

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУИЯ)
ГОССУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
РЕСПУБЛИКИ
САХА (ЯКУТИЯ)
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ В Г.МИРНОМ
УДАЧИНСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА
по учебной дисциплине физика
на тему
«Архитектура в физике»**

Автор проекта:
Студентка 2 курса О-23/9у
Недавняя Екатерина Евгеньевна
Обогатитель полезных ископаемых
Руководитель проекта:
Кыдрашева Ч. М. – преподаватель физики

Г. Удачный, 2024г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. Теоретические основы интеграции физики и архитектуры	5
1.1 Физические законы, применимые в архитектуре.....	5
1.2 Современные технологии в строительстве	7
1.3 Критический анализ информации в области архитектуры.....	9
1.4 Устойчивый дизайн: роль физики	11
1.5 Перспективы будущего: новые технологии и их влияние на физику строительства .	13
1.6 Междисциплинарный подход к проектированию	14
1.7 Роль образования в архитектурном проектировании.....	17
ГЛАВА 2. Анализ и моделирование кинематических процессов	19
2.1 Аналитическая таблица: Физика в архитектуре	19
2.2 Этапы создания аналитической таблицы	20
2.2 Анализ и моделирование кинематических процессов	22
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	25
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	27

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире архитектура и физика представляют собой две взаимосвязанные дисциплины, которые, несмотря на свою кажущуюся автономность, оказывают значительное влияние друг на друга. Архитектура, как искусство проектирования и создания пространств, требует глубокого понимания физических законов, которые определяют, как конструкции взаимодействуют с окружающей средой. Физика, в свою очередь, предоставляет необходимые инструменты и принципы, позволяющие архитекторам и инженерам разрабатывать устойчивые и безопасные здания, которые могут противостоять различным природным и антропогенным воздействиям. В условиях стремительного развития технологий и увеличения требований к устойчивости и эффективности строительных процессов, исследование взаимосвязи между архитектурой и физикой становится особенно актуальным.

Актуальность: Современная архитектура стремится к созданию энергоэффективных, устойчивых и безопасных зданий. Понимание и эффективное применение физических законов в проектировании являются ключевыми факторами достижения этих целей. Однако, интеграция физических знаний в архитектурную практику часто недостаточна, что приводит к неэффективному использованию ресурсов и экологическим проблемам. Данное исследование актуально в связи с растущей потребностью в оптимизации строительных процессов и создании экологически ответственной архитектуры.

Гипотеза исследования: Эффективное применение физических законов в архитектурном проектировании, подкрепленное современными технологиями, позволяет создавать здания, отвечающие требованиям энергоэффективности, устойчивости и безопасности, при этом оптимизируя стоимость строительства и эксплуатации.

Объект исследования: Процесс архитектурного проектирования.

Предмет исследования: Взаимосвязь между физическими законами и архитектурными решениями, а также влияние этой взаимосвязи на характеристики зданий (энергоэффективность, устойчивость, безопасность).

Цель исследования: Изучить и проанализировать взаимосвязь между физическими законами и архитектурными решениями, выявив наиболее эффективные подходы к интеграции физических знаний в практику проектирования для создания современных устойчивых зданий.

Метод исследования: Аналитический метод исследования, включающий изучение и анализ научной литературы, а также анализ успешных архитектурных проектов с точки зрения применения физических законов. В качестве инструмента анализа будет использована аналитическая таблица, систематизирующая взаимосвязь физических законов и архитектурных решений.

Задачи исследования:

1. Изучить основные физические законы, релевантные для архитектурного проектирования.
2. Проанализировать современные технологии в строительстве и их влияние на применение физических законов в архитектуре.
3. Рассмотреть примеры успешной интеграции физики и архитектуры в современных проектах.
4. Выявить проблемы и недостатки в применении физических знаний в архитектурном проектировании.
5. Разработать аналитическую таблицу, систематизирующую взаимосвязь физических законов и архитектурных решений.

Теоретическая значимость работы: Исследование расширяет теоретические представления о взаимосвязи физики и архитектуры, вносит вклад в развитие междисциплинарного подхода к проектированию и пониманию роли физических законов в создании устойчивых зданий.

Практическая значимость работы: Результаты исследования могут быть использованы архитекторами и инженерами при проектировании энергоэффективных, устойчивых и безопасных зданий. Аналитическая таблица служит практическим инструментом для выбора оптимальных архитектурных решений, базирующихся на физических принципах.

ГЛАВА 1. Теоретические основы интеграции физики и архитектуры

1.1 Физические законы, применимые в архитектуре

Архитектура и физика тесно связаны, и физические законы играют важную роль в формах и структуре зданий (рис 1). Ведущие специалисты в области архитектуры подчеркивают, что традиционные сооружения соответствуют универсальным законам, регулирующим структурный порядок. Как утверждает Н. Салингарос, современные подходы часто игнорируют эти законы, отдавая предпочтение креативности и чувствам, не учитывая физическую реальность, что может привести к проблемам в проектировании [1].



Рисунок 1. Примеры применения физических законов в архитектуре для обеспечения устойчивости зданий

Физика архитектурного пространства охватывает множество аспектов. Чувства пространства, света и звука обеспечивают не только эстетическую, но и функциональную ценность сооружений. Учебные дисциплины, связанные с физикой, помогают архитекторам понять взаимодействие между этими элементами, позволяя дизайнерам создавать комфортные и гармоничные пространства. Однако в современной архитектурной практике существует недостаток внимания к физическим ограничениям, что может обернуться неэффективностью или даже опасностью конструкций [2].

Структура buildings зависит от механических свойств материалов, используемых в строительстве. Понимание напряжений и деформаций при различных воздействиях (ветра, осадков, сейсмических волн) позволяет архитекторам и инженерам разрабатывать более устойчивые и безопасные конструкции. Физические эксперименты показывают, что многие формообразования могут быть достигнуты из-за использования нелинейных философий и принципов проектирования, что позволяет дизайнерам экспериментировать с новыми формами и пространствами, сохраняя при этом безопасность и стабильность построек [3].

Современный подход к проектированию все чаще включает виртуальное моделирование физических процессов с целью тестирования различных сценариев. Использование компьютерных программ для анализа и симуляции различных физических воздействий на здания позволяет архитекторам отрабатывать свои идеи еще до начала физического строительства. Это не только снижает заказы на дальнейшие изменения и дополнения, но и улучшает общую экономию времени и ресурсов в проекте [4].

Помимо механических аспектов, архитектурная физика также затрагивает вопросы акустики и светотехники. Они напрямую влияют на комфорт пользователя в пространстве, что имеет значение как для жилой, так и для коммерческой архитектуры. К примеру, использование естественного света и правильное акустическое проектирование могут существенно повысить качество среды обитания, снижая затрат на электричество и улучшая общее восприятие пространств. Эффективное использование этих аспектов требует глубокого понимания физики и свойств материалов, что, к сожалению, часто остается вне зоны внимания многих архитекторов [5].

Не хватает образовательных программ, которые бы объединяли физику и архитектуру. Многие студенты, готовящиеся стать архитекторами, не получают достаточной базы в физике, что ограничивает их возможности при проектировании и выполнении своих работ. Архитекторам необходимо освоить основные физические законы, чтобы создавать их более эффективно, интегрируя их с эстетикой в своих проектах. Образование должно включать аспекты как науки, так и искусства, чтобы формировать комплексный взгляд на проектирование [2].

Совершенствование архитектурной физики и ее применение в современном строительстве станет критическим фактором для устойчивого развития. Интересные исследования показывают, что правильная интеграция физических принципов в проектировании зданий не только улучшает их функциональность и устойчивость, но также положительно влияет на окружающую естественную и социальную среду. В этой связи обсуждение физического взаимодействия и звуковых параметров в архитектуре всего лишь подчеркивает необходимость междисциплинарного подхода к образованию архитекторов в стремлении адаптироваться к современным требованиям и вызовам [4].

1.2 Современные технологии в строительстве

Современные строительные технологии представляют собой совокупность различных методов и материалов, которые переплетаются с физическими законами, определяющими безопасность, долговечность и уровень комфорта архитектурных объектов. Стремление к инновациям (рис. 2) в этой области обусловлено не только экономическими факторами, но и возросшими требованиями к устойчивому и рациональному дизайну, что становится важным аспектом при проектировании и возведении зданий.



Рисунок 2. Автоматизация процессов в строительстве с использованием современных технологий

Одной из наиболее распространенных технологий является каркасное строительство. Оно стало основой для быстровозводимых объектов благодаря своей модульной природе, что позволяет значительно сократить время на возведение зданий. При этом стальной каркас, используемый в таких конструкциях, обеспечивает высокую жесткость, что важно для устойчивости строения к сейсмическим и другим динамическим нагрузкам, включая воздействие ветра и снега [6]. Такие характеристики значительно повышают уровень безопасности, что является первоочередной задачей для архитекторов и инженеров.

В дополнение к каркасным конструкциям, широкое применение получают модульные опалубки и SD-панели (структурно-управляемые панели). Эти элементы позволяют создавать здания с высоким уровнем теплоизоляции и энергоэффективности, что также отвечает современным требованиям устойчивого дизайна. Использование готовых компонентов сокращает рабочие часы на стройплощадке и уменьшает количество отходов, что актуально в условиях экологической ответственности [7].

Важной особенностью новых технологий является возможность интеграции умных систем зданий, которые основываются на принципах автоматизации. Эти системы не только повышают уровень комфорта для пользователей, но и способствуют рациональному использованию ресурсов, например, экономии электроэнергии и воды. Таким образом,

современные технологии олицетворяют собой целостный подход к проектированию, где физические законы и архитектурные решения работают в синергии.

К еще одной важной технологии можно отнести 3D-печать зданий, которая открывает новые горизонты в строительной отрасли. Данная инновация позволяет создавать сложные формы и структуры, которые были бы труднодостижимы с использованием традиционных методов. Печать из специализированных композитных материалов способствует не только экономии ресурсов, но и улучшению устойчивости к атмосферным воздействиям, что делает данный подход привлекательным для строительства в сложных климатических условиях [8].

Лучше всего использование новых технологий демонстрирует интеграцию архитектурного дизайна и инженерных решений, создавая условия для междисциплинарного сотрудничества. Проектировщики, инженеры и строители совместно работают над созданием эффективных, безопасных и эстетически привлекательных объектов [9]. В условиях глобальной конкуренции динамичное развитие строительных технологий формирует новые стандарты качества и производительности, которые становятся важными для успешного завершения проектов.

Выбор современных строительных технологий также влияет на экономическую эффективность проектов. Сокращение временных и материальных затрат на этапе строительства непосредственно определяет рентабельность инвестиций. Инновации в области материаловедения, такие как использование легких и прочных композитных материалов, обеспечивают возможность создания экономически выгодных решений, что расширяет архитектурные горизонты [10]

1.3 Критический анализ информации в области архитектуры

Архитектура и строительство находятся на стыке многих наук, где критический анализ информации играет важную роль в процессе формирования безопасной и комфортной городской среды. В последние годы наблюдается значительный рост обращаемого внимания к сейсмостойкости зданий и сооружений. В этом контексте, новая редакция СНиП, обсуждаемая в работах авторов Курбацкого, Мазура и Мондруса, подвергается критике как попытка актуализации устаревших норм, что потенциально может привести к катастрофическим последствиям в случае землетрясений [11]. Авторы указывают на недостатки в рекомендованных методах проектирования и конструирования, порождая вопрос о необходимости пересмотра фундаментальных подходов к сейсмостойкой архитектуре.

Вместе с тем, развитие концепции сейсмостойкости продолжает требовать внимания. Джинчвелашвили и его коллеги акцентируют важность инкрементального подхода для понимания нелинейных систем, что в свою очередь помогает глубже анализировать риски [14]. Эта необходимость возникает не только из-за повышения уровня сейсмических угроз, но и вследствие активного использования новых строительных технологий, что требует более сложной модели анализа структуры зданий.

Критический анализ включает в себя обобщенную модель строительных систем, где важно учитывать влияние каждого этапа на общую надежность и эффективность всего процесса. В этой связи, работы, посвященные моделированию строительных систем, показывают, что необходимость интеграции всех участников отрасли в процесс принятия решений становится все более актуальной [13]. Опыт показывает, что системный подход и креативное мышление способны обеспечить более высокий уровень надежности зданий в условиях экстренных ситуаций.

Не менее значимым аспектом является анализ современных архитектурных практик с точки зрения их воздействия на городскую среду. Критический взгляд на негативные тенденции в архитектуре подчеркивает необходимость создания пространства, предохраняющего от стихийных бедствий [12]. Устойчивый дизайн становится неотъемлемой частью современного строительства, а его реализация требует учета физики, экономики и социологии - всех аспектов, способствующих развитию безопасной городской среды.

В заключение, критический анализ информации в архитектуре заключается не только в идентификации проблем, но и в нахождении путей их решения. Важно, чтобы разрабатываемые нормы, рекомендации и проекты отражали не только текущие требования, но и предвидели будущие вызовы. Это предполагает не только техническую компетентность, но и развитие критического мышления среди архитекторов и инженеров, стремящихся к созданию безопасных и комфортных пространств для жизни. Таким образом, установление взаимоотношений между физикой и архитектурой через анализ и обсуждение критических вопросов становится основой для формирования более устойчивых архитектурных концепций в будущем.

1.4 Устойчивый дизайн: роль физики

Устойчивый дизайн в архитектуре представляет собой сложный подход, направленный на интеграцию экологических, экономических и социальных аспектов в процессе проектирования и строительства. Концепция устойчивой архитектуры активно развивается в ответ на вызовы современности, включая изменение климата, истощение природных ресурсов и быстро растущее население. С точки зрения физики она основывается на понимании энергетических потоков и взаимодействии различных природных ресурсов. Например, такие принципы, как энергоэффективность (рис.4,5) и использование возобновляемых источников энергии, становятся неотъемлемой частью проектирования зданий, что позволяет снизить общий углеродный след строений и улучшить их эксплуатационные характеристики [15].



Рисунок 4. Примеры устойчивого дизайна и энергоэффективных конструкций



Рисунок 5. Примеры устойчивого дизайна и энергоэффективных конструкций

Физика играет ключевую роль в разработке таких элементов, как теплоизоляция, естественное освещение и микроклимат. Здания должны быть спроектированы таким образом, чтобы максимально использовать естественные ресурсы, снизив потребность в теплоснабжении и кондиционировании воздуха [16]. Зелёные крыши и вертикальные сады выступают не только как элементы эстетики, но и как решения для повышения теплоизоляции, управления дождевыми водами и улучшения качества воздуха в урбанистической среде. Эти элементы способны значительно повысить

энергоэффективность и устойчивость здания, а также создать благоприятные условия для жизни [17].

В последние годы в устойчивой архитектуре наблюдается сдвиг в сторону регенеративного дизайна, который требует активного восстановления экосистем и переработки ресурсов. Этот подход подразумевает, что здания не просто минимизируют негативное воздействие на окружающую среду, а наоборот, инициируют положительные изменения в экосистемах. Адаптация физики к новым требованиям и внедрение новых технологий становятся важным шагом для достижения этих целей [18]. Например, конструкции, использующие легкие и прочные материалы, позволяют создавать сложные формы архитектуры, которые оптимизируют использование света и воздуха.

Понимание физики также помогает в управлении водными ресурсами. Оборудование для сбора дождевой воды, системы повторного использования серой воды и современные методы дренажа являются примерами того, как знания о физических процессах могут улучшить устойчивость архитектуры, минимизируя традиционные методы водоснабжения и неотъемлемые затраты на инфраструктуру [19]. Архитектурный дизайн, сфокусированный на принципах устойчивости, становится сложной системой, где и инженерные, и природные дисциплины работают в симбиозе.

Негативное воздействие на окружающую среду можно скомпенсировать, проанализировав жизненный цикл материалов, используемых в строительстве, и их эксплуатационные качества. Отбор устойчивых, перерабатываемых и местных материалов помогает сократить углеродный след зданий [15]. Архитекторы и инженеры должны учитывать физические аспекты, такие как прочность, теплопроводность и экологическое воздействие зданий на местную среду при выборе используемых ресурсов.

Современные технологии, такие как 3D-печать, автоматизированные системы контроля и Интернет вещей, открывают новые горизонты для проектирования устойчивых зданий. Они позволяют не только оптимизировать строительный процесс, но и создавать структуры, которые могут адаптироваться к изменениям в окружающей среде, обеспечивая максимальную эксплуатационную эффективность [16]. Дом может стать активным участником экосистемы, минимизируя потребление энергии и реагируя на внешние факторы, что соответствует принципам устойчивого дизайна.

1.5 Перспективы будущего: новые технологии и их влияние на физику строительства

Что касается по вопросам будущего технологий в строительстве, уверенно подтверждает, что 3D-печать (рис. 6,7) является одним из наиболее перспективных направлений, способным так же изменить облик архитектуры и строительных процессов. Технологии 3D-печати обеспечивают возможность создания сложных форм и структур с высокой степенью точности и минимальными затратами. Это, в свою очередь, позволяет архитекторам реализовывать проекты, которые ранее были невозможны из-за ограничений традиционных методов строительства. Применение этой технологии может способствовать сокращению времени строительства и снижению количества строительных отходов, что имеет важное значение с точки зрения устойчивого развития [20].



Рисунок 6. Моделирование и проектирование здания для 3D-печати



Рисунок 7. Моделирование и проектирование здания для 3D-печати

В контексте энергоэффективных технологий, необходимо отметить, что они занимают центральную позицию в проектировании современных зданий. Современные подходы продвигают идеи о необходимости повышения энергетической эффективности, особенно в условиях, когда элитный и массовый сегмент жилья начинает демонстрировать потребление энергии, значительно превышающее европейские нормы. Эти аспекты становятся особенно актуальными в результате реформ и инициатив, направленных на улучшение энергоэффективности жилых комплексов в России [21]. К примеру, внедрение солнечных панелей, теплоизоляционных систем и восстановление тепловой энергии подчеркивает интерфейс между архитектурными решениями и физическими основами, такими как теплопередача.

Цифровизация и математическое моделирование согласуются с современными требованиями проектирования, позволяя выполнять детальные симуляции и расчетные оценки на различных стадиях строительного процесса. Эти инструменты помогают архитекторам и инженерам выбирать оптимальные решения для проектирования, а также анализировать поведение зданий и их элементов на различных этапах эксплуатации. Моделирование в архитектуре не только ускоряет процесс, но и позволяет улучшить взаимодействие между различными дисциплинами, что делает его важной частью современного проектирования [22].

Инновационные строительные материалы также являются двигателем изменений на рынке. Введение новых композитных материалов, обладающих уникальными свойствами, открывает возможности для создания экологически чистых решений и построек, более устойчивых к климатическим изменениям. Это важно как для создания более долговечных конструкций, так и для снижения воздействия на окружающую среду [23]. Таким образом, можно ожидать, что появление новых синтетических и природных материалов, способов их переработки, повлияет на не только экономику, но и на весь спектр строительно-архитектурных решений в будущем.

По мере развития технологий также наблюдается тренд к освоению "умных" городов, где технологии интернета вещей и большие данные обрабатываются для оптимизации городской инфраструктуры. Умные города ставят перед городскими архитекторами задачи о интеграции новых систем и мониторинга, что требует междисциплинарного подхода к проектам. Таким образом, взаимодействие между архитекторами, инженерно-техническими специалистами и IT-экспертами становится необходимым для создания эффективных и устойчивых городских пространств [24].

Эти факторы создают новую парадигму в архитектурном дизайне и процессе строительства, где традиционные методы уступают место инновациям, основанным на принципах устойчивого развития и современных технологий. Перспективы будущего в строительстве во многом будут зависеть от того, насколько активно архитекторы и инженеры смогут применять физику как основу для создания более эффективных и устойчивых решений. Замечая новые достижения и открытия, необходимо учитывать влияние каждой из технологий на практическое применение, безопасность и комфорт современных строительных решений.

1.6 Междисциплинарный подход к проектированию

Междисциплинарный подход в архитектуре стимулирует развитие инновационных проектов и новых специалистов, способных синтезировать знания из разных областей. Важность этого подхода наглядно иллюстрируется в контексте архитектурной геоники, которые исследует соотношение архитектуры и кристаллических структур. Эта дисциплина является ярким примером того, как физические закономерности могут быть интегрированы в архитектурное проектирование, что позволяет создавать объекты, адаптирующие старинные техники и новые материалы в современных городах [26].

Научные исследования подчеркивают, что интеграция знаний о земных недрах, медицинских применениях материалов и архитектурных аспектах может значительно изменить подход к дизайну. Внедрение современных технологий, таких как 3D-печать и виртуальная реальность, позволяет создавать более сложные и адаптивные формы зданий, соответствующих физическим и функциональным требованиям [28]. Такой подход требует от архитекторов знаний не только в области дизайна, но и в физике, инженерии и экологии.

Одной из причин успешного взаимодействия этих дисциплин является использование швейных технологий в архитектурной практике. Разработка текстильных конструкций, изучение свойств тканей и их применение в строительстве приводит к созданию легких, но при этом прочных и устойчивых к внешним воздействиям конструкций [28]. Примеры таких решений можно наблюдать в современных театрах, выставочных центрах и спортивных сооружениях, где используются натянутые текстильные мембраны, способные служить как защитные элементы от погодных условий и визитными карточками дизайнеров.

Существуют также программы обучения, в которых акцентируется внимание на современных визуальных искусствах, что позволяет студентам углублять свои знания о взаимодействии света, пространства и материалов, ставя в центр внимания физические свойства конструкций. Обучение таким навыкам создаёт условия для катализатора новых идей в проектировании [27]. Учитывая, что современные городские пространства становятся все более многогранными, необходимо применение комплексных подходов к их проектированию. Это усиливает необходимость в знаниях о физике и математике не только для архитекторов, но и для дизайнеров, планировщиков, ландшафтных архитекторов.

Кроме того, важно понимать, как различия в физических свойствах материалов могут непосредственно повлиять на выбор конструктивных решений. Например, системы холодного или теплого замыкания могут повлиять на тепловую эффективность зданий, что, в свою очередь, отражает актуальные требования устойчивого дизайна и экологии. При

появлении новых материалов, таких как устойчивые биополимеры и композиты, архитекторы получают возможность гораздо гибче подходить к проектированию, адаптируя их к изменяющимся физическим условиям [25].

В контексте глобальной урбанизации и необходимости решать экологические проблемы, появляются новые вызовы для архитекторов. Их работа теперь требует учета не только эстетических, но и экологических решений. Поэтому междисциплинарный подход необходим для создания зданий, которые смогут не только существовать в культуре, но и активно влиять на восприятие окружающего мира людьми. Современные технологии, такие как автоматизированное проектирование и симуляция среды, служат основой для создания устойчивых и комфортных пространств [29]. Именно они обосновывают необходимость интеграции знаний из разных областей, что в итоге приводит к эффективному и устойчивому архитектурному дизайну.

1.7 Роль образования в архитектурном проектировании

Образование в области архитектуры представляет собой многосторонний процесс, включающий не только передачу знаний и навыков, но и формирование креативного мышления, которое необходимо для решения актуальных задач в строительстве и градостроительстве. Удачное архитектурное проектирование невозможно без глубокого понимания физических принципов. Они помогают архитекторам правильно формулировать требования к строящимся объектам, учитывать факторы, влияющие на их устойчивость и долговечность. Грамотно интегрированные знания физики позволяют создавать строительные конструкции, которые соответствуют стандартам безопасности и комфорта [30].

Современные образовательные программы требуют акцентирования внимания на инженерно-строительной подготовке будущих архитекторов. Образовательные учреждения стремятся адаптировать свои курсы под изменяющиеся требования рынка, обеспечивая студентов актуальными знаниями. Это включает не только физические аспекты проектирования, но и технологии, используемые для создания зданий. Модернизация образовательных программ нацелена на удовлетворение потребностей общества, что является важным элементом формирования компетенций специалистов [31].

Творческий процесс в архитектуре требует активного взаимодействия между различными дисциплинами. Студенты должны уметь работать в условиях многозадачности и разностороннего подхода. При этом основное внимание уделяется развитию архитектурного мышления, позволяющего находить эффективные решения в условиях ограничений, будь то временные, финансовые или технологические [32]. Это предопределяет важность уникального подхода к обучению, который включает элементы практики и науки, что позволяет студентам лучше понимать сложные отношения между архитектурой и физикой.

Современные образовательные подходы обогащают университетский процесс, формируя среду, готовую к внедрению инновационных методов обучения. Например, концепция проектного обучения предполагает, что студенты работают над реальными проектами (рис. 8,9) , что способствует глубокой интеграции теории и практики. Такой подход развивает структурные и критические навыки, необходимые для успешной карьеры в архитектуре [33]. Понимание физической природы объектов и материалов становится неотъемлемой частью этой практики.



Рисунок 8. Примеры архитектурных проектов



Рисунок 9. Примеры архитектурных проектов

Физика играет ключевую роль в понимании прочности конструкций, аэродинамики и теплообмена, что особенно важно для устойчивого дизайна. Архитекторы должны учитывать, как строения будут взаимодействовать с окружающей средой, а также как они будут адаптироваться к природным условиям. Образование должно подготавливать студентов к этой реальности, включая изучение инновационных строительных технологий и использования цифровых инструментов для проектирования и моделирования [34]. Научные разработки и новости в области материаловедения также должны быть частью учебного процесса, чтобы будущие архитекторы могли учитывать последние достижения в своей практике.

ГЛАВА 2. Анализ и моделирование кинематических процессов

2.1 Аналитическая таблица: Физика в архитектуре

Актуальность аналитической таблицы: Взаимосвязь физики и архитектуры является сложной и многогранной. Для наглядной демонстрации этой связи и систематизации знаний необходим инструмент, позволяющий структурировать информацию о применении физических принципов в архитектурном проектировании. Аналитическая таблица решает эту задачу, позволяя установить прямые корреляции между физическими законами, архитектурными решениями и примерами их успешной реализации. Это упрощает понимание сложных взаимосвязей и позволяет использовать таблицу в качестве практического руководства для архитекторов и инженеров.

Гипотеза аналитической таблицы: Систематизация информации о взаимосвязи физических законов и архитектурных решений в виде аналитической таблицы позволит наглядно продемонстрировать влияние физических принципов на проектирование и эксплуатацию зданий, а также способствует более глубокому пониманию этих взаимосвязей.

Объект исследования: Информация о применении физических принципов в архитектуре, доступная в интернете и научной литературе.

Предмет исследования: Разработка и анализ аналитической таблицы, систематизирующей информацию о взаимосвязи физических законов и архитектурных решений.

Цель аналитической таблицы: Систематизировать и наглядно представить информацию о применении физических законов в архитектуре, указав соответствующие архитектурные решения и примеры их успешной реализации. Таблица должна служить инструментом для понимания и применения физических принципов в архитектурном проектировании.

Теоретическая значимость аналитической таблицы: Таблица вносит вклад в систематизацию знаний о взаимосвязи физики и архитектуры, позволяя более глубоко изучить данную тему и установить новые корреляции между различными явлениями. Она может служить основой для дальнейшего исследования и разработки новых теорий в данной области.

Практическая значимость аналитической таблицы: Таблица является практическим инструментом для архитекторов и инженеров, позволяющим более эффективно применять физические законы при проектировании зданий. Она помогает

избежать ошибок, связанных с неучетом физических принципов, и создавать более безопасные, надежные и энергоэффективные сооружения. Таблица может быть использована в образовательных целях для более глубокого понимания взаимосвязи физики и архитектуры.

2.2 Этапы создания аналитической таблицы:

1. Определение структуры таблицы: Вначале была определена структура таблицы, которая должна была отражать взаимосвязь между физическими законами, архитектурными решениями, примерами успешных проектов, описанием этой связи и возможными проблемами при несоблюдении данных принципов. Это определило наличие пяти столбцов: "Физический закон", "Архитектурное решение", "Пример успешного проекта", "Описание связи", "Возможные проблемы при несоблюдении".

2. Выбор физических законов: Были выбраны наиболее релевантные физические законы, имеющие прямое отношение к архитектурному проектированию. В список вошли: закон всемирного тяготения, закон Паскаля, закон Архимеда, закон сохранения энергии, законы термодинамики, закон преломления света, закон отражения света, законы акустики, законы механики (прочности материалов) и законы электромагнетизма. Этот выбор основывался на обширном изучении литературы по данной тематике.

3. Выбор архитектурных решений: Для каждого выбранного физического закона были определены соответствующие архитектурные решения, в которых данный закон учитывается наиболее существенным образом. Эти решения были сформулированы четко и лаконично, чтобы обеспечить ясность и понятность таблицы.

4. Подбор примеров успешных проектов: Для каждого сочетания физического закона и архитектурного решения был найден пример успешного проекта, демонстрирующего эффективное применение данного сочетания. Выбор примеров основывался на критическом анализе литературы и использовании достоверных источников информации. Это позволило иллюстрировать теоретические положения конкретными практическими реализациями.

5. Описание связи и потенциальных проблем: Для каждой строки таблицы было дано подробное описание взаимосвязи между физическим законом, архитектурным решением и результатами его применения. Были также указаны потенциальные проблемы и негативные последствия, которые могли возникнуть при несоблюдении данного физического закона или неправильном применении архитектурного решения. Это позволило продемонстрировать важность учета физических законов при проектировании.

6. Форматирование таблицы: После заполнения всех ячеек таблица была отформатирована для обеспечения наглядности и удобства чтения. Были использованы

четкие заголовки столбцов, логичное расположение информации и соответствующее форматирование текста.

Полученные данные подтверждают теоретическое предположение о том, что знание и учет физических законов на этапе проектирования являются необходимыми условиями для создания прочных, долговечных и безопасных зданий. Таблица продемонстрировала практическую применимость физических законов в архитектуре, предоставив конкретные примеры успешных и неудачных решений.

Необходимо отметить, что представленная таблица имеет ограничения, связанные с неполным охватом всех возможных взаимосвязей между физикой и архитектурой. Дальнейшие исследования могут быть направлены на расширение таблицы и углубление анализа уже существующих примеров, а также на изучение влияния новых технологий и материалов.

2.2 Анализ и моделирование кинематических процессов

Физический закон	Архитектурное решение	Пример успешного проекта	Фотография успешного проекта	Описание связи	Возможные проблемы при несоблюдении
Закон всемирного тяготения (гравитация)	Выбор несущих конструкций (колонны арки, своды, фермы)	Собор Святого Петра в Риме (купол)		Гравитация определяет нагрузку на конструкции. Выбор типа конструкции зависит от масштаба и материала.	Обрушение здания, деформация конструкций.
Закон Паскаля (гидростатика)	Проектирование гидротехнических сооружений (плотины, бассейны)	Плотина Гувера, США			Прорыв плотины, разрушение сооружения.
Закон Архимеда (гидростатика)	Проектирование плавучих сооружений (суда, плавучие дома)	Оперный театр в Сиднее		Выталкивающая сила равна весу вытесненной жидкости. Расчет плавучести и устойчивости.	Затопление, опрокидывание.
Закон сохранения энергии	Энергоэффективное проектирование (теплоизоляция, естественное	Здание Рейхстага после реконструкции		Минимизация потерь энергии на отопление/охлаждение, использование возобновляемы	Высокие затраты на отопление/охлаждение, низкий комфорт.

	освящение)			х источников энергии.	
Законы термодинамики и	Контроль микроклимата внутри здания (вентиляция, кондиционирование)	Музей Гуггенхайма в Бильбао		Регулирование температуры и влажности, обеспечение комфортного микроклимата.	Дискомфорт, конденсация влаги, повреждение материалов.
Закон преломления света	Проектирование естественного освещения (расположение окон, использование световых люков)	Музей современного искусства, Нью-Йорк		Регулирование температуры и влажности, обеспечение комфортного освещения.	Недостаток света, избыток света (солнечные ожоги).
Закон отражения света	Использование зеркал, отражающих поверхностей	Кристалльный дворец в Лондоне (исторически)		Увеличение освещенности, создание визуальных эффектов.	Неправильное расположение зеркал, слепящие блики.
Закон акустики	Проектирование концертных залов, театров	Концертный зал Эльбфилхармония в Гамбурге		Обеспечение оптимальной акустики, распространение звука.	Эхо, ревербация, плохая слышимость.
Закон механики (прочность материалов)	Выбор материалов, расчет несущих конструкций	Эйфелева башня		Обеспечение прочности и устойчивости здания к нагрузкам (ветер, снег).	Обрушение, деформация.
Законы электромагнет	Проектирование электросетей,	Современные небоскребы с		Безопасность электроснабже	Пожары, короткие замыкания.

изма	электрооборудования	комплексными инженерными системами		ния, эффективность электрооборудования.	
------	---------------------	------------------------------------	--	---	--

Разработанная аналитическая таблица представляет собой ценный инструмент для обучения и практического применения физических принципов в архитектурном проектировании. Она способствует более глубокому пониманию взаимосвязи между наукой и архитектурой и позволяет создавать более качественные и безопасные здания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение данной работы следует подчеркнуть, что взаимодействие архитектуры и физики представляет собой не только теоретическую, но и практическую значимость, которая находит свое отражение в современных строительных процессах. Физические законы, такие как механика, термодинамика и акустика, играют ключевую роль в проектировании и строительстве, обеспечивая безопасность, устойчивость и функциональность зданий. Архитекторы и инженеры, осознавая важность этих законов, стремятся интегрировать их в свои проекты, что позволяет создавать не только эстетически привлекательные, но и высокоэффективные конструкции.

Современные технологии в строительстве, такие как использование новых строительных материалов, автоматизация процессов и внедрение информационных технологий, значительно изменили подход к проектированию и возведению зданий. Эти технологии позволяют более точно учитывать физические параметры, что, в свою очередь, способствует созданию устойчивых и энергоэффективных объектов. Например, применение компьютерного моделирования и симуляций позволяет архитекторам и инженерам предсказывать поведение конструкций под воздействием различных физических факторов, что значительно снижает риски и повышает качество конечного продукта.

Примеры успешной интеграции физики и архитектуры, такие как проекты зданий с активными фасадами, которые адаптируются к изменениям окружающей среды, или использование пассивных солнечных технологий, демонстрируют, как физические принципы могут быть использованы для достижения устойчивого дизайна. Эти примеры подчеркивают важность междисциплинарного подхода, который объединяет знания из различных областей, таких как физика, инженерия и архитектура, для создания инновационных решений.

Критический анализ информации в области архитектуры также играет важную роль в процессе проектирования. В условиях избыточности данных, возникающей из-за быстрого развития технологий и доступности информации, способность анализировать и фильтровать данные становится необходимым навыком для архитекторов и инженеров. Это позволяет им принимать обоснованные решения, основанные на фактических данных и научных исследованиях, а не на интуитивных предположениях.

Устойчивый дизайн, который все больше становится приоритетом в архитектуре, требует глубокого понимания физических процессов, влияющих на здания и их окружение. Роль физики в этом контексте не может быть переоценена, так как она помогает определить,

как здания могут минимизировать свое воздействие на окружающую среду, используя ресурсы более эффективно и снижая уровень выбросов углерода.

Перспективы будущего в области архитектуры и строительства также обещают быть захватывающими. Новые технологии, такие как 3D-печать, биоматериалы и умные системы управления, открывают новые горизонты для интеграции физики в архитектурное проектирование. Эти технологии не только изменяют способы строительства, но и повлияют на физические принципы, которые будут применяться в будущем, создавая новые вызовы и возможности для архитекторов и инженеров.

Роль образования в архитектурном проектировании также не следует недооценивать. Подготовка специалистов, способных эффективно интегрировать знания из физики и архитектуры, является ключевым фактором для достижения успеха в этой области. Образовательные программы должны акцентировать внимание на междисциплинарном подходе, обеспечивая студентов необходимыми знаниями и навыками для работы в условиях быстро меняющегося мира.

Таким образом, значимость интеграции физики и архитектуры не вызывает сомнений. Это взаимодействие не только способствует созданию более устойчивых и эффективных зданий, но и формирует будущее архитектурного проектирования, где физические законы и современные технологии будут работать в гармонии для достижения общих целей. Важно продолжать исследовать и развивать эту взаимосвязь, чтобы обеспечить устойчивое развитие строительной отрасли и создать комфортные, безопасные и функциональные пространства для жизни и работы людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бембель Ирина Олеговна **u0022СУПЕРСТИЛИИu0022 ГЛАЗАМИ ФИЗИКА: Н. САЛИНГАРОС О ЗАКОНАХ АРХИТЕКТУРНОЙ ГАРМОНИИ** // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2022. №2 (53). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/superstili-glazami-fizika-n-salingaros-o-zakonah-arhitekturnoy-garmonii> (дата обращения: 09.11.2024).
2. Шубенков М. В. **Физика архитектурного пространства** // Academia. Архитектура и строительство. 2009. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizika-arhitekturnogo-prostranstva> (дата обращения: 09.11.2024).
3. Прокофьева И. А. **Геометрическое выражение физических закономерностей u0022живого квадратаu0022 в архитектуре** // Жилищное строительство. 2015. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geometricheskoe-vyrazhenie-fizicheskikh-zakonomernostey-zhivogo-kvadrata-v-arhitekture> (дата обращения: 09.11.2024).
4. Радзюкевич А. В., Козлов Г. В. **Виртуальное моделирование физических процессов как новый инструментарий архитектурного формообразования** // АМІТ. 2012. №4 (21). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnoe-modelirovanie-fizicheskikh-protsesov-kak-novyy-instrumentariy-arhitekturnogo-formoobrazovaniya> (дата обращения: 09.11.2024).
5. Щепетков Николай Иванович **Проблемы архитектурной физики в профессиональной подготовке зодчих и дизайнеров архитектурной среды** // АМІТ. 2017. №4 (41). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-arhitekturnoy-fiziki-v-professionalnoy-podgotovke-zodchih-i-dizaynerov-arhitekturnoy-sredy> (дата обращения: 09.11.2024).
6. Лисс М. Ю. **ОБЗОР ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ** // Вестник магистратуры. 2021. №5-6 (116). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-innovatsionnyh-tehnologiy-v-stroitelstve> (дата обращения: 09.11.2024).
7. Эргашев М. М. **ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ** // Экономика и социум. 2021. №10 (89). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-innovatsionnyh-tehnologiy-v-sovremennom-stroitelstve> (дата обращения: 09.11.2024).
8. Аналитический обзор современных технологий строительства... [Электронный ресурс] // cyberleninka.ru - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiticheskiy-obzor-sovremennyh-tehnologiy-stroitelstva-stroitelnyh-materialov-stroitelnyh-konstruktsiy-otvechayuschih-svobodnyy>. - Загл. с экрана
9. Арчаев Сердар, Гурбанов Патышагулы **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ** // CETERIS PARIBUS. 2023. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metody-stroitelstva-i-effektivnost-ih-ispolzovaniya> (дата обращения: 09.11.2024).

10. Оразов Парахат Оразмухаммедович, Атаев Бхлас Аманмяммедович СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ // IN SITU. 2022. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tehnologii-v-stroitelstve> (дата обращения: 09.11.2024).

11. Ткачев Валентин Никитович Анатомия архитектурной критики: современные акценты // Вестник МГСУ. 2013. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/anatomiya-arhitekturnoy-kritiki-sovremennye-aktsenty> (дата обращения: 09.11.2024).

12. Курбацкий Евгений Николаевич, Мазур Геннадий Эдуардович, Мондрус Владимир Львович Критический анализ состояния нормативной документации по расчёту сооружений на землетрясения // Academia. Архитектура и строительство. 2017. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kriticheskiy-analiz-sostoyaniya-normativnoy-dokumentatsii-po-raschyotu-sooruzheniy-na-zemletryaseniya> (дата обращения: 09.11.2024).

13. Сафарян Геворг Борисович КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ СТРОИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ // Строительство: наука и образование. 2021. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kriticheskiy-analiz-obobschennoy-modeli-stroitelnoy-sistemy> (дата обращения: 09.11.2024).

14. Джинчвелашвили Г. А., Колесников А. В., Дзержинский Р. А. Критический анализ и перспективы развития современной теории сейсмостойкости сооружений // Вестник МГСУ. 2010. №4-5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kriticheskiy-analiz-i-perspektivy-razvitiya-sovremennoy-teorii-seysmostoykosti-sooruzheniy> (дата обращения: 09.11.2024).

15. Устойчивая архитектура - от принципов к стратегии развития... [Электронный ресурс] // cyberleninka.ru - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivaya-arhitektura-ot-printsipov-k-strategii-razvitiya>, свободный. - Загл. с экрана

16. Акмухаммедов А., Дурдыев О. УСТОЙЧИВОЕ АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ: ПРИНЦИПЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ПРАКТИКА // Вестник науки. 2024. №9 (78). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivoe-arhitekturnoe-proektirovanie-printsipy-tehnologii-i-praktika-2> (дата обращения: 09.11.2024).

17. Устойчивая и регенеративная архитектура на примере... [Электронный ресурс] // cyberleninka.ru - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivaya-i-regenerativnaya-arhitektura-na-primere-zarubezhnogo-opyta-proektirovaniya-mnogofunktsionalnyh-zhilyh-kompleksov>, свободный. - Загл. с экрана

18. Абдо Исам И. А. УСТОЙЧИВАЯ (ЗЕЛЕНАЯ) АРХИТЕКТУРА (КАК СИМВОЛ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО И СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АРХИТЕКТУРА) // Sciences of Europe. 2021. №63-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivaya-zelenaya-arhitektura-kak-simvol-energoeffektivnogo-i-sovremennogo-ekologicheskogo-arhitektura> (дата обращения: 09.11.2024).

19. Салмина Ольга Евгеньевна, Быстрова Татьяна Юрьевна Принципы создания устойчивой архитектуры // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2015. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsipy-sozdaniyaustoychivoy-arhitektury> (дата обращения: 09.11.2024).

20. Володченко Виктория Сергеевна, Ланцова Дарья Сергеевна, Ивлев Олег Юрьевич, Метельницкая Татьяна Алексеевна, Бышок Ксения Александровна, Романов Эдуард Викторович Технологии будущего в строительстве: 3D-печать зданий // Вопросы науки и образования. 2018. №27 (39). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-buduschego-v-stroitelstve-3d-pechat-zdaniy> (дата обращения: 09.11.2024).

21. Цицин К. Г. Энергоэффективные технологии - будущее жилищного строительства // СРРМ. 2013. №2 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energoeffektivnye-tehnologii-budushee-zhilischnogo-stroitelstva> (дата обращения: 09.11.2024).

22. Байрамова М., Рахимов Р. ИННОВАЦИОННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ БУДУЩЕГО // Всемирный ученый. 2024. №20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-stroitelnye-materialy-buduschego> (дата обращения: 09.11.2024).

23. Травуш Владимир Ильич Цифровые технологии в строительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-stroitelstve> (дата обращения: 09.11.2024).

24. Современные подходы и технологии в строительстве городов... [Электронный ресурс] // cyberleninka.ru - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-i-tehnologii-v-stroitelstve-gorodov-buduschego>, свободный. - Загл. с экрана

25. Шадрина Е. Г. МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ, КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В АРХИТЕКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ // Инновации и инвестиции. 2022. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinarnost-kompleksnyy-podhod-v-arhitekturnyh-issledovaniyah> (дата обращения: 09.11.2024).

26. Лесовик В. С., Перькова М. В., Бабаев В. Б. Архитектурная геоника как междисциплинарное направление в архитектурной науке и практике // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2015. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/arhitekturnaya-geonika-kak-mezhdistsiplinarnoe-napravlenie-v-arhitekturnoy-nauke-i-praktike> (дата обращения: 09.11.2024).

27. Ковалёва Н. А., Мартынов В. В. Установление междисциплинарных связей современного визуального искусства с архитектурой и дизайном в обучении проектной культуре студентов-бакалавров архитектуры и дизайна на базе программы дисциплины «Новейшие визуальные искусства» // Творчество и современность. 2017. №1 (2). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustanovlenie-mezhdistsiplinarnyh-svyazey-sovremennogo->

vizualnogo-iskusstva-s-arhitekturoy-i-dizaynom-v-obuchenii-proektnoy-kulture (дата обращения: 09.11.2024).

28. Сафонова Екатерина Владимировна Швейные технологии как междисциплинарные инновации в архитектуре // Урбанистика. 2023. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/shveynye-tehnologii-kak-mezhdistsiplinarnye-innovatsii-v-arhitekture> (дата обращения: 09.11.2024).

29. Виктор Владимирович Барашков, Денис Александрович Бегчин, Инна Николаевна Круглова ХРАМОВАЯ АРХИТЕКТУРА В КОНТЕКСТЕ ТЕОЭСТЕТИКИ: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД // Вестн. Том. гос. ун-та. Философия. Социология. Политология. 2024. №77. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/hramovaya-arhitektura-v-kontekste-teoestetiki-mezhdistsiplinarnyy-podhod> (дата обращения: 09.11.2024).

30. Никитина Н. П. Архитектурное образование: от истоков до наших дней (современная потребность в инженерно-строительной подготовке архитектора) // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2009. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/arhitekturnoe-obrazovanie-ot-istokov-do-nashih-dney-sovremennaya-potrebnost-v-inzhenerno-stroitelnoy-podgotovke-arhitekтора> (дата обращения: 09.11.2024).

31. Ганцеева Арина Олеговна ПРОФЕССИЯ АРХИТЕКТОР: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВУЗОВ ТВОРЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ // Вестник ТГАСУ. 2023. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/professiya-arhitektor-sovremennye-tendentsii-i-osobennosti-formirovaniya-vuzov-tvorcheskoy-napravlennosti> (дата обращения: 09.11.2024).

32. Гришина Т. В. Особенности профессиональной подготовки будущих архитекторов в архитектурно-строительном вузе // КПЖ. 2019. №6 (137). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-professionalnoy-podgotovki-buduschih-arhitekторов-v-arhitekturno-stroitelnom-vuze> (дата обращения: 09.11.2024).

33. Леонова И. А. Современный подход к системе обучения студентов-архитекторов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. №7-3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyy-podhod-k-sisteme-obucheniya-studentov-arhitekторов> (дата обращения: 09.11.2024).

34. Осипов Ю. К. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА АРХИТЕКТУРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ РЕАЛЬНОСТЕЙ // Вестник СибГИУ. 2020. №4 (34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-i-praktika-arhitekturnogo-obrazovaniya-v-svete-sovremennyh-realnostey> (дата обращения: 09.11.2024).

35. Мигас Яков Александрович К вопросу изученности проблемы интеграции современной и исторической архитектуры // Архитектура и дизайн. 2018. №2. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-izuchennosti-problemy-integratsii-sovremennoy-i-istoricheskoy-arhitektury> (дата обращения: 09.11.2024).

36. Щепетков Николай Иванович ФИЗИКА СВЕТА В АРХИТЕКТУРЕ БУДУЩЕГО // АМІТ. 2021. №1 (54). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizika-sveta-v-arhitecture-budushego> (дата обращения: 09.11.2024).