэлектрическом коврике.

Перед каждым включением Уран 1, Уран 2 на регулировочном блоке необходимо ручку «Регулирования U,I» выкручивать полностью против часов стрелки.

Так же после каждого измерения необходимо снять заряд с клемм трансформатора проводом заземление в диэлектрических перчатках.

#### Литература

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Шестое издание. Утверждено

Главтехуправлением, Госэнергонадзором Минэнерго СССР 05.10.1979. ред. от 20.06.2003. – 460 с.

2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Издание седьмое. Утверждено Министерством энергетики Российской Федерации, приказ от 8 июля 2002 г. № 204, 2003. – 584 с.

3. Киреева Э.А. Электрооборудование электрических станций, сетей и систем. Учебное пособие / Э.А. Киреева. – Москва: КноРус, 2019. – 319 с.

#### SHATALOV Nikolay Andreevich

Teacher, Stavropol College of Communications named after Hero of the Soviet Union V. A. Petrov, Russia, Stavropol

#### ASTAFUROV Pavel Petrovich

Head, Stavropol College of Communications named after Hero of the Soviet Union V. A. Petrov, Russia, Stavropol

#### SHATALOVA Ekaterina Aleksandrovna

Chemistry Teacher, MBOU Secondary School No. 7, Russia, Stavropol

#### SARKISYAN Eduard Hamletovich

Student, Stavropol College of Communications named after Hero of the Soviet Union V. A. Petrov, Russia, Stavropol

#### SHATALOV Andrey Fedorovich

Associate Professor, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, North Caucasus Social Institute, Russia, Stavropol

## DEVELOPMENT OF A TEST PROCEDURE FOR A 10 KV CURRENT TRANSFORMER USING THE URAN-1 AND URAN-2 MEASURING COMPLEXES

**Abstract.** *The article discusses the methodology for determining the characteristics of a current transformer (CT) during commissioning, after repair or maintenance. The technique is based on the use of the test complex "Uran-1" and "Uran-2" and includes the determination of the resistance of the secondary windings, the polarity of the terminals, the transformation coefficient and conversion errors.*

**Keywords:** *current transformer, winding resistance, transformation coefficient.*

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Le Cuong**

PhD, Electric Power University,  
Vietnam, Hanoi

**Tran Thi Minh Thu**

Master, Electric Power University,  
Vietnam, Hanoi

## USING SOFTWARE FOR TEACHING MATHEMATICS

**Abstract.** *Mathematics is considered by most learners to be quite a difficult and abstract subject. The necessity of learning math is probably not discussed because it is related to most aspects of life, especially science and technology. Perceived difficulties in learning mathematics can be attributed to the methods used by the teachers. However, with the development of technology, the nature of teaching and learning mathematics is expected to change in a more positive direction in the near future. The use of new technologies, especially special software, in the classroom helps students access mathematics and also makes learning more interesting and effective. Therefore, technology can positively enhance student learning by presenting content graphically, symbolically, and numerically without spending extra time calculating complex computational problems. by hand. This article summarizes the technologies and tools available to educators to make mathematics teaching and learning fun, dynamic, and learner-centered. To illustrate some aspects of discrete mathematics are considered with the help of Maple software.*

**Keywords:** *mathematics, mathematics education, technology, software.*

### I. Introduction

Mathematics helps develop positive attitudes in children; allowing them to perform calculations and mathematical operations confidently, quickly and accurately. This subject is also useful in applying mathematical knowledge and skills to familiar and new problems: collecting, organizing, analyzing, synthesizing, evaluating and making generalizations in solving problems. solve mathematical problems [15]. Mathematics to some extent can be considered the queen of all subjects when considering its usefulness to other subjects and fields of study such as: Arts, Social Sciences, Religion. Mysticism, Commerce, etc. It is an indispensable tool in natural science research as well as humanities related to logical reasoning and quantitative calculations.

The importance of mathematics is also demonstrated in the presentation of Solarin (2012), who sees this subject as a description of life because one cannot talk about life without mathematics. Salman (2017) found that Mathematics is useful in carpentry, construction, graphics, industry, astronomy, surveying, trading, thus, pointing out its

usefulness in almost all fields. field of research and human activity. It also provides simple knowledge and skills needed by an individual in solving problems of daily life.

### Mathematics Education

Education is the sum of ideas, methods, institutions, facilities and personnel designed and developed by society to teach its members how to go through life by realizing set goals. out [5, p. 92-106]. It is the process of facilitating learning or the acquisition of knowledge, skills, values, beliefs, and habits [11, p. 24-29]. Education normally takes place under the guidance of educators, but in some specific cases learners can also educate themselves. Education can take place in formal or informal settings, and any experience that has a formative impact on how a person thinks, feels, or acts can be considered educational.

Inheriting the above, within its scope mathematics education is a field of research related to tools, methods and approaches to facilitate the practice of teaching and learning mathematics. Mathematics education prepares students for quantitative and symbolic reasoning as well as

advanced mathematics skills through general education, major and minor courses, and graduate programs [9, p. 122-129]. Mathematics education can also be described as the process of bringing about the desired mathematical knowledge, skills, values, beliefs and habits in an individual. The people responsible for this are mathematics educators who are trained and certified to teach mathematics.

Mathematics educators have used many different methods of teaching mathematics in the past. However, with the current technological developments in society, the question that needs to be raised is that there are challenges in using technology to support the teaching and learning of mathematics. A brief and relevant review of technologies for teaching mathematics will be given in this article.

### **Technology**

Technology is the use of tools, machines, techniques, crafts, systems and organizational methods to solve a problem, improve an existing solution to a problem, achieve a goal or perform a specific function. It can also be called digital tools used for teaching and these tools include computers, computer software and the internet [19]. It is also a collection of tools, machines, modifiers, arrangements and processes. Research shows that computer technology can help support learning and that it is especially useful in developing higher-order skills in critical thinking, analysis and scientific inquiry.

According to Aparna (2016), the use of technology has a long history in mathematics education. Starting from magic board, books, magic lantern, Blackboard, OHP, radio, slide rule video tape, Television, Calculator, computer, Interactive board and Apple Ipad all come under technology. Banknotes and coins, beans, bears, buttons and other small objects are useful for counting and calculation skills. Straws grouped into dozens are great for teaching Math. Inclometers are very useful for teaching and learning Trigonometry. The abacus allows children to conceptualize mathematical formulas by working with tangible objects [2].

### **Information communication technology (ICT)**

There is no clear definition of IT. This is because its meaning is considered contextual and varies across fields such as education, healthcare, military, etc. However, it is generally accepted that ICT is a converging technology for information and communication. It is also said to mean all the devices, network components, applications, and

systems that, when combined together, enable people and organizations to interact in the digital world [21]. IT is technology that supports information-related activities. Such activities include data collection, processing, storage and presentation. These activities increasingly involve collaboration and communication. From now on, Information Technology (IT) has become IT. It includes any product that will store, retrieve, manipulate, transmit or receive electronic information in digital form. Examples include personal computers, digital television, email and robotics [13]. IT is a technology that provides access to information through telecommunications. It is similar to IT but focuses mainly on communication technology. This includes the internet, wireless networks, mobile phones and other means of communication [14].

Suh (2010) asserts that IT is an umbrella term for all communication technologies that provide access to information. Such IT tools are Internet, wireless networks, mobile phones, satellite communications, digital television computers, network hardware and software. As well as devices and services related to these technologies, such as video conferencing, e-mail, blogging, etc.

According to Aparna (2016), there are many types of technology currently being used in the classroom. Among the software used to teach and learn mathematics are Graphics Calculator, Dynamic Graphing Tool, Dynamic Geometry Tool, Microsoft Excel/spreadsheet, Microsoft Math, Geo Gebra, Autograph, and Mat lab.

According to Ly-Huong, Tejal, Laurie, and Wael (2022), ICT includes six effective technologies. Including:

- **Data:** These are facts, images or raw statistics. They are unprocessed information used as input for IT.
- **Hardware:** These are the physical components of the computer or peripherals.
- **Software:** This is the name of computer programs.
- **Information:** This is the result obtained from converting data from raw facts into meaningful and useful information.
- **Procedures:** These are actions carried out in a certain sequence to ensure the system operates smoothly.
- **Humans:** they are responsible for entering data by various means into the computer, e.g. keyboard, voice recognition, mouse, etc.

The human part of this component is the most important component. This is because without

human resources, the most sophisticated IT equipment will remain useless [12]. The role of IT in education over the past 20 years cannot be overemphasized. The main activity in the teaching and learning process is communication. IT is also mainly related to communication. This is perhaps the reason why IT has earned itself an important role in education.

**II. Technology tools in teaching and learning Mathematics**

There are many Information Communication Technology (ICT) tools available that can be applied to the teaching and learning of mathematics in schools and colleges. IT tools include hardware tools like OverHead Projectors, LCD Projectors, Handheld Devices, advanced computers, PDAs, etc. There are many software tools for effective mathematics teaching and learning, some of which are graphing tools, dynamic geometry software, computer algebra systems, spreadsheets, and online tools. online for learning.

According to Inayat and Hamid (2016), the most common tools and media used for effective mathematics teaching and learning are as follows.

**A. Dynamic graphing tool**

Dynamic graphing tools are effective tools for visualizing and representing relationships between entities in readable, scalable, and efficient diagrams.

There are many dynamic graphing tools available to effectively display relationships between entities. According to Gadanidis and Geiger (2010), there are several popular dynamic graphing tools available for building dynamic graphs:

**i. Google Charts:** Google Charts is a free, powerful, and easy-to-use interactive tool for creating data visualizations for browsers and mobile devices. Google Charts is the perfect tool for visualizing data on websites. The Google Charts chart library provides a number of sample chart types

including simple line charts to complex hierarchical tree maps.

**ii. D3.js:** This is an efficient JavaScript library for displaying and manipulating data-based documents. It allows to tag arbitrary data into the Document Object Model (DOM) and then apply data-driven transformations to the document. For example, D3 can be used to create an HTML table from a series of numbers or an interactive SVG bar chart with smooth transitions and interactions.

**iii. am Charts:** am Chart is an advanced library for data visualization. It includes several chart options from simple line, bar, column, area, step, and stepless to more advanced charts.

**iv. Chart Stream:** this is a Java library for creating, importing, exporting, and displaying dynamic charts. Graph Flow provides several graph classes that allow modeling directed and undirected graphs, 1-graphs or p-graphs. It also allows storing any data attribute on chart elements, i.e. numbers, strings or any objects. It can be customized using CSS stylesheets for chart visualization.

**B. Computer Algebra System (CAS)**

A computer algebra system is a software package used to manipulate mathematical expressions to automate algebraic manipulation tasks that are tedious and sometimes difficult to solve manually. The fundamental difference between Computer Algebra Systems and traditional computers is the ability to handle CAS rather than numerically. The specific capabilities and uses of these systems vary widely from system to system, however the purpose remains the same, that is, the manipulation of computer algebra systems can be divided into two types: specialized CAS applications and general purpose CAS. Specialized CAS is designed to deal with group theory, number theory or teach basic mathematics. General-purpose CAS is useful for users who need to manipulate mathematical expressions in any scientific field.

Table 1

**Summary of Dynamic Algebra Systems - Source: Inayat and Hamid (2016)**

Software	License	Uses/Notes
<b>Mathematica</b>	Proprietary	General Purpose CAS
<b>Maple</b>	Proprietary	General Purpose CAS
<b>Mathcad</b>	Proprietary	Numerical Software with some CAS capabilities
<b>Magma</b>	Proprietary	General Purpose CAS originally specialized in group theory. Works with elements of algebraic structures rather than non-typed mathematics expressions.
<b>Macsyma</b>	Proprietary	The oldest general-purpose CAS.
<b>Wolfram Alpha</b>	Proprietary	Online CAS with a step-by-step solution.
<b>Fermat</b>	Proprietary	Specialized CAS for resultant computation and linear algebra with polynomial entries.

Software	License	Uses/Notes
<b>GAP</b>	Free	Specialized CAS for group theory. It provides a programming language for implementing algebraic algorithms.
<b>Maxima</b>	Free	General Purpose CAS
<b>PARI/GP</b>	Free	Specialized CAS for number theory.
<b>Mathomatic</b>	Free	Elementary algebra, calculus, complex numbers and polynomial manipulations.
<b>Macaulay2</b>	Free	Specialized CAS for algebraic geometry and commutative algebra.
<b>Magnus</b>	Free	Specialized CAS for group theory.
<b>Scilab</b>	Free	Matlab alternative
<b>Singular</b>	Free	Specialized CAS for polynomial computation, with special emphasis on commutative and non-commutative algebra, algebraic geometry, and singularity theory.
<b>Sage</b>	Free	Numerical computation, Statistics, and Image Processing.
<b>Kant/kash</b>	Free	Specialized CAS for algebraic number theory.
<b>Cocoa</b>	Free	Specialized CAS for commutative algebra.
<b>Axiom</b>	Free	General Purpose CAS

**Examples 1.** Using Maple software we could solve the following problems (but not only the those problems): Check if a number M is prime or not? Indicate the nth prime number? The smallest prime number greater than or equal to the given number A; Decompose number N into prime factors? Decompose the number N into prime factors and write it as a list?!

Using the following commands:

- + isprime(M);
- + ithprime(n);

- + prevprime(A);
- + ifactor(N);
- + ifactors(N).

**Examples 2.** Please check whether the two following statements are tautology or false? Explain?

$$E = (p \wedge q) \rightarrow (p \vee (\neg q) \vee r) \text{ and } F = (p \rightarrow q) \rightarrow [(p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow (\neg r))]$$

By using Maple software we have the answer instead of the lengthy transformations, that can cause confusion.

```

> E:=(p &and q) &implies (p &or (&not q) &or r):
  F:=(p &implies q) &implies ((q &implies r) &implies(p &implies (&not r))):
> Export(E); Export(F);
> Tautology(E);
                                     true
> Contradiction(E);
                                     false
> Tautology(F, 'X');  Contradiction(F, 'Y');
                                     false
                                     false
> X;
                                     {p = true, q = true, r = true}
> Y;
                                     {p = false, q = false, r = false}
    
```

Fig. 1.

**So that  $E$  is Tautology and  $F$  is neither a Tautology nor a False.**

**Examples 3.** A student buys 2 hats from a store that has 3 types of hats A, B, C. List all the student's purchasing possibilities.

```
> S:=[A, A, B, B, C, C];
> choose(S, 2);
[[A, A], [A, B], [A, C], [B, B], [B, C], [C, C]]
```

Fig. 2.

Using Maple software we have the answer as follow:

**C. Dynamic Geometry Software (DGS)**

According to Inayat and Hamid (2016), Dynamic Geometry Software is an effective mathematical tool for representing and interactively manipulating geometric objects. One of the features of such programs is the construction of geometric models of objects, such as points, lines, circles,

etc., with interdependencies between these objects [5]. Dynamic geometry technology can be used to maximize students' geometry learning and allow them to visualize the geometric concepts being studied. Below is a summary of some of the popular dynamic geometry packages available worldwide.

Table 2

**Summary of Dynamic Geometry Software - Source: Inayat and Hamid (2016)**

Software	License	Uses/Notes
GeoGebra	Proprietary	It includes tools for interactive geometry, algebra, statistics, and calculus for exploring Euclidean geometry. This package has got several awards for its excellence in teaching and learning, it includes, National Technology Leadership Award 2010, MERLOT Award for Exemplary Online Learning Resources.
Geometry Expert (GEX)	Free	Dynamic drawing and automated geometry proving and discovery.
C.A.R.	Free	Interactive Geometry Software in Euclidean and Non-Euclidean Geometry.
Archimedes Geo 3D	Shareware	Software package for dynamic geometry in 3D. It won a German Government award for outstanding educational software in 2007. It is used to trace the movement of points, lines, segments, and circles and generate the locus of lines and surfaces.
Geometer's Sketchpad	Proprietary	Popular commercial interactive geometry software for algebra, calculus, and other areas.
Cinderella 2.0	Proprietary	Interactive Online Geometry Software and analysis of Euclidean, Geometry, Spherical Geometry, Hyperbolic Geometry. Includes Physics simulation engine and scripting language.
Tabula	Proprietary	Professional Geometry learning software built using a live geometry engine. Helps visualize and solve geometry problems.
Cabri	Proprietary	Commercial Interactive Geometry Software for teaching and learning Geometry and Trigonometry.
GAViewer	Free	Interactive Geometric Algebra program with OpenGL visualization.

**D. Data analysis and statistics tools**

Data analysis tools are computer programs used to design, analyze and implement algorithms to find numerical solutions (including exact or approximate solutions) for problems containing

continuous variables. Statistical tools are used to analyze large volumes of data and derive some meaning from it for further analysis and decision making.

Table 3

**Summary of Numerical Analysis and Statistical Tools - Source: Inayat and Hamid (2016)**

Software	License	Uses/Notes
<b>GNU Octave</b>	Open Source	It is a high-level language primarily designed for numerical computations. It provides solutions for linear and nonlinear problems and other numerical experiments. It also provides data visualization and manipulation. It is similar to Matlab.
<b>R</b>	Free	R is a language for statistical computing and graphics. It provides a wide range of statistical operations like linear and nonlinear modeling, classical statistical tests, time series analysis, classification, clustering, and so on, and also provides graphing techniques. It provides a well designed publication plots including mathematical symbols and formulae.
<b>ROOT</b>	Free	ROOT is a modular scientific framework. It provides all the capabilities to deal with statistical analysis, huge data processing, visualization, and storage. It can be integrated with other languages like python and R.
<b>MaxStat</b>	Proprietary	MaxStat is an easy-to-use statistical software. It can be used to perform more than 100 statistical tests and makes it easy to interpret the result. It also provides a facility to create high-quality graphs for visualization. It supports linear and nonlinear regression, multivariate analysis, correlation, and time series analysis. The Lite version MaxStat is free for non-commercial use.
<b>Analytica</b>	Proprietary	It is a powerful tool for visual quantitative modeling. It offers a list of statistical functions for analyzing sample data. Also provides built-in graphics to visualize uncertainties using probability band, density functions, and cumulative functions.
<b>GAUSS</b>	Proprietary	GAUSS is a fast matrix programming language for mathematical and statistical analysis. It is widely used by engineers, scientists, biometricians, statisticians, and financial analysts. It provides an easy-to-learn, powerful, and versatile learning environment.
<b>GenStat</b>	Proprietary	It provides a menu-driven interface for novices and a powerful command language interface for a more experienced user. It is used for a vast range of statistical operations (basic statistics, microarray analysis, time series, regression, and spatial analysis). GenStats Discovery Edition is free for non-commercial use.
<b>Statistical Lab</b>	Free	It is an interactive tool used for both education in statistics and simulation and the solution of statistical problems. A GUI is provided to easily understand complex statistical relations.
<b>Matlab</b>	Proprietary	MATLAB is a multi-paradigm numerical computing environment. It is also used as a fourth-generation programming language. Matlab allows matrix manipulation, functions, data plotting, creating user interfaces, etc. It is primarily designed for numerical computation but an optional toolbox can include MuPAD symbolic engine for symbolic computing, Simulink for simulation, and so on.

In addition to the tools mentioned above, we also need to mention WME (Web-based Mathematics Education) – a modern online distribution system for mathematics education. The WME system provides an extended set of facilities for effective online teaching and learning. Web-based learning can help in extending the reach of education and also expand its impact and influence [20, p. 621-629]. Also we should remained spreadsheets - It were invented in the 1970s and since then used as

a tool for mathematical, scientific, financial, and statistical calculations. Aparna (2016) stated that spreadsheets in mathematics education have several benefits it including:

1. Calculation of complex mathematics expressions with ease.
2. Provision of automatic updates by just changing the variables in the previously defined formulas.

3. Visualized data can be presented by creating graph charts from the range of data.

Besides trends like **Applet** - applet is an application independent of the platform that is designed to perform a specific task and run within another application such as a web browser [3]. An applet interacts and provides a means to capture user input that results in changes to the graphical, numerical, and algebraic content displayed on it. The last trend worth mentioning is: **Calculator** - calculator is a device used in solving mathematical problems. Kissane, McConney, and Ho (2015) asserted that the calculator can be much more than a device for calculation. It can be used effectively to develop concepts.

### III. Advantages of Technological Tools for Mathematics Teaching

The usefulness of ICT in mathematics education is endless. The following includes a few such:

#### A. Development of Student's Mathematical Skills

Technologies increase learners' access to information, ideas, and interactions that can support and enhance sense-making, which is central to the process of taking ownership of knowledge.

#### B. Ease of Lesson Planning for the Teachers

The ease and speed of obtaining information on the internet help teacher users empower themselves.

#### C. Accessibility to the Latest Evaluation Tools.

Technology provides different assessment tools such as Checklists, rating scales, and rubrics to assess 21st-century skills such as creativity, problem-solving, decision making, and leadership skills which are criteria for project-based learning.

#### D. Provision of New Ways of Learning

Technology can reduce the effort devoted to tedious computations and increase learners' focus on more important mathematics.

#### E. Assignment of New Roles for the Teacher

In the present time, the teacher's role in teaching mathematics is the facilitator.

**Conclusion:** This paper mainly focuses on the reviewing about the technological tools available for effective teaching and learning of mathematics. It also considered the role of technologies in the teaching and learning of mathematics and the benefits of integrating technology in teaching and learning mathematics as evident from various research.

### References

1. Akanmu I.A. (2016). Integrating Technology Into Mathematics Education In Nigeria: The

Case Of Geogebra. <https://ggijro2.files.wordpress.com/2016/02/art87.pdf/>

2. Aparna M. (2016). Technological methods in teaching mathematics. *International Journal of New Technologies in Science and Engineering* 3(11). [www.ijntse.com](http://www.ijntse.com).

3. Boese E. (2010). *An introduction to programming with java applets*. Sudbury, MA: Jones and Bartlett Publishers.

4. Bojor B.E (2013). The role of arts education in Nigeria. *African Journal of Teacher Education*. 3(1), P. 92-106.

5. Boyko B.B.(2010). A Brief Tour to Dynamic Geometry Software, CaMSP February 2015 Newsletter, (2010).

6. Gadanidis G., Geiger V. (2010). A social perspective on technology enhanced mathematical learning—from collaboration to performance. *ZDM*, 42(1), P. 91-104.

7. Haleem A. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and computers* 3, 275-285.

8. Inayat M. Hamid N. (2016). Integrating New Technologies and Tools in Teaching and Learning of Mathematics: An Overview. *Journal of Computer and Mathematical Sciences*. 7(3), P. 122-129.

9. Joshua A.A. (2017). Original higher education experience of graduating students of mathematics education in Nigeria: an autoethnographic approach. *Education Journal*. 6(6), P. 177-187.

10. Kissane B., McConney A., Ho K.F. (2015). Review of the use of technology in mathematics education and the related use of CAS calculators in external examinations and post-school tertiary education settings. Perth, WA: School Curriculum and Standards Authority.

11. Lamichhane C. (2018). Understanding the education philosophy and its implications. *NCC Journal* 3(1), P. 24-29. <https://doi:10.3126/nccj.v3i1.20245>.

12. Ly-Huong T.P., Tejal D., Laurie H., Wael A. (2022). Identifying the Components of Information system. <https://doi:status.libretexts.org>.

13. Megha G. (2000). Information and communication technology <https://doi:www.hzu.edu.in>.

14. Ratheeswari K (2018). Information Communication Technology in Education. *Journal of Applied and Advanced Research*, 2018: 3 (suppl.1).

15. Salman M.F. (2017). Language and problem solving: The Mathematics education link. 168th Inaugural Lecture, University of Ilorin, Ilorin, Nigeria.

16. Salman M.F. (2018). Piaget's constructivism theory on cognitive development: implication for mathematics education and sustainable development. In Salman M.F (Ed). Enhancing Mathematics Education in Nigeria. Ilorin: Unilorin Mathematics Education Group.

17. Solarin A. (2012). Mathematics Teachers. Students need attention. Daily Trust Newspaper of 29th November 2012.

18. Suh J.M. (2010). Tech-knowledge for diverse learners [Technology Focus Issue]. Mathematics Teaching in the Middle School, 15(8), P. 440-447.

19. Rakes C., Ronau R. (2010). New directions in the research of technology-enhanced education: A systematic review and research synthesis. Annual Meeting of the.

20. Association of Mathematics Teacher Educators, Irvine, CA. Wang P., Mikusa M., Al-shomrani S., Chiu D., Lai X, Zou X. (2005). Features and Advantages of WME: A Web-based Mathematics Education System, Proceeding IEEE Southeast Conference, P. 621-629, (2005).

21. Yusuf M.O. (2018). Lecture Note on Information Communication Technology: Evaluating Internet Resources.

### Лэ Кыонг

кандидат физико-математических наук, преподаватель,  
Электроэнергетический университет, Вьетнам г. Ханой

### Чан Тхи Минь Ту

магистр, преподавательница,  
Электроэнергетический университет, Вьетнам г. Ханой

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

**Аннотация.** Большинство учащихся считают математику довольно сложным и абстрактным предметом. Необходимость изучения математики, вероятно, не обсуждается, поскольку она связана с большинством аспектов жизни, особенно с наукой и техникой. Ощущаемые трудности в изучении математики можно объяснить методами, используемыми учителями. Однако с развитием технологий ожидается, что в ближайшем будущем характер преподавания и изучения математики изменится в более позитивном направлении. Использование новых технологий, особенно ИКТ, в классе помогает учащимся получить доступ к математике, а также делает обучение более интересным и эффективным. Таким образом, технологии могут положительно улучшить обучение учащихся, представляя контент графически, символически и численно, не тратя дополнительного времени на решение сложных вычислительных задач вручную. В этой статье обобщаются технологии и инструменты, доступные преподавателям, позволяющие сделать преподавание и обучение математике увлекательным, динамичным и ориентированным на учащихся. Для иллюстрации некоторых аспектов дискретной математики рассматриваются с помощью программного обеспечения Maple.

**Ключевые слова:** математика, математическое образование, технологии, программное обеспечение.

# АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО



10.5281/zenodo.12639102

**МАМАЕВ Олег Александрович**

Россия, г. Санкт-Петербург

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОРТОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ, ТЕРМИНАЛОВ И МОРСКИХ ПОРТОВ

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность оптимизации проектных решений при проектировании портовых гидротехнических сооружений, терминалов и морских портов за счет четырёх видов моделирования: физического, математического (численного), навигационного и имитационного. Рассмотрены особенности данных видов моделирования, включая краткое описание диапазона решаемых задач.

**Ключевые слова:** портовое гидротехническое сооружение, терминал, порт, акватория, проектирование, природные факторы, моделирование, цифровые технологии.

Современный мир характеризуется высоким уровнем глобализации. Экономика каждого отдельного государства имеет многочисленные и сложные связи с экономиками иных государств и, в целом, является частью общемировой глобальной экономики. Это причина того, что транспортная инфраструктура является одной из основ экономики любого государства.

Морские порты это не только одни из ключевых элементов транспортной инфраструктуры, но и базис для увеличения грузооборота, в том числе внешнеторгового.

Именно поэтому долгосрочное планирование развития портов вошло в число национальных приоритетов Российской Федерации.

В 2012 году была принята «Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года» (далее – Стратегия) [1]. Согласно Стратегии, морские порты Российской Федерации имеют стратегическое значение для развития народно-хозяйственного комплекса Российской Федерации, обеспечения экспортных потребностей Российской Федерации. Нарращивание портовых мощностей позволяет России не только обеспечить внутренние потребности, но и стать активным участником процесса

обслуживания международных грузопотоков транзита, транshipmentа, международных транспортных коридоров [1, с. 9].

Для достижения основных целевых ориентиров Стратегии, необходимо решение ряда основных задач развития морских портов России [1, с. 39], в том числе:

1. Увеличение портовых мощностей и обеспечение эффективного развития портовой инфраструктуры;
2. Обеспечение безопасного функционирования морской портовой инфраструктуры и морского транспорта.

Таким образом в ближайшей перспективе можно ожидать проектирование и строительство новых портовых комплексов и одним из основных факторов будет безусловное обеспечение безопасного функционирования портовой инфраструктуры и обслуживаемого морского транспорта.

Согласно статье 4 Федерального закона от 08.11.2007 № 261-ФЗ «О морских портах в Российской Федерации» такие объекты морских портов как берегозащитные сооружения, волноломы, дамбы, молы, пирсы, причалы, а также подходные каналы, подводные сооружения, созданные в результате проведения

дноуглубительных работ, расположенные на территории морского порта, взаимодействующие с водной средой и предназначенные для обеспечения безопасности мореплавания и стоянки судов относятся к портовым гидротехническим сооружениям.

Портовые гидротехнические сооружения и, в целом, терминалы морских портов имеют ряд особенностей (далее – Особенности):

- постоянное статическое и динамическое воздействие на элементы портовых гидротехнических сооружений от морских волн, течений, ледового покрова акватории и отдельных льдин (далее – природные факторы);
- необходимость обеспечения безопасной швартовки и стоянки судов в условиях воздействия на суда природных факторов;
- необходимость обеспечения безопасного судоходства судов в акватории порта с учетом природных факторов;
- необходимость обеспечения необходимого грузооборота терминалов с учетом природных факторов.

Как видно, ключевым базисом являются природные факторы: ветер, морские волны, течения, воздействие ледового покрова акватории и отдельных льдин.

К сожалению, несмотря на бурное развитие науки, невозможно в рамках одной расчётной формулы или иной относительно простой расчётной методики определить числовое значение воздействия природных факторов на

портовые гидротехнические сооружения и в целом на функционирование терминалов.

Одним из вариантов решения задачи является моделирование на стадии проектирования вновь возводимых портовых гидротехнических сооружений, терминалов и порта, включая акваторию.

Существует четыре наиболее часто используемых при проектировании вида моделирования:

1. Физическое моделирование.
2. Математическое (численное) моделирование.
3. Навигационное моделирование.
4. Имитационное моделирование.

Физическое моделирование является наиболее старым видом моделирования, а до появления соответствующих компьютерных технологий и единственным видом моделирования.

Суть физического моделирования в том, что в экспериментальном мелководном бассейне строится точная копия портовых гидротехнических сооружений и воспроизводится рельеф дна акватории.

При необходимости изготавливаются и устанавливаются у макетов причалов макеты судов в необходимом масштабе. На швартовных концах и в иных местах, в зависимости от целей моделирования, устанавливаются тензодатчики (рис. 1).



Рис. 1. Пример физического моделирования стационарного морского отгрузочного причала [2]

Волнопродуктор генерирует в воде волны с нужной длиной и высотой, воздействие которых на макеты портовых гидротехнических

сооружений и судов регистрируется датчиками, видеокамерами и иными способами и далее анализируются по различным методикам.

При помощи данного метода моделирования можно изучить следующие вопросы [3, с. 3]:

- оценка защищенности портовых акваторий от волнения;
- обоснование плановых и компоновочных решений причальных и оградительных сооружений;
- оценка устойчивости элементов сооружений;
- оценка заплесков (переливов) на сооружения и (или) территорию;
- оценка волноотражающей и волногасящей способности элементов конструкций;
- определение волновых нагрузок на элементы конструкций;
- иные задачи (при необходимости).

Основным условием при выполнении физического моделирования является обеспечение механического подобия объекта и модели.

В качестве основного критерия подобия следует использовать число Фруда  $F_r$ , то есть необходимо обеспечить равенство чисел Фруда объекта и модели [3, с. 4]

$$F_r = \frac{v^2}{gL} = idem, \quad (1)$$

где –  $v$  – характерная скорость (например, скорость распространения волны), м/с;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$L$  – характерный линейный размер (например, длина волны), м.

Кроме линейных размеров также необходимо обеспечивать масштабирование и иных параметров. Например, масштаб времени и периода волн  $m_t$  вычисляют по формуле [3, с. 4]

$$m_t = \sqrt{m_h}, \quad (2)$$

где  $m_h$  – линейный масштаб.

Масштаб массы элементов (плит, камня или фасонных массивов)  $m_G$  при исследовании их устойчивости вычисляют по формуле [3, с. 4]

$$m_G = m_h^3, \quad (3)$$

где  $m_h$  – линейный масштаб – линейный масштаб.

Отдельно стоит остановиться на физическом моделировании взаимодействия ледового покрова акватории и отдельных льдин с судами и портовыми гидротехническими объектами (рис. 2).



Рис. 2. Пример физического моделирования воздействия льда на искусственные сооружения [4]

Исходя из принципа обеспечения подобия, масштабирование должно применяться и к прочностным характеристикам льда. Соответственно, если при физическом моделировании будет использован обычный лед, то результаты моделирования будут описывать некий

нереальный лёд с прочностными характеристиками как у металла.

Таким образом, основной вопрос при физическом моделировании ледового покрова акватории и отдельных льдин – это разработка технологий снижения прочностных

характеристик льда в ледовом бассейне. Данные технологии являются ноу-хау научных центров. Одним из таких научных центров является ФГУП «Крыловский государственный научный центр» - один из крупнейших мировых исследовательских центров в области кораблестроения и проектирования, имеющий собственную научную базу для физического моделирования взаимодействия ледового покрова акватории и отдельных льдин с судами и портовыми гидротехническими объектами [5].



Рис. 3. Визуальное наблюдение процесса накопления льда в пространстве между палами при физическом моделировании взаимодействия гидротехнического объекта и дрейфующего ледяного поля

В конце XX века с появлением достаточно мощных вычислительных систем появилась возможность выполнения иных видов моделирования.

Одним из таких видов моделирования является математическое (численное) моделирование.

Существует множество программных продуктов, предназначенных для данного типа моделирования. Одно из таких программных приложений – программный комплекс «Anchored Structures»™, разработанный ООО «Центр компьютерного моделирования динамики морских сооружений» в сотрудничестве с Российским Морским Регистром Судоходства [6].

Согласно обзорной информации компании «InterCAD» о «Anchored Structures»™ [6] программный комплекс позволяет:

Еще одним отличием физического моделирования ледового покрова акватории и отдельных льдин является необходимость наблюдения за взаимодействием льда и моделей по направлению снизу вверх – из толщи воды (рис. 3).

Для этого в толще воды ледового бассейна устанавливают подводные видеокамеры, либо дно бассейна исполняют в виде проходных галерей со стеклянной крышей, через которую экспериментаторы проводят необходимые визуальные наблюдения.

- рассчитывать жесткостные характеристики связей (якорных, швартовых, грузонесущих, буксирных), состоящих из участков с различными упруго-весовыми характеристиками, с учетом возможного включения подвесных грузов или плавучестей;
- рассчитывать гидродинамические характеристики морских объектов (в том числе с учетом влияния близко расположенных корпусов иных сооружений);
- рассчитывать нагрузки на плавучие или стационарные сооружения от ветра, течения, волнения и льда;
- рассчитывать смещение заякоренных объектов и натяжение связей под действием статических нагрузок;
- рассчитывать динамические колебания сооружений в шести степенях свободы под действием регулярных или нерегулярных внешних воздействий;

- выполнять полновероятностное моделирование динамики сооружения за предполагаемый период его эксплуатации;
- выполнять моделирование динамики сооружения с учетом динамики якорных связей;
- выполнять моделирование различных морских операций с участием моделируемых объектов.

Особенностям моделирования с использованием программного комплекса «Anchored

Structures»<sup>TM</sup> посвящено множество научных работ, например «Математическое моделирование поведения морских объектов под действием природных нагрузок в среде программного обеспечения Anchored Structures» [7, с. 38-45], в которой дан краткий обзор применимости программного комплекса к задачам проектирования портовых гидротехнических объектов (рис. 4).

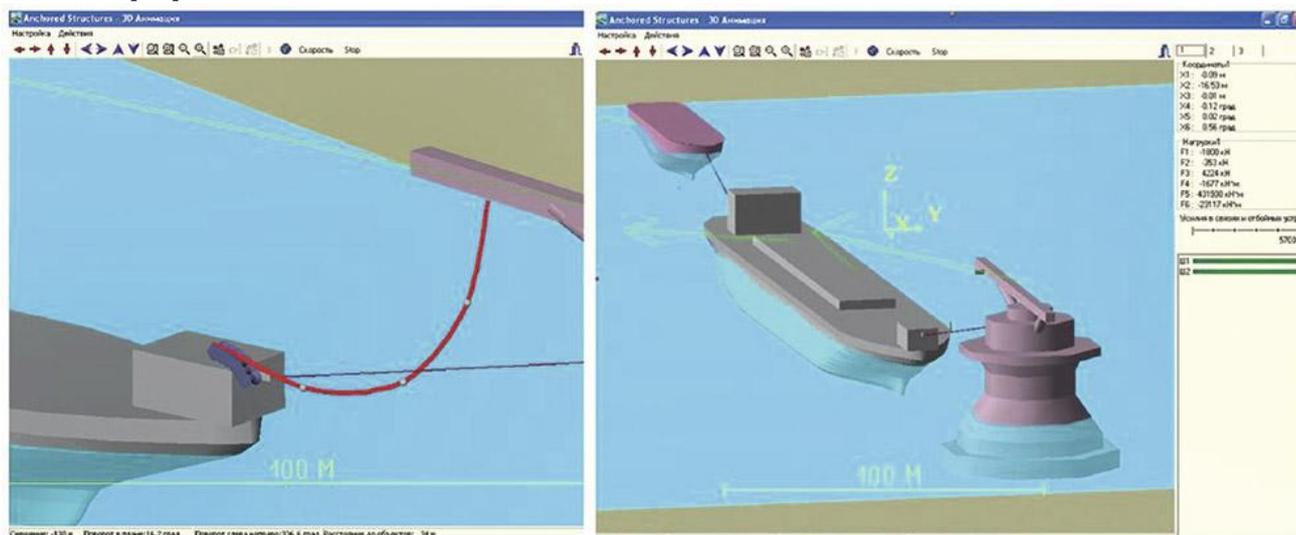


Рис. 4. Математическое моделирование поведения системы «СМЛОП (стационарный морской ледостойкий отгрузочный причал) – танкер – буксир» [7, с. 38-45]

Можно сказать, что физическое моделирование и математическое (численное) моделирование в целом решают схожие задачи, но за счет принципиально различных используемых методов эффективно дополняют друг друга.

Еще один в настоящее время широко используемый вид моделирования – навигационное моделирование.

Навигационное моделирование выполняется с использованием компьютерного тренажерного комплекса, представляющего собой компьютерный симулятор навигационного мостика рубки судна.

Данное моделирование способно решить следующие задачи:

- оценка местонахождения, ориентации и конфигурации причалов согласно требованиям безопасности мореплавания с учетом принятых компоновочных решений,
- оценка требований к подходному фарватеру и акватории маневрирования для безопасной навигации и маневрирования судов,
- выявление предельно допустимых гидрометеорологических условий для безопасной

навигации и маневрирования рассматриваемых судов в акватории порта,

- оценка требований к количеству, типу и размеру буксиров,
- определение стратегии маневрирования и вероятных маршрутов следования судов,
- оценка требований к вспомогательному навигационному оборудованию и системам контроля морских операций.

В состав симулятора навигационного мостика входит, как правило, следующее судовое оборудование:

- проекционная система имитации визуальной обстановки;
- унифицированные мостиковые консоли, оборудованные органами управления различных типов (штурвал, машинные телеграфы, джойстики управления винторулевыми колонками и прочее);
- имитаторы радаров с функциями САРП;
- имитаторы радионавигационных систем;
- электронно-картографическая навигационная система (ECDIS);

- средства управления системой динамического позиционирования;
- система имитации судовой УКВ-связи.

Для выполнения навигационного моделирования в компьютерный симулятор загружается цифровая модель порта, включающая акваторию, портовые гидротехнические сооружения, цифровые модели судов и прочая необходимая информация.

В ходе сессий навигационного моделирования эксперты с большим практическим опытом

судовождения проверяют на симуляторе типовые маневры подхода, разворота и отхода судов при различных гидрометеорологических условиях и видимости, маневры подхода и отхода в аварийных ситуациях, включая сценарии возможных отказов, таких как отказ судового двигателя и рулевого устройства, отключение энергоснабжения на борту судна и так далее (рис. 5).



Рис. 5. Сессия навигационного моделирования

В результате навигационного моделирования можно получить следующую информацию:

- оценка местонахождения, ориентации и конфигурации причалов согласно требованиям безопасности мореплавания;
- требования к подходному фарватеру и акватории маневрирования для безопасной навигации и маневрирования судов;
- описание выявленных предельно допустимых гидрометеорологических условий для безопасной навигации и маневрирования рассматриваемых судов в акватории порта;
- требования к количеству, типу и размеру буксиров;
- стратегия маневрирования и вероятным маршрутам следования судов;

- общие рекомендации по плаванию в ледовых условиях в акватории порта;
- требования к вспомогательному навигационному оборудованию и системам контроля морских операций.

Природные факторы воздействуют не только на отдельные гидротехнические сооружения морских портов, но и оказывают существенное воздействие на функционирование терминалов и морских портов в целом.

Например, наличие льда в акватории накладывает дополнительные требования на ледовый класс судов, определяет необходимость использования судов-ледоколов, выполнение мероприятий по управлению ледовой обстановкой в операционных акваториях

терминалов и в целом в акватории порта (так называемый «Ice Management»).

Кроме того, судоходство и швартовка в порту могут быть остановлены по причине шторма или в случае сильного ветра при заходе судов с большой парусностью. Сильный ветер также может оказать воздействие непосредственно на процесс отгрузки в суда, в частности быть причиной остановки грузоподъемных операции портовыми кранами.

Соответственно, на период остановки отгрузки складские комплексы терминалов должны иметь возможность накопления поступающих грузов, а причальный фронт должен быть достаточен для скорейшего восстановления отгрузки грузов в суда после завершения периода остановки судоходства.

Данные потенциальные проблемы не всегда явно видны при проектировании отдельных гидротехнических объектов, но их с успехом можно определить и решить при помощи имитационного моделирования на специализированном программном обеспечении, которое используя описания и параметры условий деятельности объекта (терминал, порт, суда, природные факторы) определяет вероятность возникновения различных негативных сценариев.

Существует несколько программных продуктов, специализированных на имитационном моделировании. Одним из примеров можно назвать «AnyLogic»™ компании «The AnyLogic Company» [8].

В качестве исходных данных может использоваться следующая информация:

- профиль поступления отгружаемой продукции за рассматриваемый период времени;
- профиль отгрузки продукции;
- описание судов для вывоза продукции (включая ограничения по природным

факторам, требования по буксирному обеспечению и прочее) и их количество;

- подробная информация по природным факторам, включая вероятность возникновения;
- параметры портовых гидротехнических объектов (количество и параметры причалов и прочее);
- параметры акватории (количество одновременно находящихся на акватории судов);
- параметры подходных каналов.

Реальный перечень исходных данных, как правило, гораздо больше и зависит от моделируемого объекта и необходимой в результате моделирования информации.

Часть исходных данных указана вариативно: природные факторы, параметры судов (в случае, если заранее не известен точный состав флота), наличие буксиров (в случае, если буксиров ограниченное количество) и прочее.

Далее, во время многократных итераций моделирования с различными комбинациями исходных данных определяется вероятность возникновения различных сценариев, например:

- продолжительность остановки судоходства и/или швартовки по причине природных факторов;
- график изменения загруженности складских комплексов, причалов, операционной акватории, подходных каналов;
- количество судозаходов;
- потребность в буксирах;
- прочее.

Взаимосвязь отдельных элементов терминала или морского порта формируется при разработке конкретной модели и, как правило, описана в виде блок-схемы или потоковой диаграммы (рис. 6).

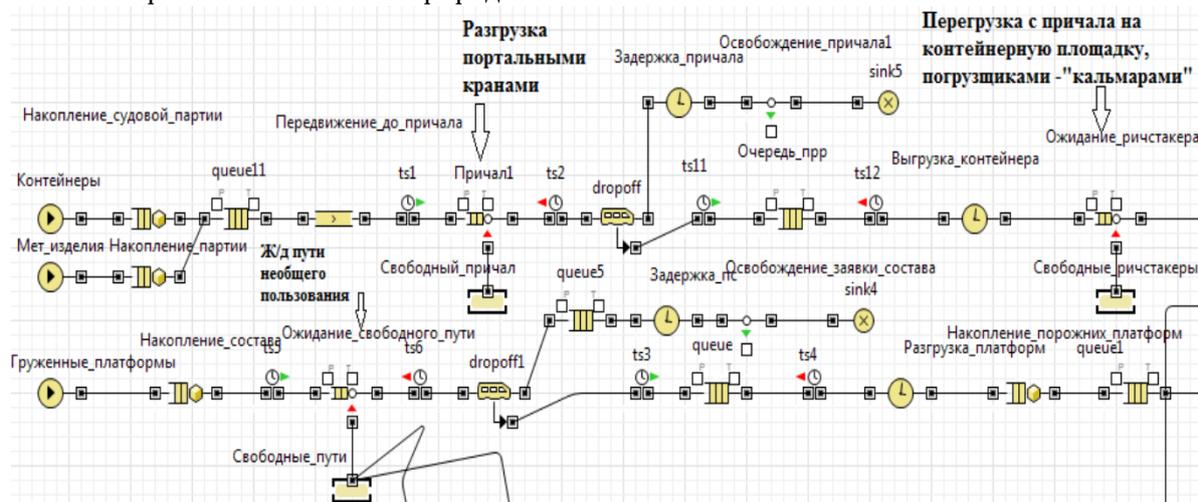


Рис. 6. Фрагмент потоковой диаграммы имитационной модели работы морского порта в системе AnyLogic [9, с.68]

Полученная в ходе моделирования информация может быть представлена как в виде

анимации (рис. 7), так и в виде диаграмм (рис. 8) или в табличной форме (табл.).

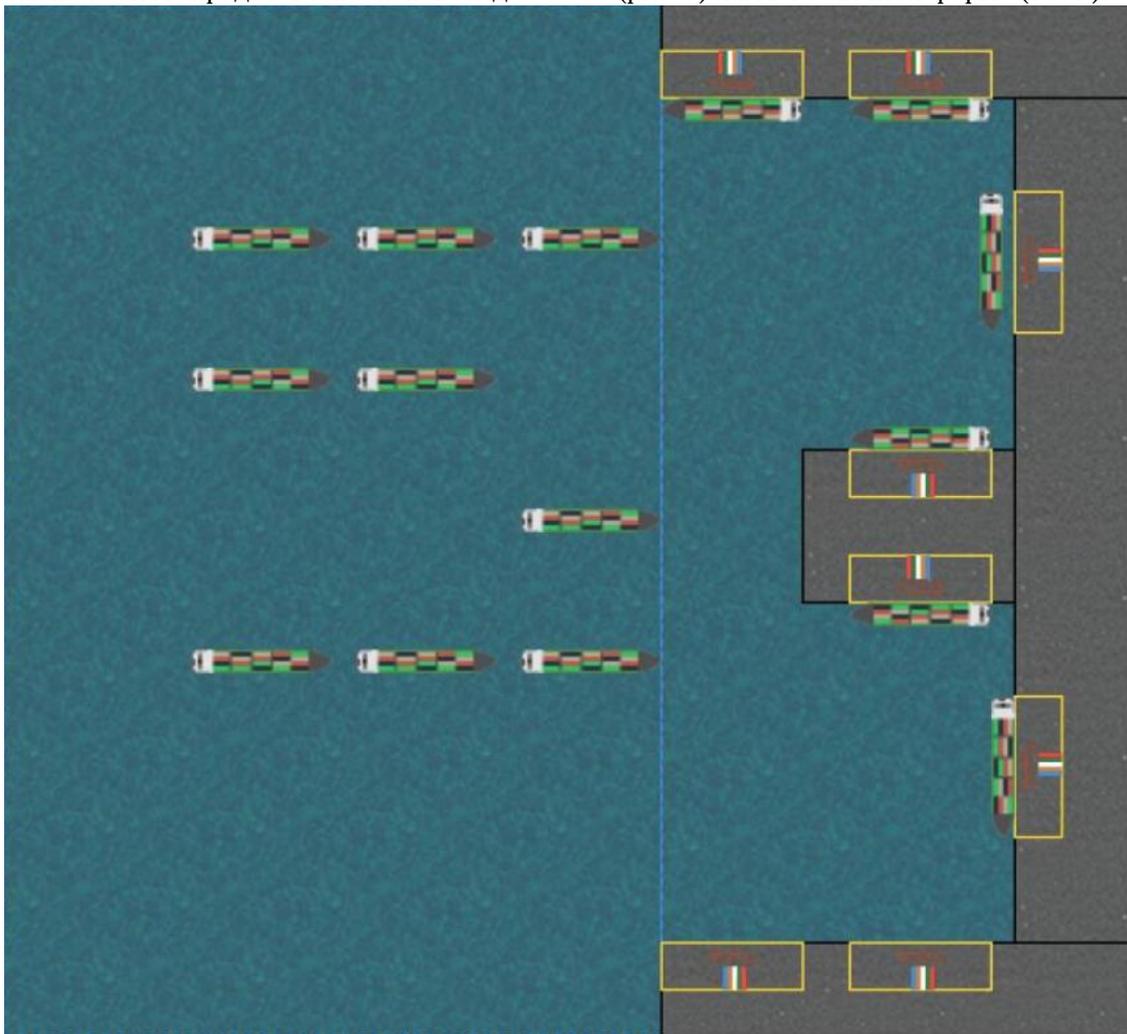


Рис. 7. Оконная форма 2-D схемы [10, с.63]

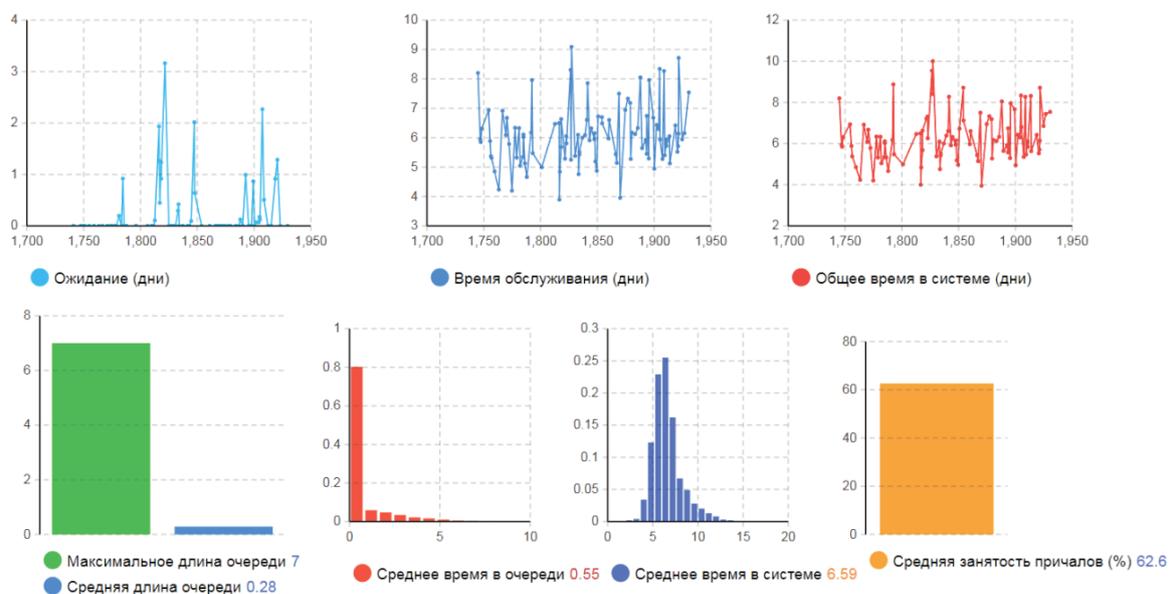


Рис. 8. Графики и диаграммы модели [10, с. 64]

Таблица

**Зависимость показателей системы от количества причалов [10, с. 64]**

Количество причалов	4	5	6	7	8
Ср. длина очереди (судов)	1,31	0,28	0,07	0,03	0,01
Ср. время в очереди (дни)	2,48	0,55	0,13	0,05	0,01
Ср. время в системе (дни)	8,47	6,59	6,17	6,05	6,02
Ср. занятость причалов (%)	78,92	62,59	51,66	44,73	38,79

Таким образом имитационное моделирование является мощным инструментом, с помощью которого можно провести оптимизацию параметров отдельных терминалов и в целом морского порта, а также выявить потенциальные риски возникновения негативных сценариев во время эксплуатации морского порта, которые в явном виде не видны при проектировании отдельных объектов порта.

Например, при расширении морского порта за счет реконструкции или строительства новых терминалов комплексное имитационное моделирование может показать недостаточную пропускную способность подходов каналов или стесненность акватории и прочее.

Важный аспект при выполнении любых видов моделирования это наличие исчерпывающих и достоверных исходных данных. Исходные данные в части судов и портовых гидротехнических объектов формируются на основе соответствующей конструкторской и проектной документации.

Для формирования исходных данных об акватории порта и рельефе дна выполняют гидрометеорологические изыскания, батиметрические исследования (рис. 9) с необходимой точностью и площадью съёмки, а также океанографические исследования при помощи автоматических донных станций (рис. 10).

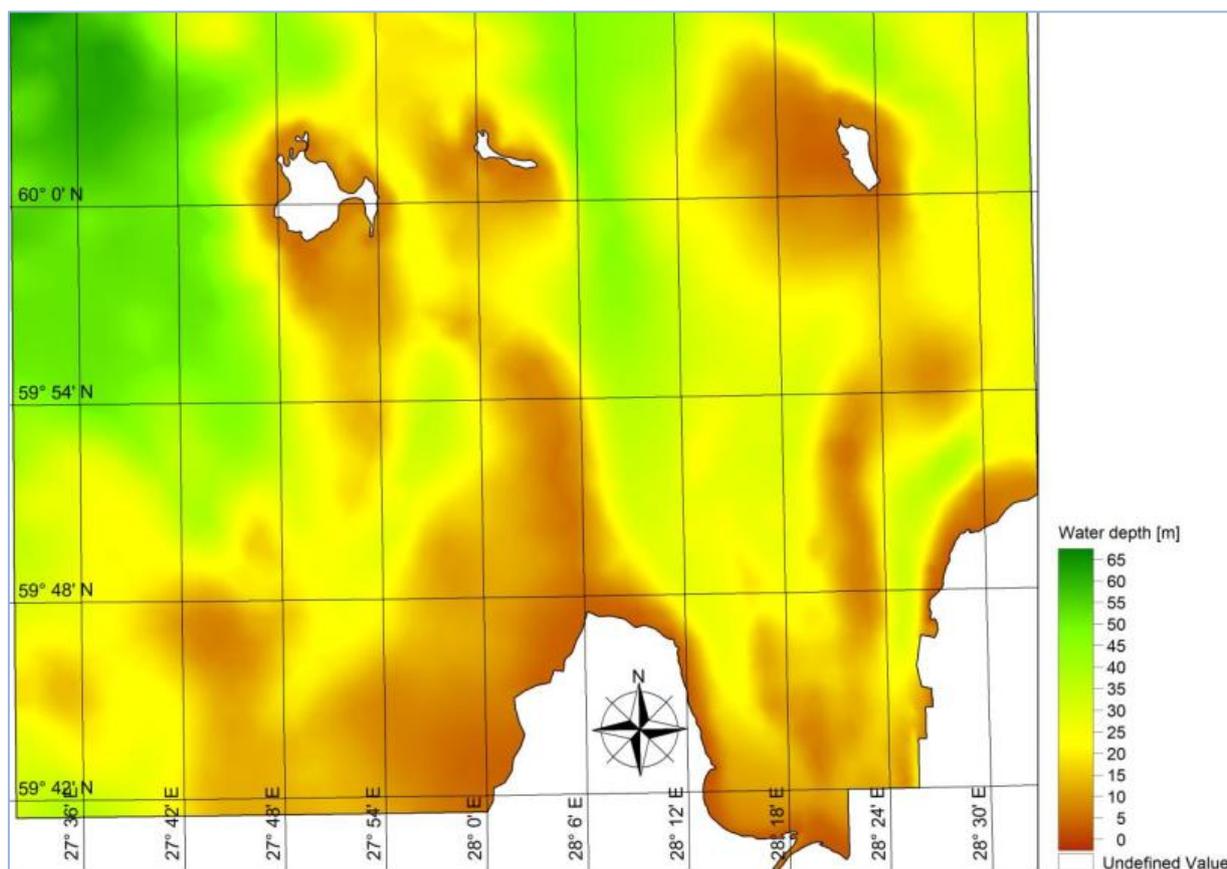


Рис. 9. Пример батиметрической съёмки



Рис. 10. Автоматическая донная станция, подготовленная к установке в акватории порта

Важным вопросом подтверждения корректности и целесообразности выполнения различных видов моделирования на этапе проектирования морских терминалов и морских портов является упоминание данных работ в нормативно-технической документации.

Еще восемь лет назад по мнению отечественных исследователей вопросы моделирования гидротехнических сооружений в ряде случаев были недостаточно отражены в нормативно-технической документации [11, с. 32]. Но в последующие года данная ситуация получила положительную динамику.

Одними из некоторых примеров можно назвать следующие упоминания различных видов моделирования в нормативно-технической документации:

- необходимость имитационного моделирования указана в ряде пунктов СП 350.1326000.2018 «Нормы технологического проектирования морских портов» [12];
- различные виды моделирования упоминаются в ряде пунктов СП 444.1326000.2019

«Нормы проектирования морских каналов, фарватеров и зон маневрирования» [13].

- в п. 4.12 СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» указано: «Основные технические решения, принимаемые при проектировании гидротехнических сооружений I и II классов ответственности, должны обосновываться научно-исследовательскими работами, результаты которых следует приводить в составе проектной документации» [14, с. 5];

- основные требования к физическому моделированию портовых гидротехнических сооружений изложены в ГОСТ Р 70023-2022 «Физическое моделирование волновых воздействий на портовые гидротехнические сооружения. Требования к построению модели, проведению экспериментов и обработке результатов» [3].

Вопросы моделирования также отражены и в иностранной нормативно-технической документации, например в документе «API RP 2N Recommended Practice for Planning, Designing,

and Constructing Structures and Pipelines for Arctic Conditions» в п. 8.2.1. указано «Small scale ice strength data obtained locally, preferably in situ, can be of assistance in the extrapolation. Physically based models and scale model tests may also be used to complement the full-scale data, with due account for uncertainties in their application» [15].

Таким образом можно сделать вывод, что несмотря на то, что проектирование портовых гидротехнических сооружений, терминалов и, в целом, морских портов является сложной инженерной задачей, сопряженной с учётом ряда вариативных факторов и особенностей, современные достижения науки и вычислительной техники даёт проектировщикам ряд мощных инструментов по оптимизации проектных решений. Методики физического, математического (численного), навигационного и имитационного видов моделирования являются одними из наиболее ярких примеров данных инструментов.

### Литература

1. Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года / Введ. с 28.09.2012 / Москва: Морская коллегия при Правительстве Российской Федерации, 2012. 284 с.
2. Мелководный бассейн // Официальный сайт ФГУП «Крыловский государственный научный центр» URL: <https://krylov-centre.ru/experimental/basin-river/> (дата обращения: 31.05.2024).
3. ГОСТ Р 70023-2022. Физическое моделирование волновых воздействий на портовые гидротехнические сооружения. Требования к построению модели, проведению экспериментов и обработке результатов. Введ. 2022-01-09. М., 2022. 8 с.
4. Испытания модели моста // Официальный информационный сайт строительства Крымского моста URL: <https://xn--80aefubjd1ak.xn--p1ai/multimedia/foto/isyptaniya-modeli-mosta/> (дата обращения: 31.05.2024).
5. Ледовый бассейн // Официальный сайт ФГУП «Крыловский государственный научный центр» URL: <https://krylov-centre.ru/experimental/basin-ice/> (дата обращения: 31.05.2024).
6. Anchored Structures // Официальный сайт Компания «InterCAD» URL: <https://icad.spb.ru/software/item/171/> (дата обращения: 31.05.2024).
7. Большев А.С., Фролов С.А. Математическое моделирование поведения морских объектов под действием природных нагрузок в среде программного обеспечения Anchored Structures // САПР и графика № 5, 2021. – С. 38-45.
8. Инструмент имитационного моделирования для бизнеса / The AnyLogic Company URL: <https://www.anylogic.ru/features/> (дата обращения: 03.06.2024).
9. Муравьев Д.С., Мишкuroв П.Н., Рахмангулов А.Н. Использование имитационного моделирования для оценки перерабатывающей способности морских портов и обоснования необходимости сооружения «сухого» порта // Современные проблемы транспортного комплекса России № 2, 2013. – С. 66-72
10. Морозков А. Г., Язвенко М. Р. Моделирование морского грузового порта как системы массового обслуживания в среде AnyLogic // Системный анализ и логистика №4, 2020 – С. 59-66
11. Политько В.А., Кантаржи И.Г., Мордвинцев К.П. Ледовые нагрузки на морские гидротехнические сооружения. М.: Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т., 2016. 88 с. ISBN 978-5-7264-1408-9.
12. СП 350.1326000.2018 Нормы технологического проектирования морских портов. Введ. 2019-09-01. М., 2019. 226 с.
13. СП 444.1326000.2019 Нормы проектирования морских каналов, фарватеров и зон маневрирования. Введ. 2020-03-01. М., 2020. 62 с.
14. СП 58.13330.2019 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Введ. 2020-06-17. М., 2020. 40 с.
15. API RP 2N Recommended Practice for Planning, Designing, and Constructing Structures and Pipelines for Arctic Conditions / American Petroleum Institute (API). 2nd edition. 1995. 98 p.

**MAMAEV Oleg Aleksandrovich**  
Russia, Saint-Petersburg

## **THE USE OF VARIOUS TYPES OF SIMULATION EVALUATION IN THE DESIGN OF MARINE FACILITIES, TERMINALS AND SEAPORTS**

**Abstract.** *In the article observed the possibility of optimizing of design decisions of marine facilities, terminals and seaports through the use of four types of simulation evaluation: physical modeling, numerical modelling, navigation modeling, simulation modeling. Have been considered the features of these types of modeling, including a description of the range of solving problems.*

**Keywords:** *marine facilities, terminal, seaport, harbor waters, design decision, natural factors, modelling, computing technology.*



10.5281/zenodo.12669030

**СИМОНЯН Виген Арменович**

ведущий инженер, ГБУ «Гормост», Россия, г. Москва

## РОЛЬ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ МОСТОВ

**Аннотация.** Строительство мостов обусловлено необходимостью перемещения людей в условиях цивилизации. Также немаловажной составляющей их постройки является потребность в развитии транспортных сообщений, что улучшает коммуникацию между поселениями, благоприятно взаимодействует на состояние экономики и мобильность населения. Главное в сооружении мостов заключается в их безопасности, чтобы они были способны выдерживать большие нагрузки, погодные условия, обладали большой прочностью. На этапе строительства моста все строго проверяется по существующим регламентам, которые были созданы за счёт практического опыта строителями и инженерами, чтобы обеспечить надёжность воздвигаемой конструкции. Финальным этапом строительства является момент, когда перед сдачей объекта, он проходит многоступенчатую проверку, в которой происходит выявление возможных дефектов и недостатков, допущенных в ходе строительства. В контексте данной статьи мы рассмотрим один их элементов, влияющих на безопасность перемещения, а, именно – деформационных швов. В заключительной части работы происходит обобщение всех рассмотренных аспектов про установку и мониторинг их состояния.

**Ключевые слова:** строительство конструкций, деформационные швы, качественный монтаж, мостов опоры, безопасность мостов.

### Введение

Воздвижение мостовых сооружений предусматривает необходимость создания прочной и долговечной структуры, которая будет устойчива к различным внешним воздействиям. Одним их элементов уменьшения нагрузок на мостовой сооружение являются деформационные швы, которые устанавливаются в места моста, наиболее подверженным повреждениям от погодных условий и ошибкам при возведении. Они являются объединяющим звеном между двумя частями конструкции и образуют некоторое пространство между ними, тем самым скрепляет их и повышает общую прочность моста. Иногда их путают с температурными, однако, основным различием является то, что деформационные швы устанавливаются по всей высоте мостового сооружения. Материалом, который служит для создания деформационного шва, является железобетон или металл.

### Материалы и методы

Данная работа написана принципом системного анализа, во время которого происходит рассмотрение всех аспектов установки деформационных швов при строительстве моста, подробно рассматриваются общие

теоретические данные по этой теме, принцип их предназначения, а также меры, которые необходимо учесть при их монтаже, а также описываются последствия, которые могут произойти в противном случае. Ещё одним методом рассмотрения контекста данного исследования является обзор существующей литературы и источников информации по данной теме, что позволяет углубить тему и привести доказательства к выдвигаемым гипотезам, признаваемые в научном сообществе.

### Значение мостовых сооружений

Создание мостов в современном мире обусловлено не только необходимостью перемещения из одного места в другое и высокой мобильностью населения по территории государства, но и для развития экономического благосостояния субъектов страны.

В экономической системе сокращение временного ресурса на транспортировку товаров способствует предотвращению издержек производства, либо отставанию по срокам. Нередко возводят мостовые сооружения через главные реки и городами, в которых сосредотачиваются крупные производства.

В условиях инфляции нередко корпорации вынуждены повышать цены на свои товары, однако сокращение затрат на транспортировку может нивелировать этот аспект и позволить удерживать прибыль стабильной при определенной покупательской способности населения. Также, строительство мостов способствует повышению качества жизни населения, ввиду того что значительно сокращаются расстояния между объектами, что сказывается положительно на многих аспектах. Например, в медицинской отрасли, когда жителю сельского поселения или небольшого города требуется срочная узконаправленная помощь специалиста, который находится в другом городе: бригада дежурных врачей нередко добирается на вертолёте до отдалённых мест, а наличие моста может сократить время на их приезд.

#### **Важность обеспечения безопасности мостов**

Ахроров Ш., Овчинников И. И. в своём исследовании «Повышение долговечности железобетонных мостовых сооружений (первичная и вторичная защита)» отмечают следующие факторы, влияющие на прочность и безопасность конструкции: «Качество и долговечность мостовых сооружений зависит как от грамотного проектного решения, так и от правильной антикоррозийной защиты бетонных и железобетонных конструкций, в зависимости от климатических условий эксплуатации мостовых конструкций.» [1, с. 1-14]. Разумеется, строительство моста – сложная архитектурная конструкция, для сооружения которой важно учитывать многие аспекты, чтобы она была устойчивой и надёжной. В свою очередь, деформационные швы являются элементом безопасности и прочности моста, ввиду того уменьшает нагрузку на некоторые части конструкции, склонных к образованию трещин и дефектов. Их установка является обязательным этапом при строительстве моста для обеспечения высокого уровня безопасности. Если не соблюдать необходимый регламент при строительстве моста, то это может привести к ухудшению экономической ситуации в поселениях, неравномерному доступа к социальным благам цивилизации, медицинской помощи, и, даже, к появлению травматических и трагичных случаев. Поэтому необходимо проводить многоступенчатую проверку на каждом этапе строительных работ, а также устанавливать дополнительные способы повышения устойчивости моста и уменьшения нагрузок при воздействии на него.

Данные методы способствуют беспрепятственному движению по мосту и долговечности конструкции. Также важной мерой профилактики негативных последствий является мониторинг за состоянием объекта с определенной периодичностью, чтобы своевременно установить возникшие деформации и повреждения.

В России активно применяются деформационные швы фирмы Maurer, имеющие резиновый ленточный компенсатор, ввиду их особенностей изготовления, которые позволяют выдерживать низкие температурные явления (до -60), а также сделаны из прочных материалов, которым не свойственны ранние повреждения и износ. Использование данных швов помогает защитить поверхность мостового сооружения от попадания влаги и увеличить общую невосприимчивость к раннему изнашиванию. Швы такого типа отличаются долговечностью и не нуждаются в регулярной починке. В строительстве деформационные швы такого типа обычно используются при воздвижении мостов и установке водопроводных конструкций в целом. Такие деформационные швы позволяют продлевать срок общей эксплуатации мостового сооружения ввиду того, что являются барьером в защите стыков и креплений в моменты оказания внешнего давления. Когда его закрепляют, важно предусмотреть выемку в сооружении для крепёжных изделий.

Также показывают на практике высокую эффективность деформационные швы фирмы Thorma Joint, которые принадлежат к категории закрытых швов, устройство которых отличается от первых тем, что во время оказания воздействия на шов, материал, из которого он изготовлен, может распределяться под нагрузкой. Швы такого типа используются для того, чтобы закрыть пространство между составными конструкциями моста. Это необходимо для придания возможности деформирования конструкции. Также закрытые швы Thorma Joint полностью сливаются с дорожной трассой, образуя единое пространство без возможных препятствий при движении транспорта. Так как деформационные швы находятся между частями сооружения, то это может создавать помехи при движении, поэтому применение швов подобного типа их исключает. «Технология устройства конструкции ThormaJoint включает следующие этапы:

- конструкцию шва устраивают после выполнения всех слоев дорожной одежды;

- технология устройства конструкции ThormaJoint предусматривает использование горячего вяжущего, разогреваемого в кохере (термомиксере), и разогретого до такой же температуры щебня (170–190°C);
- штраба прорезает слой гидроизоляции вместе с защитным слоем, шов устанавливается на плиты пролетного строения;
- зазор между торцами пролетных строений перекрывают стальными полосами;
- горячий щебень укладывают послойно (2–4 см), проливают горячим вяжущим, перемешивают;
- верхний слой (25 мм) делают из приготовленной в мешалке смеси и уплотняют» [2, с. 47-54].

**Роль деформационных швов в конструкции мостов**

Деформационные швы в мостовом сооружении предназначены для общего укрепления конструкции. Мухаметрахимов Р. Х., Алиуллова И. Р. в своём исследовании «Совершенствование системы контроля качества устройства деформационных швов» с резиновым компенсатором при ремонте мостовых сооружений пишут: «От деформационных швов

зависит надёжность и долговечность большинства других конструктивных элементов мостового сооружения.

Так при повреждении деформационного шва в зоне воздействия агрессивных вод, протекающих с проезжей части, сквозь него, оказываются и конструкции пролетного строения, опорные части, шкафные стенки, подферменники и др. Большое влияние деформационные швы оказывают и на безопасность дорожного движения».

Данный пример отображает способность деформационных швов снижать нагрузку на опорные части конструкции, что положительно сказывается на её долговечности [2, с. 47-54]. Сами швы представляют собой специально образованные зазоры между частями мостового сооружения, в области, способствующие безопасному проезду по конструкции.

**Конструкция и функции деформационных швов**

Деформационные швы имеют собственную типологию, каждый из которых используется в различных сооружениях для выполнения определённых функций [3, с. 957-967]:

Таблица

**Типы деформационных швов и их функция**

1) Открытый тип	В таком случае происходит оставление определено пространства между компонентами мостового сооружения.
2) Закрытый тип	При таком типе происходит полное заполнение пространства, что становится видимым, если смотреть извне.
3) Заполненный тип	При таком типе происходит полное заполнение пространства, что становится видимым, если смотреть извне.
4) Перекрытый тип	В этом случае происходит закрытие зазора с внешней стороны конструкции каким-либо дополнительным объектом.

По материалу, из которых изготавливаются деформационные швы для мостовых сооружений:

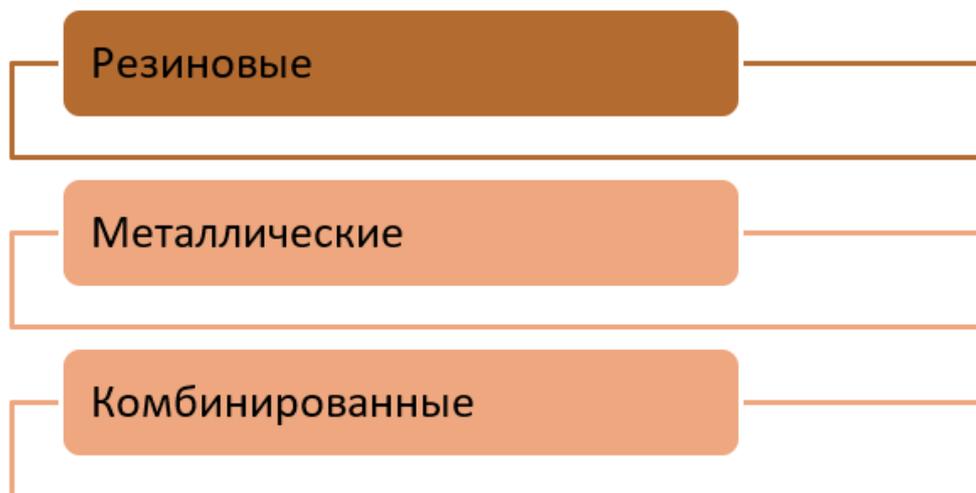


Рис. 1. Типы деформационных швов по материалу изготовления

Главным предназначением установки деформационных швов является обеспечение возможности безопасного передвижения по мосту, а принцип их работы, в котором компоненты объекта разделяются на зазоры – обеспечение возможности движения между ними. Это необходимо для повышения упругости конструкции. При возникновении повреждения какой-либо части мостового сооружения они снижают нагрузку на него, распределяют равномерно весовую нагрузку, оказываемую на мост. Также учитывая тот факт, что нередко мосты изготавливаются из металла, склонного к коррозии, то деформационные швы за счёт образования промежутков способствуют ограничению внешних воздействий на него, в том числе от природных явлений. Сами швы изготавливаются со специальным защитным нанесением, которое продлевает срок их работы.

Главной характеристикой надёжности деформационных швов является возможность движения. Поэтому важно создать их конструкцию таким образом, чтобы они могли растягивать между компонентами системы, во время оказания на них давления во время передвижения и прочих воздействий. За счёт их работы происходит смягчение и равномерное распределение нагрузки по всему периметру конструкции. Также установка мостов предполагает большие расходы, поэтому важно продлить срок его эксплуатации как можно дольше, поэтому сами деформационные швы покрываются специальным защитным слоем, который является барьером от проникновения различных жидких структуры и воздействия погодных условий, которые могут привести к потере функциональности шва.

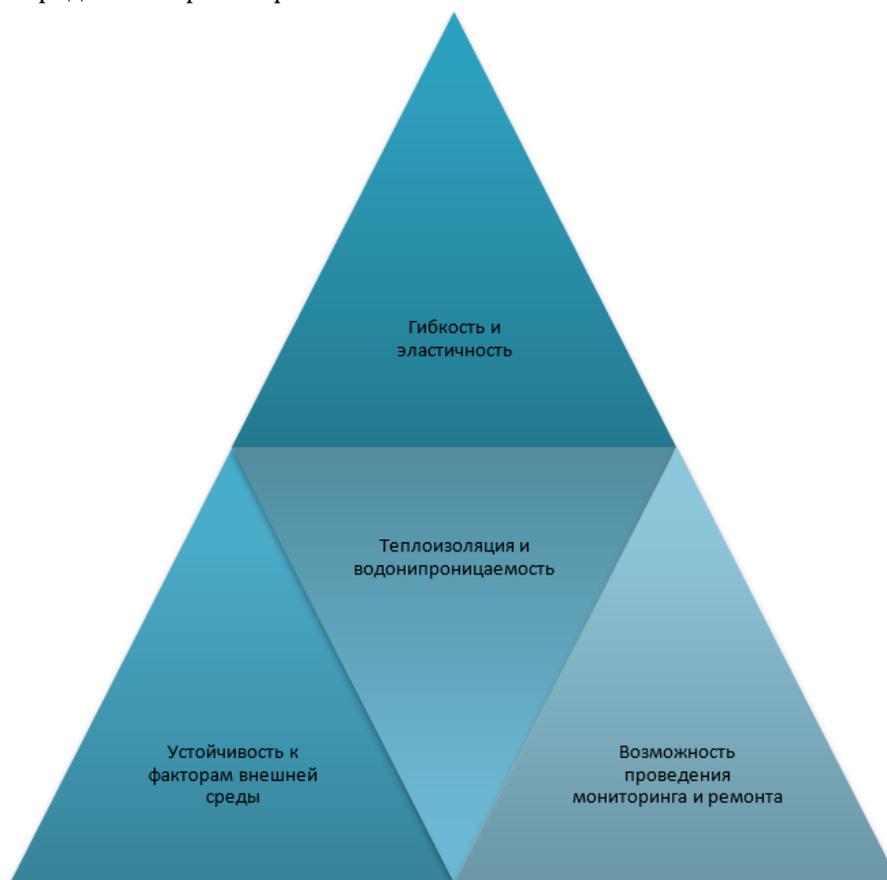


Рис. 2. Основные требования к деформационным швам

### **Влияние деформационных швов на безопасность моста**

Главным определяющим фактором целостности моста является его долговечность и регулярный мониторинг. Чтобы конструкция была надёжная, также необходимо грамотно провести все этапы строительства, начиная от проектирования, в котором учитываются не только

необходимые материалы для постройки, но и сейсмические особенности региона, предполагаемые нагрузки, которые допустимы на этом участке проездной полосы. Нередко используется визуализация планируемого объекта в специализированных программах, чтобы наглядно представить, как это будет выглядеть на практике, и, при обнаружении недочётов,

устранить их до этапа строительства. Также немаловажным фактором, влияющего на целостность мостовой конструкции являются сами материалы. После составления грамотного плана строительства работы должны проводиться согласно регламенту, чтобы избежать будущих нарушений при эксплуатации.

Температурное воздействия способно ослаблять мостовую конструкцию, поэтому для снижения его воздействия важно учесть этот аспект на этапе проектирования и строительства. Для начала проводят измерительные работы по состоянию температурных колебаний, делают выводы о погодных условиях региона. Например, могут применяться теплоизоляционные швы для равномерного воздействия на мостовую конструкцию. Подобный тип швов может уменьшить появление дефектов от резких температурных колебаний [4, с. 75-80]. Также, в субъектах с влажным климатом, деформационные швы могут изготавливаться со специальным водоотталкивающим покрытием, которое продлевает срок его службы.

Предназначение деформационных швов заключается в возможности деформирования для обеспечения равномерной нагрузки, оказываемой на конструкцию с целью бережной эксплуатации моста. В современное время в архитектуре существует различные методы, которые предусматривают установку сооружений без оказания сильной нагрузки на опору, к примеру, подвесные мосты. Также хорошим способом ограничения сильной нагрузки на мост будет регулировка движения в его области, и введение весового ограничения на этом участке дороги с целью предотвращения раннего изнашивания конструкции.

#### **Проблемы, связанные с деформационными швами**

Ввиду постоянного деформирования и принятия на себя части нагрузки, деформационные швы склонны к износу и старению, несвоевременная замена которых может негативно сказаться на безопасности конструкции и представлять угрозу передвижения населению. Некоторые составные элементы деформационных швов может изнашиваться особенно быстро на мостовых сооружениях, на которых происходит повышенное движение, либо регулярно проезжают большая техника, перевозящая тяжёлые грузы. Также нередко участки проезжей части в зимнее время обрабатываются специальными составами, снижающие температуру, при которой вода превращается в

лёд, что может вступать в контакт с частями деформационного шва и вызвать его коррозию. Несмотря на то, что при изготовлении швы покрываются защитными материалами для нивелирования вредного воздействия окружающей среды, ему свойственно стираться, что приведёт к снижению барьерной функции.

При возведении конструкции важно не только грамотно ее спроектировать, но и провести строительные работы согласно регламенту. Ошибки, допущенных в ходе работы, могут не только привести к раннему выходу их строя моста, но и стать причиной его разрушения, которое может вызвать трагические случаи. При ненадежном скреплении частей мостового сооружения в щели может проникать вода и грязь, что будет изнутри создавать помехи, а при установке деформационных швов важно учитывать его основную способность деформирования, поэтому необходимо их установить на правильных позициях, чтобы распределение нагрузки происходило равномерно [5, с.204-212]. При монтаже также следует делать выбор в пользу материалов, утверждённых при проектировании и с доказанной эффективностью. В свою очередь, пренебрежение защитными теплоизоляционными и влагостойкими материалами может привести к отрицательным последствиям. Погрешности, допущенные в ходе работы, могут вызвать постоянного ремонта, а мониторинг объектов проводится лишь с определенной периодичностью, поэтому важно, чтобы все элементы оставались в исправном режиме как можно дольше.

#### **Методы обеспечения безопасности мостов с деформационными швами**

Регулярный мониторинг состояния объекта является одним из основных факторов долгой его эксплуатации и безопасности в использовании. При мониторинге происходит проверка составляющих мостового сооружения, его прочности, в том числе и состояния деформационных швов. После оценки объекта при необходимости проводятся ремонтные работы. Состояние объекта проводится на технический осмотр на наличие трещин и повреждений, а также с помощью специального оборудования оцениваются различные показатели.

Получение сведений о состоянии объекта поможет составить план о проведении необходимых работ, а также принять временные меры для снижения нагрузки, например введение весового ограничения до решения аварийной ситуации. Современные технологии позволяют

установить внутри объекта специальное оборудование на основе искусственного интеллекта, которое будет реагировать при выходе за референсные значения и присылать уведомления [6, с. 12-15].

В современное время существуют различные инновационные архитектурные решения, способные повысить устойчивость конструкции и создавать их более лёгкими. В последние годы одним из которых стало создание мостов с большими пролетами. А для сохранения свойств деформационных швов эффективным решением будет не только грамотная установка, но и проведение очного и дистанционного мониторинга с помощью специального оборудования, чтобы при выходе из строя и признаков износа вовремя принять меры. Для повышения их общей надёжности можно провести анализ имеющихся и установленных швов, а также рассмотреть то, насколько они подвержены температурному и весовому воздействию. Такая практика позволит создавать в будущем швы из более прочных материалов или более устойчивой технологии, которая будет вбирать в себя все положительные аспекты существующих швов. Также эффективной мерой будет предварительное тестирование швов на искусственных объектах, не предназначенных для использования: это позволит оценить его надёжность и упругость в прямых условиях.

#### **Заключение**

Таким образом, создание мостовых сооружений способствует развитию инфраструктуры в государстве, протяжению короткого маршрута между городами и сельским поселениями, что благоприятно сказывается на экономическом развитии: у населения появляется возможность быстрого передвижения и доступа к товарам и услугам, недоступных в их месте жительства, а в предпринимательской деятельности подобные конструкции помогают избежать возникновения издержек производства. Деформационные швы, являющиеся обязательным элементом мостового сооружения, предназначены для образования зазоров между составными частями для возможности деформации конструкции и равномерного распределение поступающей нагрузки и защиты от вредных факторов окружающей среды. Ввиду того, что мосты располагаются на открытой местности, то они склонны к износу от температурного воздействия, которые проникают

внутрь, вызывая движение в структуре материалов. Основным фактором долговечности мостовой конструкции являются грамотное проектирование, установка и последующий мониторинг за состоянием объекта. Перспективы полученных результатов в ходе нашего исследования предполагают дальнейшее изучение основных характеристик деформационных швов для повышения их общей производительности.

**Актуальные аспекты для дальнейших исследований** заключаются в проведении анализа состояния существующих швов, что позволит сделать выводы о недочётах, которые можно устранить с помощью внедрения инноваций и разработать новых архитектурные решения, главная задача которых заключается в повышении упругости материалов и устойчивости к температурным колебаниям.

#### **Литература**

1. Ахроров Ш.А.У., Овчинников И.И. Повышение долговечности железобетонных мостовых сооружений (первичная и вторичная защита) // Вестник евразийской науки. – 2022. – № 3. – С. 1-14.
2. Мухаметрахимов Р.Х., Алиуллова И.Р. Совершенствование системы контроля качества устройства деформационных швов с резиновым компенсатором при ремонте мостовых сооружений // Известия Казанского аварийно-строительного университета. – 2020. – № 3. – С. 47-54.
3. Пискун А.С., Ганец Г.В., Аверченко Г.А. Методы натурного обследования железобетонного моста на примере моста через реку Косопаша // Вестник МГСУ. – 2020. – № 7. – С. 957-967.
4. Маджидов И.У., Ибрагимов Б.Т., Сулейманов А.А. Анализ пожарной опасности сейсмозащитных деформационных швов // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2019. – № 1. – С. 75-80.
5. Асрор Ч.Х., Илхомжон Ю.М., Шахзод Ш.С. Способы защиты мостовых конструкций от внешних воздействий и их сравнительный анализ // Academic research in educational sciences. – 2021. – № 8. – С. 204-212.
6. Никоноров А.Н., Зайцев А.А. Защита мостовых конструкций от атмосферной коррозии // Проблемы науки. – 2020. – № 1(49). – С. 12-15.

**SIMONYAN Vigen**

Lead Engineer, GBU "Gormost", Russia, Moscow

## **THE ROLE OF EXPANSION JOINTS IN ENSURING THE SAFETY OF BRIDGES**

**Abstract.** *The construction of bridges is conditioned by the need to move people in the conditions of civilization. Also, an important component of their construction is the need for the development of transport links, which improves communication between settlements, favorably interacts with the state of the economy and the mobility of the population. The main thing in the construction of bridges is their safety, so that they are able to withstand heavy loads, weather conditions, and have great strength. At the stage of construction of the bridge, everything is strictly checked according to existing regulations, which were created through practical experience by builders and engineers to ensure the reliability of the structure being erected. The final stage of construction is the moment when, before the commissioning of the object, it undergoes a multi-stage inspection, in which possible defects and deficiencies made during construction are identified. In the context of this article, we will consider one of the elements that affect the safety of movement, namely, expansion joints. In the final part of the work, all the considered aspects of the installation and monitoring of their condition are summarized.*

**Keywords:** *construction of structures, expansion joints, high-quality installation, bridge supports, bridge safety.*

# СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

**ИВАНОВ Матвей Дмитриевич**

студент, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»  
им. В. И. Ульянова (Ленина), Россия, г. Санкт-Петербург

*Научный руководитель – доцент кафедры менеджмента и систем качества  
Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ»  
им. В. И. Ульянова (Ленина), канд. техн. наук Яценко Владимир Владимирович*

## КАЧЕСТВОМ ЗЕРНА УПРАВЛЯЮТ ЛЮДИ

**Аннотация.** *Зерно – важный товар в мировой торговле. В статье рассматривается роль зерна в обеспечении продовольственной безопасности и мировой торговле. Описываются характеристики зерна, структура торговли и основные проблемы. Уделяется внимание стандартам качества зерна, правилам контроля и сертификации.*

**Ключевые слова:** *зерновая масса, элеватор, полиэтиленовый рукав, насыпь, качество, хранение.*

Зерно является одним из важнейших сыпучих товаров, которыми торгуют во всем мире, и оказывает значительное влияние на продовольственную безопасность и мировую торговлю. Зерно перевозится в больших количествах, как правило, по морю, и хранится навалом в силосах, что делает его сложным и трудным товаром для обработки. В этом разделе мы познакомимся с сухим сыпучим зерновым сырьем, обсудим его характеристики, структуру торговли и основные проблемы. Мы рассмотрим фундаментальные аспекты зерновой отрасли, включая динамику спроса и предложения, торговые пути, влияние погодных условий на производство.

Зерновые культуры представляют собой разнообразную группу культур, включая пшеницу, кукурузу, ячмень, овес и рис. Обычно их выращивают в больших количествах в определенных регионах, в зависимости от их приспособляемости к климатическим и почвенным условиям. Зерновые собирают один раз в год, а их производство зависит от погодных условий, таких как засуха, наводнения или вредители. Зерно торгуется в больших количествах, как правило, в метрических тоннах, и цены на него подвержены колебаниям из-за дисбаланса спроса и предложения, погодных условий и геополитических событий.

Контроль качества зерна является важным элементом зерновой отрасли. Существуют стандарты и правила, обеспечивающие поддержание качества зерна по всей цепочке поставок. От поля до порта контроль качества зерна необходим для того, чтобы конечные потребители получали продукт, соответствующий их ожиданиям. Стандарты и правила контроля качества зерна применяются для защиты здоровья населения, обеспечения безопасности пищевых продуктов и содействия развитию справедливой торговой практики:

1. **Стандарты:** Стандарты качества зерна устанавливаются правительствами, торговыми ассоциациями и отраслевыми организациями. Эти стандарты призваны гарантировать, что зерно соответствует определенным требованиям к качеству. Стандарты качества зерна обычно охватывают такие факторы, как содержание влаги, посторонние материалы, повреждения и другие факторы качества. Например, Министерство сельского хозяйства США (USDA) установило стандарты для пшеницы, кукурузы, овса и других зерновых. Эти стандарты помогают гарантировать, что качество зерна соответствует потребностям различных пользователей, таких как мукомолы, производители кормов и экспортеры.

2. **Правила:** Правила контроля качества зерна устанавливаются правительствами и

другими регулирующими органами. Эти правила разработаны для того, чтобы гарантировать, что зерно соответствует определенным требованиям безопасности и качества. Например, Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA) в Соединенных Штатах установило правила для максимальных уровней микотоксинов, таких, как афлатоксины, которые могут присутствовать в зерновых продуктах. Эти правила помогают гарантировать, что зерно безопасно для потребления человеком.

3. Отбор проб: Отбор проб является важным элементом контроля качества зерна. Необходимо использовать надлежащие методы отбора проб, чтобы гарантировать, что проба точно отражает качество тестируемого зерна. Пробы зерна, как правило, отбираются из различных мест по всей цепочке поставок, например, с поля, во время транспортировки и в порту.

4. Тестирование: Проверка качества зерна необходима, чтобы убедиться, что зерно соответствует определенным требованиям к качеству. Для определения таких факторов, как содержание влаги, посторонние материалы и повреждения, используются различные тесты. Например, тест на число падения используется для измерения активности альфа-амилазы в пшенице. Этот тест используется для определения того, была ли пшеница проросшей, что может негативно сказаться на качестве муки.

5. Сертификация: Сертификация зерна – это процесс, в ходе которого независимая третья сторона проверяет, соответствует ли зерно определенным требованиям к качеству. Сертификация зерна, как правило, требуется для экспорта зерна и может способствовать развитию справедливой торговой практики. Например, Международная организация по стандартизации (ISO) установила стандарты для систем менеджмента качества зерна. Эти стандарты помогают гарантировать, что зерно соответствует определенным требованиям к качеству и соблюдается практика справедливой торговли.

Стандарты и правила контроля качества зерна существуют для обеспечения поддержания качества зерна по всей цепочке поставок. Отбор проб, тестирование и сертификация являются неотъемлемыми элементами контроля качества зерна. Эти процессы помогают гарантировать, что зерно соответствует определенным требованиям к качеству и соблюдается практика справедливой торговли.

Придерживаясь этих стандартов и правил, зерновая отрасль может гарантировать, что конечные потребители получают продукт, соответствующий их ожиданиям.

Сушка зерна: Влага – враг хранения зерна. Влажное зерно может быстро заплесневеть, снижая качество и ценность. Сушка зерна – это метод снижения влажности до безопасного для хранения уровня. Наиболее распространенным методом сушки зерна является использование зерносушилки, которая использует горячий воздух для удаления влаги из зерна.

Надлежащие технологии и оборудование для хранения зерна имеют решающее значение для поддержания качества и безопасности зерна. Правильный способ хранения зависит от различных факторов, таких как тип зерна, климат, количество и продолжительность хранения. Использование надлежащих складских помещений и методов может помочь предотвратить порчу, заражение насекомыми и другие формы повреждений, гарантируя, что зерно останется в оптимальном состоянии от поля до порта.

Мировая торговля зерном – сложный и динамичный рынок, включающий в себя большое количество игроков и подверженный влиянию различных факторов. Понимание тенденций и участников рынка в торговле зерном важно как для производителей, так и для трейдеров и потребителей. Работая сообща и перенимая передовой опыт, участники рынка могут обеспечить устойчивые и безопасные поставки зерна для растущего населения планеты.

Зерновая отрасль сталкивается как с возможностями, так и с проблемами, поскольку она ориентируется в быстро меняющемся рынке. Осваивая новые технологии, внедряя устойчивые методы и оставаясь в курсе меняющихся потребительских предпочтений и моделей мировой торговли, производители могут позиционировать себя для успеха в предстоящие годы.

Некоторые примеры устойчивых методов ведения сельского хозяйства в зерновой промышленности включают почвозащитную обработку, покровные культуры и интегрированную борьбу с вредителями.

### Литература

1. Ермалинская Н.В. Экономика и организация инфраструктуры агропромышленного комплекса: курс лекций / Н.В. Ермалинская. – М: ГТТУ, 2018. – 163 с.

2. Евдокимов И.А. Особенности производства органических продуктов / И.А. Евдокимов // Переработка молока: технология, оборудование, продукция. – 2018. – № 1. – С. 22-24.

3. Dunchenko N.I., Voloshina E.S., Kuptsova S.V., Cherkasova E.I., Sychev R.V., Keener K., FRM 1, P. 182-190 (2018).

4. Bondareva G.I., Temasova G.N., Leonov O.A., Shkaruba N.Z., Vergazova Y.G., RER 2, P. + 151-154 (2022).

### **IVANOV Matvey Dmitrievich**

student, St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V. I. Ulyanov (Lenin),  
Russia, St. Petersburg

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Management and Quality Systems  
of the St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V. I. Ulyanov (Lenin),  
Candidate of Technical Sciences Yashchenko Vladimir Vladimirovich*

## **GRAIN QUALITY IS CONTROLLED BY PEOPLE**

**Abstract.** Grain is an important commodity in world trade. The article examines the role of grain in ensuring food security and world trade. The characteristics of grain, the structure of trade and the main problems are described. Attention is paid to grain quality standards, control and certification rules.

**Keywords:** grain mass, elevator, polyethylene sleeve, embankment, quality, storage.

**ИВАНОВ Матвей Дмитриевич**

студент, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»  
им. В. И. Ульянова (Ленина), Россия, г. Санкт-Петербург

*Научный руководитель – доцент кафедры менеджмента и систем качества  
Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ»  
им. В. И. Ульянова (Ленина), канд. техн. наук Яценко Владимир Владимирович*

**МЕТОДЫ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ЕГО КАЧЕСТВА**

**Аннотация.** Статья посвящена хранению зерна и контролю за этим процессом. В ней рассматриваются этапы подготовки зерна и конструкции хранилища, контроль за хранящимся зерном и эксплуатация системы аэрации для контроля температуры зерна.

**Ключевые слова:** зерновая масса, элеватор, полиэтиленовый рукав, насыпь, качество, хранение.

Хранение зерна включает в себя подготовку структуры и зерна к хранению, контроль хранящегося зерна и эксплуатацию системы аэрации для контроля температуры зерна. Первым делом необходимо очистить конструкцию, особенно если ранее в хранилище было заражение насекомыми. Насекомые часто находятся в аэрационных каналах, под перфорированными полами и в зерне или мусоре в конструкции. Возможно, потребуется провести фумигацию конструкции, чтобы убедиться, что не осталось заражений насекомыми. Конструкция должна быть обработана остатками мусорного ведра, чтобы предотвратить проникновение насекомых в конструкцию. Не забудьте очистить внешний периметр конструкции.

Подготовка зерна к хранению включает в себя доведение зерна до надлежащей влажности, температуры и состояния зерна. Срок хранения зерна из-за роста микроорганизмов зависит как от температуры зерна, так и от содержания влаги. Если зерно можно хранить в прохладном месте, его можно хранить при более высоком содержании влаги. Например, зерновые культуры при влажности 18% имеют расчетное допустимое время хранения (РДВХ) 200 дней при температуре 40 градусов по Фаренгейту и только 30 дней при температуре 70 градусов. Зерно покажет измеримую потерю качества в конце РДВХ, поэтому зерно должно быть использовано до конца РДВХ. Расчетное допустимое время хранения (РДВХ) зерна доступно в таблицах. Графики допустимых сроков хранения зерновых культур, сои и пивоваренного ячменя находятся на уровне. Эти таблицы

оценивают продолжительность времени, в течение которого зерно может храниться, но их следует использовать только в качестве ориентира, и зерно необходимо контролировать. РДВХ является кумулятивным. Если половина срока хранения используется при теплой температуре зерна, а затем охлаждается, то РДВХ при более низкой температуре составляет только половину значения в таблице. Оптимальная температура как для роста микробов (порчи), так и для заражения насекомыми составляет около 80 градусов по Фаренгейту, поэтому, если возможно, ограничьте время, в течение которого зерно находится при этой температуре. Если зерно будет храниться при теплой температуре, оно должно быть достаточно сухим, чтобы ограничить рост плесени. Как правило, уровень относительной влажности воздуха между зернами должен быть ниже 70%, чтобы ограничить рост плесени. Равновесное содержание влаги в зерне, связанное с теплой температурой воздуха и относительной влажностью от 60% до 65%, обеспечивает рекомендуемое максимальное содержание влаги в зерне, необходимое для хранения при теплых температурах. Таблицы и уравнения равновесного содержания влаги доступны из различных источников.

Равновесное содержание влаги твердой красной яровой пшеницы при температуре 70 градусов по Фаренгейту и относительной влажности 60 процентов составляет около 13,3%, а рекомендуемое содержание влаги при хранении составляет от 13,0% до 13,5%. ЭМС для кукурузы составляет около 12,8%, а нормальное

содержание влаги при летнем хранении составляет от 13 до 14%. Рекомендуемое содержание влаги для поддержания всхожести семян или зерна, такого как пивоваренный ячмень, может потребовать более низкого содержания влаги. Равновесное содержание влаги ячменя при температуре 70 градусов по Фаренгейту и относительной влажности 60% составляет 11,8%. Рекомендуемое теплое хранение – 12% содержание влаги. Расчетное допустимое время хранения пивоваренного ячменя 12% влажности при поддержании всхожести составляет около 70 градусах по Фаренгейту и 25 недель при 80 градусах по Фаренгейту. Допустимое время хранения ячменя 13% влажности при температуре 80 градусов по Фаренгейту составляет всего около 16 недель. Зерно должно быть на уровне или суше максимально рекомендуемого содержания влаги, чтобы сохранить всхожесть при теплых температурах.

Поскольку содержание влаги в зерне очень важно для безопасного хранения зерна, важно обеспечить точность измерения влажности. Важно убедиться в том, что измеряемая проба зерна дает точное представление о большем количестве зерна. Влажность зерна даже не на поле и не внутри грузовика. Зерно сегрегируется по размеру и плотности по мере того, как оно поступает в любую емкость, поэтому метод отбора проб должен собирать репрезентативную пробу. Также очень важно знать рабочий диапазон влагомера и следовать рекомендуемой процедуре. Некоторые измерители не точны для холодного или горячего зерна, некоторые не корректируют температуру зерна, а градиент влажности в ядре может привести к ошибке. Если температура образца не соответствует стандартной температуре или если зерно имеет градиент влажности из-за сушки или повторного увлажнения, образец следует поместить в герметичный контейнер на несколько часов, чтобы дать зерну нагреться до стандартной температуры и выровнять градиент влажности в ядре до того, как будет измерено содержание влаги.

Цель состоит в том, чтобы хранить зерно при прохладных температурах, чтобы продлить допустимое время хранения. Зерно является отличным изолятором, поэтому большая часть зерна будет оставаться теплой или прохладной, если воздух не будет проходить через зерно. Хранящееся зерно следует охлаждать осенью, так как температура наружного воздуха снижается. Запускайте аэрационные

вентиляторы, когда средняя (суточная максимальная + минимальная / 2) температура наружного воздуха на 10–15 градусов по Фаренгейту ниже, чем температура зерна. Охладите зерно примерно до нуля или около средней минимальной зимней температуры для зимнего хранения. Весной прогрейте зерно примерно до 40 градусов по Фаренгейту.

Цель в течение весны и лета состоит в том, чтобы сохранить зерно прохладным, чтобы повысить АСТ и ограничить активность насекомых. Закрывайте вентиляторы и воздухопроводы, когда вентиляторы не работают. Естественный эффект дымохода будет втягивать наружный воздух, который будет нагревать зерно теплым наружным воздухом, если вентилятор не закрыт. Кроме того, ветер, дующий в открытые вентиляторы и воздухопроводы, будет вентилировать хранящееся зерно. Если воздух теплый и влажный, воздух согреет и добавит влаги зерну. При температуре ниже 50 градусов по Фаренгейту насекомые впадают в спячку, а при температуре около или ниже нуля насекомые могут быть убиты, если зерно хранится в течение длительного периода времени. Гибель насекомых происходит быстрее при более низких температурах, поэтому насекомых можно контролировать, регулируя температуру зерна, если позволяет климат. Солнечное тепло на солнечной стороне бункера и на крыше бункера может согреть хранящееся зерно. Пространство над зерном должно быть проветриваемым, подобно чердаку здания, с воздухом, входящим возле карниза и выходящим возле козырька. Кроме того, вытяжной вентилятор, установленный на крыше с соответствующими вентиляционными отверстиями, может охладить пространство под крышей. Нагрев зерна ограничен в пределах нескольких футов от стенки бункера, но может распространяться на несколько футов вглубь зерна наверху из-за воздушных потоков. Поэтому важно поддерживать максимальную прохладу верхней части бункера. Температура наружного воздуха будет меняться во время цикла аэрации, но температура наружного воздуха является основным фактором при определении того, когда следует использовать вентилятор. Как правило, зерно теряет немного влаги во время охлаждения, поэтому, как правило, относительная влажность воздуха во время аэрации не является проблемой, если вентилятор работает только достаточно долго, чтобы охладить зерно. По возможности не включайте вентилятор в туман, дождь

или снег. Очень важно следить за хранящимся зерном. Измерьте температуру и влажность зерна и проверьте наличие насекомых. Датчики температуры в зерне рекомендуются для помощи в контроле температуры зерна. Однако, поскольку зерно является отличным изолятором, измеряется только температура зерна рядом с датчиком. Разместите кабели датчика температуры в зернохранилище, где ожидаются проблемы, например, на солнечной стороне бункера, в середине бункера и рядом с верхней частью зерна. Мониторы не заменяют проверку зернистости для поиска индикаторов проблем.

### Литература

1. Ермалинская Н.В. Экономика и организация инфраструктуры агропромышленного комплекса: курс лекций / Н.В. Ермалинская. – М: ГТТУ, 2018. – 163 с.
2. Евдокимов И.А. Особенности производства органических продуктов / И.А. Евдокимов // Переработка молока: технология, оборудование, продукция. – 2018. – № 1. – С. 22-24.
3. Dunchenko N.I., Voloshina E.S., Kuptsova S.V., Cherkasova E.I., Sychev R.V., Keener K., FRM 1, P. 182-190 (2018).
4. Bondareva G.I., Temasova G.N., Leonov O.A., Shkaruba N.Z., Vergazova Y.G., RER 2, P. 151-154 (2022).

### IVANOV Matvey Dmitrievich

student, St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V. I. Ulyanov (Lenin),  
Russia, St. Petersburg

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Management and Quality Systems  
of the St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V. I. Ulyanov (Lenin),  
Candidate of Technical Sciences Yashchenko Vladimir Vladimirovich*

## GRAIN STORAGE METHODS TO MAINTAIN GRAIN QUALITY

**Abstract.** *The article is devoted to grain storage and control of this process. It discusses the stages of grain preparation and storage design, control of stored grain and operation of an aeration system to control grain temperature.*

**Keywords:** *grain mass, elevator, polyethylene sleeve, embankment, quality, storage.*

# ЭКОЛОГИЯ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

ГОЛОДНЕНКО Татьяна Евгеньевна

магистрантка, Владивостокский государственный университет, Россия, г. Владивосток

## РОЛЬ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА В СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА

**Аннотация.** В статье рассматриваются роль антропогенного фактора в современных изменениях климата. Проблема изменения климата сейчас является широко обсуждаемой, и большинство в качестве вариантов её решения выдвигают такие предложения, как прекращение вырубки лесов и восстановление природных экосистем, которые должны принести очевидную пользу для всего человечества.

**Ключевые слова:** климат, климатические изменения, антропогенный фактор, глобальные последствия.

Климат – это сложный и многогранный феномен, характеризующий усредненные параметры погоды и её изменчивость на протяжении продолжительного временного периода (обычно 2–3 десятилетия). Формирование климата является результатом сложного взаимодействия различных компонентов климатической системы Земли – своеобразной «климатической машины», включающей в себя атмосферу, гидросферу с криосферой, биосферу и педосферу (почвенные ресурсы) [1, с. 311-323]. Между этими компонентами постоянно происходит активный обмен веществом и энергией, при этом первичным источником энергии выступает Солнце. Именно это взаимодействие элементов глобальной климатической системы в условиях солнечной радиации определяет установившиеся на Земле климатические закономерности и их динамику на разных пространственно-временных масштабах. Понимание принципов функционирования данной «климатической машины» имеет ключевое значение для изучения, моделирования и прогнозирования климатических процессов.

Колебания параметров земной орбиты, известные как циклы Миланковича, являются главной причиной долговременных климатических изменений на нашей планете. Однако современные трансформации климата в значительной степени связаны с интенсивной хозяйственной деятельностью человека и

разнообразными антропогенными факторами. Многочисленные научные исследования и авторитетные международные отчеты, в частности Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), однозначно указывают на доминирующую роль человеческого воздействия в глобальном потеплении, начавшемся еще в середине XX столетия. Если естественные колебания климата Земли на протяжении геологической истории определялись главным образом астрономическими механизмами, то нынешние климатические тенденции в значительной мере обусловлены антропогенными преобразованиями окружающей среды.

Одним из ключевых антропогенных факторов, оказывающих сильное влияние на климат Земли, выступают выбросы в атмосферу так называемых парниковых газов. К их числу, в первую очередь, относятся диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ) и закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Данные газы обладают способностью поглощать и удерживать тепловое излучение, испускаемое поверхностью планеты, вызывая тем самым парниковый эффект, способствующий повышению температуры воздуха [2]. Основным источником выбросов  $\text{CO}_2$  является сжигание ископаемых видов топлива (угля, нефти, природного газа) в процессе производства энергии, транспортной деятельности и промышленных производств. Метан, в свою очередь,

выделяется при добыче, транспортировке и использовании ископаемого топлива, а также в результате сельскохозяйственной деятельности и разложения органических отходов. Закись азота образуется преимущественно при применении минеральных удобрений и в ходе различных промышленных процессов. Интенсивное антропогенное производство и использование энергии на основе ископаемого топлива, развитие промышленности и сельского хозяйства служат ключевыми источниками эмиссии парниковых газов, оказывающих определяющее влияние на современные изменения климата планетарного масштаба.

Согласно данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), концентрации парниковых газов в земной атмосфере достигли исторически беспрецедентных значений за последние 800 тысяч лет. Так, содержание углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) увеличилось примерно на 48% по сравнению с доиндустриальным периодом, концентрация метана ( $\text{CH}_4$ ) выросла на 156%, а закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) – на 23% [3].

Такие колоссальные изменения в концентрации парниковых газов в атмосфере неизбежно усиливают парниковый эффект, тем самым значительно способствуя процессу глобального потепления, наблюдаемого в течение последних десятилетий. Учитывая беспрецедентность достигнутых концентраций этих газов по сравнению с доиндустриальным периодом, их климатическое воздействие на современную и будущую динамику температуры приобретает поистине глобальный и долговременный характер. Столь масштабные трансформации газового состава атмосферы напрямую связаны с интенсивной хозяйственной деятельностью человека, требующей незамедлительного пересмотра сложившихся энергетических и производственных стратегий для минимизации негативных последствий климатических изменений.

Дарвиновский индекс Южного Колебания: аномалия среднемесячных значений давления на уровне поверхности океана в г. Дарвин (Австралия) с обратным знаком, гПа. Показана также сглаживающая кривая - скользящее десятилетнее среднее. Данные приведены за период с января 1882 г. по декабрь 1998 г. Климатическое среднее вычислено за период с января 1882 г. по декабрь 1981 г. Ступенчатая функция иллюстрирует возможное изменение ситуации с 1977 г. В доиндустриальный период

(примерно до 1750 года) изменения глобального климата определялись исключительно естественными факторами. Однако впоследствии всё более ощутимое влияние стали оказывать антропогенные процессы – эмиссии парниковых газов и масштабные трансформации альbedo земной поверхности и атмосферы, связанные со значительным расширением хозяйственной деятельности человека. Современные климатические изменения на Земле можно представить как совокупность двух компонентов – естественного и антропогенного:  $\Delta(t) = \Delta N(t) + [\Delta A\text{-GHG}(t) + \Delta A\text{-albedo}(t)]$ , где  $\Delta(t)$  – общее изменение климата во времени ( $t$ ),  $\Delta N(t)$  – его естественная составляющая, а  $\Delta A\text{-GHG}(t)$  и  $\Delta A\text{-albedo}(t)$  – антропогенные составляющие, связанные с выбросами парниковых газов и трансформациями альbedo соответственно. Помимо эмиссий парниковых газов, значительное воздействие на климатическую систему оказывают изменения в землепользовании, особенно обезлесение и деградация почв. Леса выступают важными поглотителями углерода, и их сокращение снижает способность планеты абсорбировать  $\text{CO}_2$  из атмосферы. Кроме того, обезлесение может приводить к изменению альbedo земной поверхности, что также влияет на климат [4, с. 6550-6555].

Антропогенное изменение альbedo Земли происходит как вследствие трансформаций землепользования (например, замены лесных ландшафтов на агрогодья или урбанизированные территории), так и в результате аэрозольных выбросов в атмосферу и осадения частиц на земную поверхность (на снег, лёд). При этом увеличение альbedo, как правило, оказывает охлаждающий эффект. В свою очередь, антропогенное наращивание концентраций парниковых газов в атмосфере приводит к усилению парникового эффекта и, как следствие, к потеплению климата относительно его естественного состояния.

Научное сообщество пришло к консенсусу относительно того, что современное глобальное потепление неоспоримо, и его основной причиной является антропогенное воздействие [5, с. 22-29]. Согласно последнему докладу МГЭИК, вероятность того, что наблюдаемое с 1950-х годов глобальное потепление обусловлено исключительно естественными причинами, крайне мала [6, с. 48-62]. Таким образом, сокращение антропогенных выбросов парниковых газов и другого вредного

воздействия на окружающую среду является ключевым фактором в борьбе с изменением климата.

### Литература

1. Trenberth K.E., Fasullo J.T., Kiehl J. Earth's global energy budget. / K.E. Trenberth, J.T. Fasullo, J. Kiehl // Bulletin of American Meteorological Society. – 2009. – P. 311-323.
2. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis // Intergovernmental Panel on Climate Change. [сайт]. – 2021. – URL: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SummaryVolume.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SummaryVolume.pdf) (дата обращения 02.04.2024).
3. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis // Summary for Policymakers. [сайт]. – 2021. – URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/summary-for-policymakers/> (дата обращения: 02.04.2024).
4. Combined climate and carbon-cycle effects of large-scale deforestation / G. Bala, K. Caldeira, M. Wickett, T. J. Phillips, D. B. Lobell, C. Delire, A. Mirin. – Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2007. – № 104(16). – P. 6550-6555.
5. Сергиенко Л. И. Антропогенный фактор изменения климата. Вестник Московского университета / Л.И. Сергиенко. 2009. – Серия 5: География, № 6, С. 22-29.
6. Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming / J. Cook, Oreskes, P. T. Doran, W. R. Anderegg, B. Verheggen, E. W. Maibach, K. Rice. – Environmental Research Letters. – 2016. – № 11(4). – P. 48-62.

**GOLODENKO Tatyana Evgenievna**

Undergraduate Student, Vladivostok State University, Russia, Vladivostok

## THE ROLE OF THE ANTHROPOGENIC FACTOR IN MODERN CLIMATE CHANGE

**Abstract.** *The article examines the role of the anthropogenic factor in modern climate change. The problem of climate change is now widely discussed, and most of the solutions put forward proposals such as stopping deforestation and restoring natural ecosystems, which should bring obvious benefits to all mankind.*

**Keywords:** *climate, climate change, anthropogenic factor, global consequences.*

ГОЛОДНЕНКО Татьяна Евгеньевна

магистрантка, Владивостокский государственный университет, Россия, г. Владивосток

## ПОСЛЕДСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ДЛЯ ЭКОСИСТЕМ И БИОРАЗНООБРАЗИЯ

**Аннотация.** В статье рассматриваются последствия климатических изменений для экосистем и биоразнообразия. Проблема изменения климата сейчас является широко обсуждаемой, и большинство в качестве вариантов её решения выдвигают такие предложения, как прекращение вырубki лесов и восстановление природных экосистем, которые должны принести очевидную пользу для биоразнообразия. Для природного мира решение проблемы изменения климата будет иметь важное значение.

**Ключевые слова:** климат, климатические изменения, биоразнообразие, экосистемы, глобальные последствия.

Биологическое разнообразие – или биоразнообразие – это разнообразие жизни на Земле во всех ее формах – от генов и бактерий до экосистем. На сегодняшний день существующее биоразнообразие – это результат 4,5 миллиарда лет эволюции, на которую большое влияние оказывает человек. Около четверти суши нашей планеты страдает от продолжительных сезонов пожаров, которые происходят в результате глобального потепления. Ученые установили, что разрушающиеся экосистемы, в которых биоразнообразие подвержено антропогенному фактору воздействия, с большей вероятностью будет уничтожено пожарами. Необходимо учитывать, что биоразнообразие напрямую влияет на людей. Биоразнообразие определяет весь живой мир и является генетическим составом живых организмов. Разнообразие живых существ, обитающих на нашей планете, имеет решающее значение для выживания человечества, оно важно для опыления сельскохозяйственных культур, для сохранения питательных веществ в почве и для поддержания качества воды. Биоразнообразие формирует ткань жизни, от которой зависит многое – пища, вода, медицина, стабильный климат, экономический рост и многое другое.

Одной из главных проблем современности остается глобальное изменение климата, оказывающее значительное воздействие на природные экосистемы и биоразнообразие Земли. Изменение температуры воздуха, количества и частоты осадков и другие экстремальные погодные условия приводят к изменениям экосистем и частичной или полной утрате биологического разнообразия, что может поставить

под вопрос устойчивое существование человечества.

Около половины всех выбросов углекислого газа поглощают суша и океан, природа переживает кризис. Чуть менее одного миллиона видов находятся под угрозой исчезновения. Из-за вырубки лесов растения превращаются из поглотителей углерода в его источники. Наглядным примером является постепенное уничтожение невозможных экосистем – леса Амазонки. Чуть более 85% земель болотистой местности уже исчезали, такие, как мангровые болота и солончаки. Необходимо понимать, что заболоченные земли поглощают большое количество углекислого газа, а их исчезновение создает угрозу не только для биологического разнообразия Земли, но и для населения в целом [1].

Основной фактор, разрушающий биоразнообразие является использование человеком земельных ресурсов, которые чаще всего необходимы для производства продуктов питания. Активная жизнедеятельность человека неблагоприятно сказывается на окружающей среде нашей планеты. В процессе адаптации земельных ресурсов под ведение сельского хозяйства некоторые виды животного и растительного мира оказываются под угрозой исчезновения, так как теряется их естественная среда обитания. Сокращение биоразнообразия напрямую зависит от изменения климата, которое оказывает влияние на все экосистемы Земли. И с каждым годом при повышении температуры воздуха риск вымирания как видов растений, так и животных растет.

В результате исследования Межправительственной группы экспертов по изменению

климата (МГЭИК) было установлено, что глобальное потепление привело к изменению местоположения ареалов многих видов растений и животных, изменению сроков сезонных явлений, таких как цветение растений, миграция птиц и животных [2, с. 355-363].

Океан занимает большую часть нашей планеты, покрывая 70 процентов ее поверхности, и в значительной мере определяет ее климат. Благодаря океану на Земле поддерживается жизнь, но при этом находится он сам сильно страдает от климатических изменений. В настоящий момент человечеству необходимо постепенно сокращать выбросы парниковых газов (ПГ) в атмосферу для того, чтобы избежать необратимых последствий для климата. Необходимы более активные усилия для ускорения и масштабирования декарбонизации экономики и достижения нулевого уровня выбросов к середине столетия. Чем раньше начнутся широкомасштабные действия, тем более эффективными они будут с точки зрения затрат и тем больше шансов избежать наихудших последствий антропогенного изменения климата.

В соответствии с выводами Специального доклада МГЭИК 2018 года о последствиях потепления на 1,5°C по сравнению с доиндустриальным периодом, становится очевидным, что более активные действия по снижению выбросов парниковых газов являются глобальным императивом, который потребует всеобъемлющего подхода во всей мировой экономике. На сегодняшний день большое внимание уделяется роли наземных источников выбросов и поглотителей. Однако океан и его прибрежные районы предлагают широкий спектр дополнительных потенциальных вариантов смягчения последствий. Океан играет основную роль в регулировании температуры воздуха на Земле. Океан не только поглощает 93% тепла, выделяемого в результате увеличения выбросов углекислого газа, но и поглощает примерно 25–30% самих выбросов CO<sub>2</sub>, которые оставались бы в атмосфере и ускоряли бы глобальное потепление. Океан также производит около 50% кислорода на планете благодаря фотосинтетической деятельности морских растений и водорослей. Усилия по защите океана и его жизненно важных экосистем нельзя рассматривать в отрыве от задачи стабилизации климата. Для сохранения биоразнообразия океана, самого океана необходимо снизить концентрацию ПГ в атмосфере [3]. Быстрое таяние ледников в Арктике

становится причиной для сужения местообитаний и сокращения кормовой базы для морских млекопитающих, представителями которых являются моржи, тюлени и белые медведи. Подобные процессы можно наблюдать и в других экосистемах, например, исчезновение коралловых рифов, которое происходит в результате повышения температуры воздуха, зачисления океана, таяния ледников, а также обнищания лесов.

Помимо прямого воздействия на виды, изменение климата ведет к утрате биоразнообразия путем изменения экосистем и разрушения существующих связей между видами. Так, исчезновение одних видов может приводить к исчезновению или наоборот - неконтролируемому увеличению других, что окажет сильное влияние на весь биоценоз [4, с. 1-5].

Биологическое разнообразие играет ключевую роль в функционировании природных экосистем и регулировании климата, очистки воды, опыления растений, формировании почв. Поэтому сохранение биоразнообразия является одним из важнейших условий устойчивого развития человечества. Утрата биоразнообразия, под воздействием климатических изменений, создает угрозы для здоровья населения, которые несут за собой следующие последствия:

- нехватка продовольствия,
- нехватка питьевой воды,
- нехватка лекарственных растений.

Кроме того, разрушение естественных местообитаний животных повышает риски возникновения и распространение новых инфекционных заболеваний, представляющих опасность для человека, прежде всего из-за того, что они будут не изучены, и потребуется время, на изучение и поиски способов борьбы с новыми болезнями.

### Литература

1. Media Release: Nature's Dangerous Decline «Unprecedented» // Species Extinction Rates «Accelerating». – URL: <https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment> (дата обращения: 20.04.2024).
2. Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being / G.T. Pecl, M.B. Araújo, J.D. Bell, J. Blanchard, T.C. Bonebrake, I.-C. Chen, S.E. Williams // Science. – 2017. – № 2. – P. 355-363.
3. The Ocean as a Solution to Climate Change: Five Opportunities for Action /

K. Caldeira, Th. Chopin, St. Gaines, P. Haugan, M. Hemer, J. Howard, D. Krause-Jensen, and others // World Resources Institute. – 2019. – URL: [https://oceanpanel.org/wp-content/uploads/2022/06/HLP\\_Report\\_Ocean\\_Solution\\_Climate\\_Change\\_final.pdf](https://oceanpanel.org/wp-content/uploads/2022/06/HLP_Report_Ocean_Solution_Climate_Change_final.pdf) (дата обращения: 20.04.2024).

4. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction / G. Ceballos et al. // Science Advances. – 2015. – Vol. 1. – № 5. – P. 1-5. – URL: <https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/sciadv.1400253> (дата обращения: 22.04.2024).

**GOLODENKO Tatyana Evgenievna**

Undergraduate Student, Vladivostok State University, Russia, Vladivostok

## **EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY**

**Abstract.** *The article examines the effects of climate change on ecosystems and biodiversity. The problem of climate change is now widely discussed, and most of the solutions put forward such proposals as stopping deforestation and restoring natural ecosystems, which should bring obvious benefits to biodiversity. Addressing climate change will be important for the natural world.*

**Keywords:** *climate, climate change, biodiversity, ecosystems, global impacts.*

# МЕДИЦИНА, ФАРМАЦИЯ



10.5281/zenodo.18692607

**ТАКСАНОВА Аида Сагынбековна**

мастер по перманентному макияжу, Студия-красоты «Первая Леди», Россия, г. Барнаул

## КАМУФЛЯЖ РУБЦОВ ПОСЛЕ КОСМЕТОЛОГИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ (НЕКРОЗЫ ПОСЛЕ ФИЛЛЕРОВ, ПОСТ-ЛАЗЕРНЫЕ ЛИНИИ): АЛГОРИТМ «ЦВЕТ VS РЕЛЬЕФ» ДЛЯ РФ-КЛИНИК

**Аннотация.** Актуальность темы продиктована устойчивым ростом объёма инвазивных косметологических вмешательств в Российской Федерации и сопряжённым увеличением доли ятрогенных осложнений, завершающихся формированием эстетически значимых рубцов. Цель исследования – разработать и научно верифицировать клинический алгоритм выбора терапевтической тактики коррекции посткосметологических рубцов, основанный на первичном выделении доминирующего клинического признака – «цвет» или «рельеф». Методологический каркас составили систематизированный обзор и критический анализ научной литературы, клинических рекомендаций и патентных источников РФ, дополненные контент-анализом протоколов эксплуатации медицинского оборудования. В качестве инструмента объективизации предложено применение Ванкуверской шкалы рубцов с вычислением интегральных показателей – индекса цвета и индекса рельефа. Итогом стало представление дихотомического алгоритма «цвет vs рельеф», детализирующего последовательность диагностических шагов и логики клинического решения. В терапевтической ветви цвет, систематизированы подходы к коррекции дисхромий, включая использование сосудистых и пикосекундных лазеров, а также IPL/VBL-систем. Для ветви рельеф обоснована тактика ведения атрофических рубцов с приоритетом биостимуляторов (полимолекулярная кислота, коллаген) и фракционных лазеров, а также гипертрофических рубцов с акцентом на внутриочаговое введение кортикостероидов и ферментных препаратов. Сделан вывод, что предложенный алгоритм обеспечивает патогенетически выверенную стандартизацию лечебной стратегии, повышает результативность и профиль безопасности терапии, снижает вероятность вторичных осложнений и адаптирован для условий российской клинической практики. Полученные результаты имеют непосредственную практическую значимость для дерматокосметологов, пластических хирургов и специалистов эстетической медицины.

**Ключевые слова:** ятрогенные рубцы, косметологические осложнения, некроз после филлеров, фракционный фототермолиз, полимолекулярная кислота, коллагенотерапия, дисхромия, атрофический рубец, гипертрофический рубец, клинический алгоритм.

### Введение

Рынок эстетической медицины в Российской Федерации развивается по экспоненте, что сопровождается ростом числа инвазивных вмешательств, прежде всего контурной пластики с применением филлеров на основе гиалуроновой кислоты (ГК) и аппаратных методик. Параллельно увеличивается и абсолютное количество регистрируемых нежелательных явлений. По данным разных авторов, суммарная частота осложнений после инъекций ГК колеблется от 0,06% до 4,25% [1]. При кажущейся

низкой относительной величине такой диапазон на масштабах рынка превращается в значительный контингент пациентов с ятрогенными повреждениями. Наиболее тяжелым и инвалидизирующим событием выступает сосудистая окклюзия с последующим ишемическим некрозом, приводящим к формированию сложных, сочетанных рубцов. Эти рубцовые изменения сочетают нарушение рельефа (преимущественно атрофического типа) с устойчивой дисхромией – поствоспалительной гиперпигментацией, стойкой эритемой и

телеангиэктазиями. К иным вариантам ятрогенных дефектов относятся постлазерные демаркационные линии и рубцы, возникающие при нарушении протоколов либо неадекватной реабилитации.

Анализ современной литературы и клинических рекомендаций показывает, что подавляющее большинство существующих подходов ориентировано на ведение посттравматических, ожоговых и послеоперационных рубцов [2, с. 38-45]. Между тем рубцовая ткань, формирующаяся на месте ишемического некроза или контролируемого термического поражения, обладает иной биологией и требует специфической тактики [4; 6, с. 28-34]. Научный дефицит заключается в отсутствии - как в отечественной, так и, в значительной мере, в мировой практике - единого систематизированного клинического алгоритма, помогающего врачу выбирать терапевтическую стратегию в трудных ситуациях сочетанного поражения, когда одновременно присутствуют нарушения цвета и рельефа. В результате практикующие специалисты нередко действуют эмпирически, что повышает риск субоптимальных исходов, избыточного числа процедур и даже усугубления проблемы, например индукции поствоспалительной гиперпигментации при преждевременном агрессивном воздействии на рельеф. Несмотря на успехи лазерной и инъекционной терапии, значительная часть пациентов сталкивается с феноменом «финального плато»: рубец становится плоским и мягким, но сохраняет эстетическую дефектность за счет гипопигментации (белизны) или различия в текстуре с окружающей здоровой кожей. Аппаратные методы бессильны перед отсутствием меланина в рубцовой ткани. В связи с чем приоритет переходит к методам эстетического камуфляжа (дермопигментации), позволяющим воссоздать визуальную целостность кожного покрова.

**Цель исследования** заключается в разработке и научном обосновании клинического алгоритма выбора терапевтической тактики коррекции рубцов после косметологических осложнений, основанной на первичном выявлении доминирующего клинического признака - цвет или рельеф.

**Научная новизна** работы состоит в предложении впервые патогенетически аргументированного дихотомического алгоритма, систематизирующего выбор методов коррекции ятрогенных рубцов и нацеленного на оптимизацию клинических исходов в условиях практического здравоохранения Российской Федерации.

**Авторская гипотеза** заключается в том, что дифференцированное начало терапии с адресной коррекцией доминирующего дефекта (цвета либо рельефа) повышает эффективность и безопасность лечения, сокращает общую продолжительность терапевтического курса и снижает вероятность вторичных осложнений.

#### **Материалы и методы**

Методологическая основа исследования сформирована на систематическом обзоре и критическом осмыслении публикаций последних лет, индексируемых в Scopus, Web of Science, PubMed и РИНЦ (eLibrary). Поисковая стратегия была строго регламентирована набором ключевых слов: «рубцы», «осложнения косметологии», «некроз филлеры», «фракционный лазер», «полимолочная кислота», «VSS scale». Дополнительно выполнен контент-анализ актуальных клинических рекомендаций по дерматовенерологии и пластической хирургии РФ, а также патентных материалов РФ, посвящённых способам коррекции рубцовых деформаций. Существенным компонентом стала экспертиза технических досье и клинических протоколов применения зарегистрированных на территории РФ медицинских изделий (лазерные платформы, инъекционные препараты).

Для объективизации оценки рубцовой ткани и унификации клинических решений в рамках предлагаемого алгоритма в качестве базового инструмента выбрана Ванкуверская шкала рубцов (VSS), одна из наиболее валидизированных и широко применяемых в мировой практике при анализе послеожоговых и послеоперационных рубцов. Шкала охватывает четыре ключевые домены: васкуляризацию, пигментацию, эластичность и высоту/толщину.

Методологическим шагом стало дихотомическое переосмысление параметров VSS по принципу «цвет vs рельеф». Показатели «васкуляризация» (0-3 балла) и «пигментация» (0-2 балла) агрегированы в интегральный «индекс цвета» (ИЦ) с максимальным значением 5 баллов; верхняя граница отражает багровую окраску с выраженной гиперпигментацией. Параметры «эластичность» (0-5 баллов) и «высота/толщина» (0-3 балла) объединены в «индекс рельефа» (ИР) с теоретическим максимумом 8 баллов, соответствующим гипертрофическому рубцу с контрактурой. Тактика начала терапии в двухветвевом алгоритме («Цвет» или «Рельеф») определяется сравнением величин ИЦ и ИР: первично корректируется доминирующий компонент, что отражает его наибольший вклад в клиническую картину. Значимым модулирующим критерием остаётся стадия зрелости рубца. В рамках работы использована

временная стратификация на незрелые (до 3 месяцев), умеренно зрелые (3–12 месяцев) и зрелые (более 1 года) рубцы. Данный фактор напрямую детерминирует биологическую активность ткани – уровень ангиогенеза, выраженность воспаления и интенсивность коллагеногенеза – и, соответственно, предопределяет ожидаемую чувствительность к выбранным терапевтическим модальностям.

### Результаты и обсуждение

По итогам проведённого анализа сформирован клинический алгоритм – пошаговая инструкция по ведению пациента с ятрогенным рубцом. Данный алгоритм институционализирует процесс клинического выбора, переводя его из преимущественно эмпирической практики в рамки доказательной медицины с унифицированной системой оценки. Логическая структура и последовательность действий представлены в виде блок-схемы на рисунке 1.

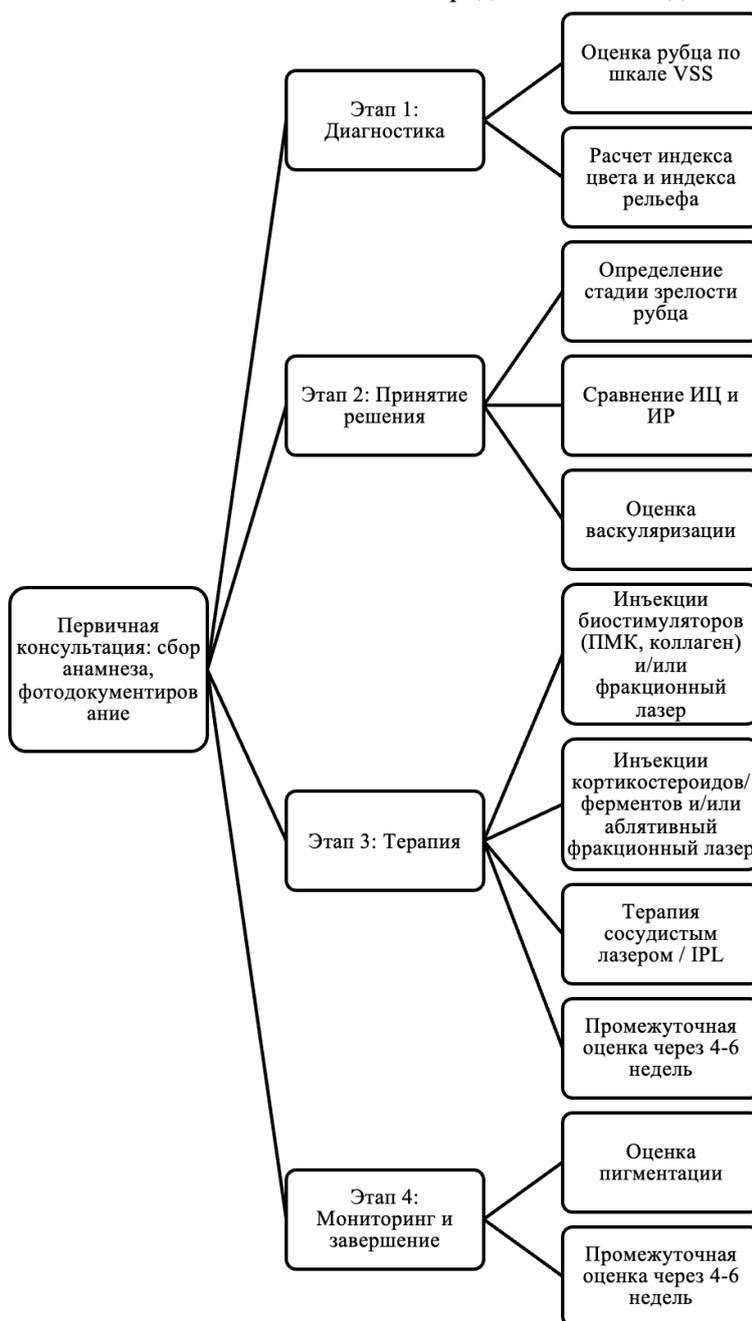


Рис. 1. Блок-схема клинического алгоритма «цвет vs рельеф» для коррекции ятрогенных рубцов (составлено автором на основе [3, с. 26-31; 6, с. 28-34; 10, с. 75-80; 14, с. 48-53])

Алгоритм начинается с расширенной диагностики (этап 1), где важную роль играет объективизация состояния по шкале VSS. Такая

квантификация минимизирует субъективный фактор и позволяет чётко выделить ведущий патологический компонент. На этапе выбора

тактики (этап 2) сопоставление интегральных индексов ИЦ и ИР направляет врача в одну из двух терапевтических ветвей. Принципиально важно, что алгоритм имеет циклическую архитектуру: после завершения курса вмешательств (этап 3) и проведения промежуточной переоценки (этап 4) осуществляется возврат к точке принятия решения. Так, после успешного подавления выраженной эритемы (ветвь цвет) клиническое доминирование может сместиться в сторону атрофии, что обоснует переход к ветви рельеф.

Цель ветви цвет – нормализация окраски рубцовой ткани; это не только улучшает внешний вид, но и патогенетически оправдано как первичный шаг при незрелых, биологически активных рубцах. Снижение васкуляризации и воспалительной активности способно прервать прогрессирование патологического рубцевания и предотвратить формирование гипертрофии.

Коррекция эритемы и телеангиэктазий (высокий балл по домену васкуляризация). Наиболее результативны методы с селективным прицелом на хромофор гемоглобин: неаблятивные сосудистые лазеры – импульсный лазер на красителе (PDL) и неодимовый Nd:YAG с длиной волны 1064 нм – а также системы широкополосного импульсного света (IPL/BBL). Современные комбинированные комплексы, например Synergy, объединяющие PDL и Nd:YAG,

обеспечивают обработку сосудов различного калибра и глубины, что критически важно при сложных рубцовых изменениях [8]. Терапевтический эффект основан на селективном фототермолизе с коагуляцией патологических сосудов при максимальном щажении окружающих тканей.

Коррекция гиперпигментации (высокий балл по домену пигментация). Наиболее подходящим вариантом удаления избыточного меланина в настоящее время считаются пикосекундные лазеры (например, PicoSure) [7, с. 285-289; 8]. Их основное преимущество – преобладание фотоакустического механизма над фототермическим: ультракороткий импульс фрагментирует меланин на микрочастицы, подлежащие последующей макрофагальной элиминации, с минимальным нагревом окружающих структур. Это снижает риск поствоспалительной гиперпигментации и делает метод оптимально безопасным для рубцовой ткани, включая пациентов с темными фототипами. В качестве альтернативы возможны IPL/BBL-системы и поверхностные химические пилинги [3, с. 26-31], однако их применение сопряжено с большей термической нагрузкой и требует особенно тщательного отбора кандидатов.

Сравнительная характеристика ключевых аппаратных методик, применяемых в рамках ветви цвет, приведена в таблице 1.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика аппаратных методов коррекции дисхромии рубцовой ткани в РФ (составлено автором на основе [3, с. 26-31; 4; 8; 9, с. 98-108])**

Технология	Целевой хромофор	Механизм действия	Показания в рамках алгоритма	Преимущества	Недостатки/ Риски	Средняя стоимость за 1 см <sup>2</sup> в РФ, руб.
Nd:Yag/PDL лазер	Оксигемоглобин	Селективный фототермолиз	Эритема, телеангиэктазии	Высокая селективность, доказанная эффективность	Риск ожога, пурпура (PDL), болезненность	800–1700
IPL/BBL	Меланин, гемоглобин	Селективный фототермолиз	Гиперпигментация, эритема	Работа с большой площадью, одновременная коррекция нескольких проблем	Менее селективен, высокий риск ожогов при неправильных параметрах	600–1500 (за зону)
Пикосекундный лазер	Меланин	Фотоакустический	Гиперпигментация	Максимальная безопасность, минимальный риск ПВГ, эффективен для любого фототипа	Высокая стоимость оборудования и процедуры	1900–2900

Даже при клинически результативном завершении курса лазерной терапии, направленной на коррекцию дисхромии (ветвь «Цвет»), и инъекционных методик, улучшающих микро-рельеф (ветвь «Рельеф»), у 30–40% пациентов сохраняется выраженная эстетическая неудовлетворенность. Данный феномен, как правило, обусловлен двумя ключевыми причинами. Первая – вторичная гипопигментация по типу «белого рубца», представляющая собой стойкий дефицит меланоцитов в зоне рубцовой ткани; в подобных условиях лазерные технологии не способны обеспечить восстановление пигментного пула. Вторая – визуальная неоднородность текстуры: при внешней плоскостности рубца он продолжает отличаться от интактной кожи по характеру светорассеяния, что проявляется либо избыточным блеском, либо, напротив, матовостью в виде заметного пятна.

В рамках предложенного алгоритма дермопигментация (камуфляж) рассматривается как приоритетный метод на этапе «терапевтического плато», когда потенциал регенеративных и аппаратно-инъекционных подходов достиг предела и дальнейшее улучшение не ожидается. В актуализации протоколов 2024 года обоснованно выделяются три клинически значимые тактики камуфляжа.

Первая тактика – *Skin-Tone Camouflage*, ориентированная на восстановление цветового восприятия при гипопигментированных рубцах. Концептуально ошибочным является плотное, сплошное перекрытие дефекта пигментом, совпадающим с оттенком окружающей кожи, поскольку формируется эффект «тонального крема». Рубцовая ткань характеризуется отсутствием сосудистого рисунка и физиологической полупрозрачности, вследствие чего при монолитном окрашивании возникает впечатление «неживой» бледности. Современный подход предполагает послойное нанесение по *Layering Technique*. На первом, грунтовочном, этапе используются теплые корректоры низкой насыщенности – разбавленные оксиды железа лососевого либо персикового спектра – с целью имитации естественного дермального подтона и оптического аналога микроциркуляции. На втором, заключительном, этапе применяются миксы на основе диоксида титана ( $TiO_2$ ), подбираемые строго в соответствии с фототипом пациента, чтобы добиться максимально точного включения участка в общий тон кожи. Введение выполняется исключительно «пиксельной» техникой (пудровое напыление) иглами 1RL, что позволяет

сохранять микропромежутки интактной кожи и тем самым формировать эффект «дышащей» ткани без впечатления плотной замазки.

Вторая тактика – *Trompe-l'œil*, то есть оптическая имитация рельефа при ситуациях, когда атрофический компонент рубца невозможно полностью нивелировать филлерами. Суть метода заключается в светотеневой коррекции: искусственном затемнении «дна» дефекта, если оно чрезмерно светлое и дает блики, либо в деликатном высветлении краев. Научная логика подхода опирается на то, что заметность рубца поддерживается резким контрастом светотени, формирующим читаемую геометрию дефекта. Мягкая растушевка границ пигментом, совпадающим с тоном окружающей кожи, снижает градиент контраста и «ломает» визуальную архитектуру рубца, делая его трудно-различимым для глаза на дистанции социального взаимодействия порядка 50–70 см.

Третья тактика – *Neutralization*, применяемая при хронической эритеме рубца. Если сосудистый компонент (устойчивая краснота либо синюшность) сохраняется свыше 12 месяцев и демонстрирует резистентность к лазерным методам, либо имеются противопоказания к аппаратным вмешательствам, показана цветокоррекция с опорой на круг Иттена. Используются низкоплотностные пигменты с базой *Olive Green*: зеленый спектр оптически компенсирует красный диапазон гемоглобина, уменьшая воспринимаемую интенсивность покраснения. Принципиально значима точность глубины: введение должно оставаться строго интраэпидермальным либо на уровне папиллярной дермы, поскольку при чрезмерном заглублении повышается риск формирования «грязного» оттенка. В данной стратегии пигмент функционирует как полупрозрачный светофильтр, а не как плотное окрашивающее покрытие.

С экономической точки зрения камуфляж обладает выраженными преимуществами по сравнению с курсовыми лазерными программами, обычно требующими 4–8 сеансов. При корректно выполненной дермопигментации клинически значимый визуальный эффект достигается за 1–2 процедуры: основная сессия и контрольная коррекция ориентировочно через 45 дней. Результат становится очевидным сразу после завершения заживления, что имеет принципиальное значение для психоэмоциональной реабилитации пациента.

Принципиальная тактика определяется морфологическим типом: при атрофических и гипертрофических формах терапевтические

подходы различаются радикально. Атрофические рубцы, особенно формирующиеся на фоне ишемического некроза, характеризуются выраженным дефицитом и дезорганизацией коллагенового матрикса дермы. Отсюда следует, что оптимальная стратегия заключается не в банальном восполнении объёма, а в индукции репаративных процессов с восстановлением собственной соединительной ткани пациента.

Приоритет отдаётся биостимуляции. В отличие от гиалуронатных филлеров, обеспечивающих кратковременный волюмизирующий эффект, коллагеностимуляторы запускают неоколлагенез. Среди зарегистрированных в РФ средств ключевыми являются препараты на основе полимолочной кислоты (ПМК, PLLA), такие как AestheFill и Sculptra, а также нативный нереконструированный коллаген I типа (например, Collost).

Полимолочная кислота при внутридермальном или субдермальном введении индуцирует контролируемое субклиническое воспаление, что привлекает фибробласты и инициирует активный синтез коллагена I и III типов [11, с. 273-283]. Формирование нового матрикса занимает 3-4 месяца и сопровождается постепенным, физиологичным

восстановлением объёма и заметным улучшением качественных характеристик кожи [13, с. 15-25]. Достигнутый результат может сохраняться до двух лет и дольше [14, с. 48-53].

Коллагеновые препараты (Collost) функционируют как биологическая матрица, обеспечивая каркас для миграции и пролиферации собственных фибробластов пациента и направляя формирование новой соединительной ткани в зоне дефекта [15, с. 70-78].

Аппаратные технологии дополняют инъекционные вмешательства. Фракционные лазеры демонстрируют высокую эффективность в remodelировании рубцовой ткани: неаблятивные системы (например, Fraxel, Palomar 1540) формируют микротермальные зоны коагуляции в дерме, инициируя регенерацию без нарушения целостности эпидермиса [17, с. 115-121]. Аблятивные фракционные платформы (CO<sub>2</sub>, Er:YAG) дополнительно испаряют микроскопические участки ткани, что обеспечивает более выраженное выравнивание рельефа при увеличении периода реабилитации [18, с. 1-5].

Ниже на рисунке 2 представлено схематическое сравнение механизмов действия биостимуляции и фракционного фототермолиза при атрофическом рубце.

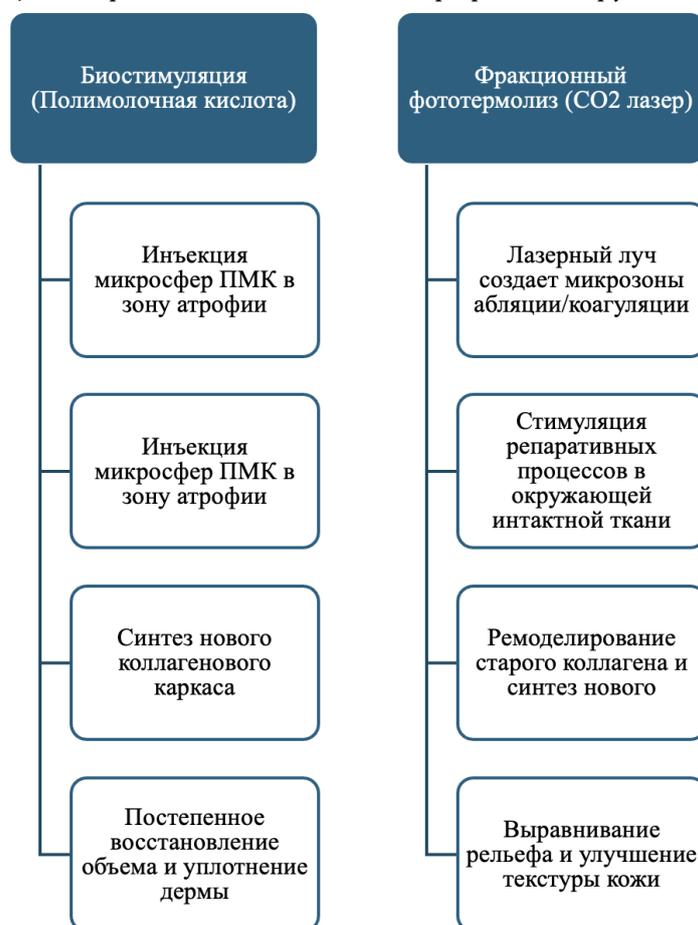


Рис. 2. Схематическое сравнение механизмов действия биостимуляции и фракционного фототермолиза при атрофическом рубце (составлено автором на основе [16, с. 1-135; 17, с. 115-121; 18, с. 1-5])

Если же говорить о коррекции гипертрофических рубцов, то в данном случае ведущая цель терапии заключается в сдерживании избыточной пролиферативной активности фибробластов и контролируемой деградации накопленного коллагена.

Наиболее подходящим вариантом считается внутриочаговое введение пролонгированных кортикостероидов (например, Дипроспан), оказывающих выраженное противовоспалительное, антипролиферативное и вазоконстрикторное действие, что приводит к уплотнению и размягчению рубцовой ткани. В соответствии с данными зарегистрированного патента РФ эффективным является режим трехкратных инъекций в толщу рубца на

протяжении 4 недель из расчёта 7 мг на 5 см<sup>2</sup> [5]. Альтернативную фармакологическую стратегию составляют ферментные препараты – гиалуронидаза (в т. ч. Лонгидаза) и коллагеназа, обеспечивающие лизис избыточных компонентов межклеточного матрикса и способствующие дефибрированию поражённой ткани [19].

Аблятивные фракционные CO<sub>2</sub>-лазеры результативно применяются для «шлифовки» гипертрофических рубцов: послойно удаляя избыток ткани, они инициируют последующее физиологическое ремоделирование дермального матрикса [18, с. 1-5]. Сводные протоколы инъекционной терапии для работы в рамках ветви «Рельеф» представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Сводные протоколы инъекционной терапии для модуляции рельефа рубцовой ткани  
(составлено автором на основе [5; 6, с. 28-34; 8; 12, с. 440])**

Тип рубца	Препарат	Механизм действия	Рекомендуемая дозировка/концентрация	Техника введения	Кратность процедур
Атрофический	Полимо- лочная кис- лота	Стимуляция неоколлагенеза	Стандартное разведение со- гласно инструк- ции	Субдермально, веерно или бо- люсно с помо- щью канюли	1–3 проце- дуры с ин- тервалом 4– 8 недель
Атрофический	Collost (7%, 15%)	Создание мат- рицы для реге- нерации	1,5 мл на зону	Интра- дермально, ли- нейно-ретро- градно	3–5 проце- дур с интер- валом 2–4 недели
Гипертрофи- ческий	Дипроспан (бетаметазон)	Противовоспа- лительный, ан- типролифера- тивный	7 мг на 5 см <sup>2</sup> (не более 14 мг за сеанс)	Интра- дермально, ин- фильтрация в толщу рубца	3 проце- дуры с ин- тервалом ~10 дней
Гипертрофи- ческий	Лонгидаза (бовгиалу- ронидаза)	Деполимериза- ция гиалуроно- вой кислоты, дефибрирова- ние	3000 МЕ в 1-2 мл физ. раствора	Интра- дермально, ин- фильтрация	5–15 проце- дур с интер- валом 3–10 дней

Наибольшие трудности создают сочетанные рубцы, одновременно демонстрирующие высокие показатели по ИЦ и ИР (например, атрофический рубец на фоне выраженной поствоспалительной гиперпигментации и телеангиэктазий). В подобных ситуациях решающим фактором становится корректная последовательность лечебных воздействий. Базовый алгоритм предполагает старт с устранения доминирующего дефекта. Тем не менее, в реальной клинической практике при сложных вариантах наименее рискованной и патогенетически выверенной стратегией является подход - сначала

цвет, затем рельеф.

Данная очередность обусловлена тем, что любые вмешательства, ориентированные на выравнивание рельефа (особенно фракционные лазеры), по природе травматичны, способны запускать воспалительный каскад и, как следствие, усиливать либо провоцировать дисхромии. Предварительная стабилизация сосудистого и пигментного компонентов формирует спокойный дермальный фон, на котором затем возможно более инвазивное, структурно-ориентированное воздействие на ткань рубца [16, с. 1-135; 20, с. 55-67].

Ограничителем широкого внедрения оптимальных протоколов в РФ остаётся экономический фактор. Высокотехнологичные решения, например, пикосекундные лазеры или инъекционные препараты полимолочной кислоты сопряжены с высокой себестоимостью, что

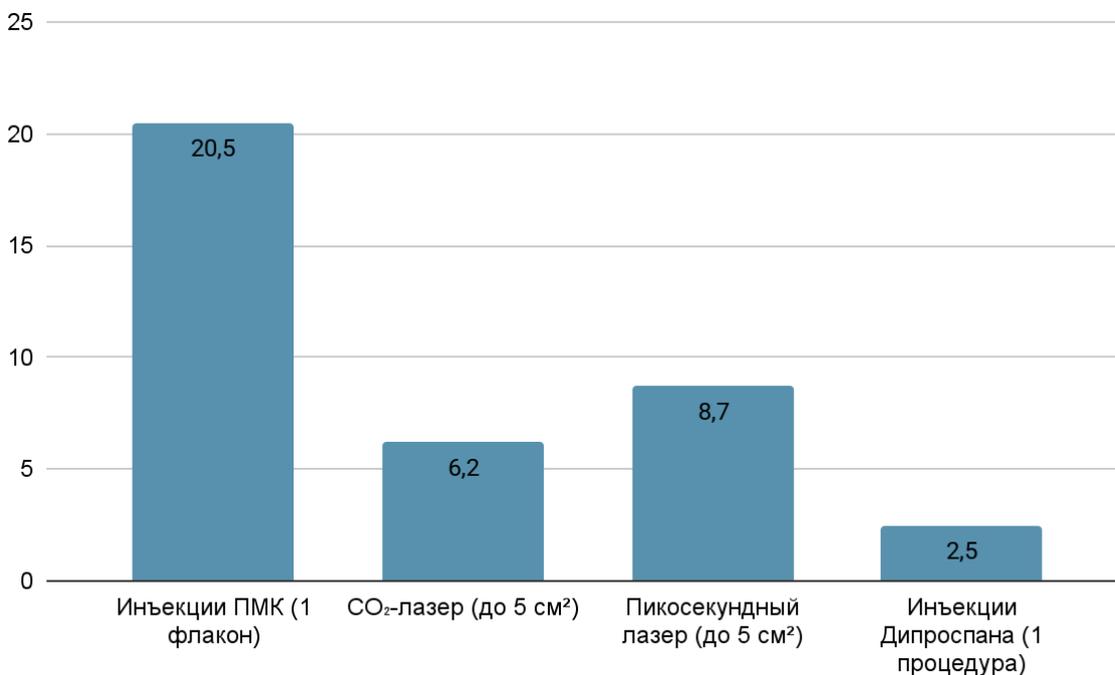


Рис. 3. Сравнительная диаграмма средней стоимости одной процедуры для различных модальностей на территории РФ (составлено автором на основе [8])

При выборе тактики специалист обязан учитывать фармакоэкономический аспект. Как видно из анализа (рис. 3), внедрение дермопигментации как завершающего этапа позволяет сократить количество дорогостоящих лазерных шлифовок. Вместо того чтобы пытаться до идеального состояния выровнять рубец лазером (что повышает риски гиперпигментации), целесообразно остановиться на стадии удовлетворительного рельефа и провести одну процедуру оптического камуфляжа, что снижает общую финансовую нагрузку на пациента на 30–40%.

### Заключение

Проведенное исследование позволило сформировать и научно аргументировать комбинированный клинический алгоритм «цвет vs рельеф», в который интегрирована парамедицинская дермопигментация как завершающий реконструктивный инструмент.

Эффективность алгоритма обеспечивается дихотомическим принципом стартовой стратификации: терапевтические действия разделяются на направление «цвет», включающее лазерные технологии и IPL для коррекции сосудисто-пигментных нарушений, и

объективно снижает их доступность для части пациентов.

Ниже на рисунке 3 представлена диаграмма средней стоимости одной процедуры для различных модальностей на территории РФ.

направление «рельеф», ориентированное на структурное ремоделирование с применением инъекционных коллагеностимуляторов и ферментных препаратов. Такое разведение задач на раннем этапе лечения ятрогенных рубцов снижает методологическую неопределенность, упорядочивает выбор вмешательств и повышает воспроизводимость клинического результата.

Переосмыслена роль камуфляжа в системе реабилитации: дермопигментация обоснована не как факультативная эстетическая опция, а как функционально необходимый этап медицинского восстановления при вторичной гипопигментации по типу «белых рубцов» и при дисхромиях, демонстрирующих резистентность к аппаратным методам. В этих клинических ситуациях камуфляж закрывает задачи социальной адаптации пациента на уровне визуальной нормализации кожного покрова, когда потенциал аппаратной косметологии достигает биологического предела и дальнейшее улучшение тканевых характеристик становится маловероятным.

В качестве технологического стандарта обосновано применение «пиксельных»,

бесконтурных методик с многослойным напылением по принципу «слой-подложка + слой-тон», обеспечивающих физиологичную оптическую интеграцию рубцовой зоны с окружающей кожей. Данный подход снижает частоту типичных неблагоприятных исходов, характерных для прежних практик, включая эффект плотной «замазки» и нежелательные цветовые смещения за счет оптической или физико-химической трансформации пигмента в серо-синий спектр.

Практическая значимость заключается в предоставлении клиницистам и специалистам эстетической медицины структурированного алгоритма ведения пациента: от купирования воспалительных явлений и коррекции объемно-рельефных деформаций до финальной художественно-реконструктивной нормализации внешнего вида кожного покрова. Комплексность такого подхода уменьшает потребность в агрессивных шлифовках и, следовательно, снижает риск вторичных осложнений, одновременно повышая субъективные показатели удовлетворенности и связанный с ними индекс качества жизни.

### Литература

1. Иконникова Е.В. Оптимизация терапии осложнений после контурной инъекционной пластики: дис. – 2024. – 48 с.
2. Юрова Ю.В., Зиновьев Е.В. Совершенствование хирургического лечения ожогов кожи с целью снижения частоты развития патологических рубцов // Инновационная медицина Кубани. – 2023. – № 1 (29). – С. 38-45.
3. Прохоров Д.В. и др. Современные методы комплексного лечения и профилактики рубцов кожи // Крымский терапевтический журнал. – 2021. – № 1. – С. 26-31.
4. Клинические рекомендации при рубцовых поражениях кожи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://childface-portal.ru/wp-content/uploads/2022/11/klinicheskie-rekomendaczii-pri-rubczovyh-porazheniya-kozhi.pdf> (дата обращения: 10.05.2024).
5. RU2335307C1 – Способ лечения гипертрофических или келоидных рубцов кожи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/RU2335307C1/ru> (дата обращения: 12.05.2024).
6. Байтингер В.Ф., Пайтян К.Г. Морфофункциональные особенности патологических кожных рубцов: состояние вопроса // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2013. – Т. 16. – № 1. – С. 28-34.
7. Алиев А.Ш. и др. Оценка состояния посттравматических рубцов кожи // Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences. – 2024. – Т. 4. – № 3. – С. 285-289.
8. Лазерная коррекция рубцов и шрамов – клиники Delete [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://delete.ru/services/lazernoe-udalenie-rubczov-i-shramov/> (дата обращения: 15.05.2024).
9. Карабут М.М., Гладкова Н.Д., Фельдштейн Ф.И. Фракционный лазерный фототермолиз в лечении кожных дефектов: возможности и эффективность (обзор) // Современные технологии в медицине. – 2016. – Т. 8. – № 2. – С. 98-108.
10. Косарева В.А. Камуфляж шрамов и рубцов после пластики лица (круговой подтяжки) // Актуальные исследования. – 2024. – № 25 (207). – С. 75-80.
11. Косарева В.А. Оценка безопасности и эффективности процедур перманентного макияжа в камуфляже периорбитальных гиперпигментаций // Вестник науки. – 2024. – Т. 4. – № 2 (71). – С. 273-283.
12. Rho N.K. et al. Needle-free jet injection of poly-(lactic acid) for atrophic acne scars: literature review and report of clinical cases // Journal of Clinical Medicine. – 2024. – Т. 13. – № 2. – С. 440.
13. Свечникова Е.В. и др. Протоколы коррекции признаков недифференцированной дисплазии соединительной ткани с помощью аппаратных и инъекционных методов у пациентов косметологического профиля // Медицинский совет. – 2023. – Т. 17. – № 2. – С. 15-25.
14. Юсупова Д. и др. Лечение и профилактика послеоперационных рубцов лица на современном этапе // in Library. – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 48-53.
15. Купельская Ю.К. Авторский метод эстетического камуфлирования травмированной кожи: шрамов, рубцов, растяжек и пигментации // Актуальные исследования. – 2023. – № 50 (180). – С. 70-78.
16. Абдуллаев Ш., Юсупова Д. Профилактика и лечение послеоперационных рубцов // in Library. – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 1-135.
17. Карабут М.М. и др. Применение фракционного лазерного фототермолиза в клинической практике // Современные технологии в медицине. – 2010. – № 4. – С. 115-121.
18. Данилин Н.А., Курдяев И.В., Окушко С.С. Использование фракционного

фототермолиза для увеличения биодоступности лекарственных веществ наружного применения // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25. – № 3. – С. 1-5.

19. Уфимцева М.А. и др. Лазерные технологии в коррекции эстетических недостатков кожи. – 2022. – 102 с.

20. Полянская А.А. и др. Использование лазерных технологий в косметологии. фракционная абляционная лазерная шлифовка // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2022. – № 1. – С. 55-67.

**TAKSANOVA Aida**

Permanent Makeup Specialist, First Lady Beauty Studio, Russia, Barnaul

## **CAMOUFLAGE OF SCARS AFTER COSMETIC COMPLICATIONS (NECROSIS AFTER FILLERS, POST-LASER LINES): COLOR VS RELIEF ALGORITHM FOR CLINICS IN THE RUSSIAN FEDERATION**

**Abstract.** *The relevance of the topic is dictated by the steady increase in the volume of invasive cosmetic interventions in the Russian Federation and the associated rise in the proportion of iatrogenic complications that result in the formation of aesthetically significant scars. The aim of the study is to develop and scientifically verify a clinical algorithm for choosing a therapeutic strategy for the correction of post-cosmetological scars, based on the primary identification of the dominant clinical feature, color or relief. The methodological framework consists of a systematized review and critical analysis of scientific literature, clinical guidelines and patent sources of the Russian Federation, supplemented by content analysis of medical equipment operation protocols. As an instrument of objectification, the use of the Vancouver Scar Scale with calculation of integral parameters, the color index and the relief index, is proposed. The result is the presentation of a dichotomous color vs relief algorithm that details the sequence of diagnostic steps and the logic of clinical decision-making. In the therapeutic color branch, approaches to the correction of dyschromia are systematized, including the use of vascular and picosecond lasers, as well as IPL/BBL systems. For the relief branch, a management strategy is substantiated for atrophic scars, prioritizing biostimulators (polylactic acid, collagen) and fractional lasers, as well as for hypertrophic scars, with emphasis on intraleisional administration of corticosteroids and enzyme preparations. It is concluded that the proposed algorithm provides pathogenetically sound standardization of the treatment strategy, increases the effectiveness and safety profile of therapy, reduces the likelihood of secondary complications and is adapted to the conditions of Russian clinical practice. The results obtained are of immediate practical relevance for dermatocosmetologists, plastic surgeons and specialists in aesthetic medicine.*

**Keywords:** *iatrogenic scars, cosmetic complications, necrosis after fillers, fractional photothermolysis, polylactic acid, collagen therapy, dyschromia, atrophic scar, hypertrophic scar, clinical algorithm.*

# Актуальные исследования

Международный научный журнал

2024 • № 27 (209)

Часть I

ISSN 2713-1513

Подготовка оригинал-макета: Орлова М.Г.

Подготовка обложки: Ткачева Е.П.

*Учредитель и издатель:* ООО «Агентство перспективных научных исследований»

*Адрес редакции:* 308000, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135

*Email:* info@apni.ru

*Сайт:* <https://apni.ru/>

Отпечатано в ООО «ЭПИЦЕНТР».

Номер подписан в печать 08.07.2024г. Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

308010, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135, офис 40