Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владивостокский государственный университет»
Кафедра архитектуры

Рабочая программа дисциплины (модуля)

АРХИТЕКТУРНАЯ ФИЗИКА И АКУСТИКА ПОМЕЩЕНИЙ

Направление и направленность (профиль)
07.03.01 Архитектура. Архитектура

Год набора на ОПОП
2024

Форма обучения
очная

Владивосток 2026

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Архитектурная физика и акустика помещений» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 07.03.01 Архитектура (утв. приказом Минобрнауки России от 08.06.2017г. №509) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

Дьяченко О.И., кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой, Кафедра естественных наук, Diachenko.OI@vvsu.ru

Утверждена на заседании кафедры архитектуры от «14» сентября 2026 г., протокол № 1

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Туговикова О.Ф.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат	1577199753
Номер транзакции	0000000000EB8EBB
Владелец	Туговикова О.Ф.

1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Цель освоения дисциплины «Архитектурная физика и акустика помещений»

Сформировать у студентов знания и практические навыки применения физических принципов в архитектурном проектировании, обеспечить понимание закономерностей распространения звука в зданиях и помещениях, а также сформировать компетенции по созданию акустически комфортной, безопасной и энергоэффективной архитектурной среды.

Задачи дисциплины

1. Изучение физических основ архитектурной среды:

- освоение базовых закономерностей теплопередачи, освещения, воздушных процессов и звукопередачи;
- понимание взаимосвязи физических факторов с архитектурными решениями.

2. Формирование представлений о законах звука и акустике помещений:

- изучение механизмов распространения, отражения, поглощения и дифракции звуковых волн;
- анализ влияния формы, размеров и материалов помещений на их акустические свойства.

3. Освоение методов расчёта акустических характеристик:

- выполнение расчётов времени реверберации, индекса звукоизоляции, акустической энергии;
- умение применять нормативные документы и методики инженерно-акустического анализа.

4. Развитие навыков проектирования акустически оптимизированных пространств:

- выбор материалов и конструкций с учётом их акустических параметров;
- проектирование помещений различного функционального назначения: залов, аудиторий, студий, общественных пространств.

5. Формирование навыков использования специализированных программных средств:

- освоение инструментов компьютерного моделирования акустики помещений;
- интерпретация результатов моделирования и принятие проектных решений.

6. Развитие профессионального архитектурно-инженерного мышления:

- умение комплексно учитывать физические процессы в проектировании;
- формирование способности обеспечивать комфортную, эргономичную и экологичную архитектурную среду.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
			Код результата	Формулировка результата	
07.03.01 «Архитектура»	ПКВ-2 : Способен участвовать в	ПКВ-2.1к : Участвует в обосновании	РД2	Умение	применять методы архитектурной физики и акустики для анализа и проектирования помещений,

(Б-АР)	разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа	выбора архитектурных решений зданий и сооружений различного типа, в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа, проводит расчет технико-экономических показателей			выполнять расчёты акустических параметров, интерпретировать их результаты и использовать полученные данные при выборе конструктивных и планировочных решений в архитектурной документации.
		ПКВ-2.2к : Определяет требования нормативных документов по архитектурному проектированию зданий и сооружений различного типа, состав и правила подсчета технико-экономических показателей	РД1	Знание	физических принципов, теорий и методов, определяющих закономерности формирования акустической среды в зданиях и помещениях, а также нормативных требований, применяемых при разработке архитектурного раздела проектной документации.
		ПКВ-2.3к : Использует средства автоматизации в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа	РД3	Навык	использования практических методов и инструментов архитектурной акустики: выбора материалов с заданными акустическими свойствами, применения программных средств для моделирования звуковых полей, разработки графических и текстовых элементов акустической части архитектурного проекта и оформления результатов в соответствии с профессиональными стандартами.

В процессе освоения дисциплины решаются задачи воспитания гармонично развитой, патриотичной и социально ответственной личности на основе традиционных российских духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей, представленные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Целевые ориентиры воспитания

Воспитательные задачи	**Формирование ценностей**	**Целевые ориентиры**
Формирование гражданской позиции и патриотизма		

Воспитание уважения к истории и культуре России	Историческая память и преемственность поколений Созидательный труд	Внимательность к деталям Осознание ценности профессии Умение рефлексировать Гибкость мышления Креативное мышление Способность находить, анализировать и структурировать информацию Стремление к познанию и саморазвитию
Формирование духовно-нравственных ценностей		
Формирование ответственного отношения к труду	Созидательный труд	Дисциплинированность Трудолюбие Любознательность
Формирование научного мировоззрения и культуры мышления		
Развитие познавательного интереса и стремления к знаниям	Историческая память и преемственность поколений Высокие нравственные идеалы	Креативное мышление Способность находить, анализировать и структурировать информацию Любознательность Широкий кругозор Стремление к познанию и саморазвитию
Формирование коммуникативных навыков и культуры общения		
Формирование навыков публичного выступления и презентации своих идей	Достоинство Коллективизм Взаимопомощь и взаимоуважение	Осознание ценности профессии Гибкость мышления Коммуникабельность Активная жизненная позиция Инициативность Уверенность

2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина **«Архитектурная физика и акустика помещений»** к относится к базовой части блока общепрофессиональных дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) бакалавриата направления подготовки **«Архитектура»** и обеспечивает фундаментальную теоретическую и практическую базу для формирования у студентов компетенций, связанных с проектированием зданий и сооружений с учётом физических процессов и требований акустического комфорта.

Освоение дисциплины направлено на формирование понимания закономерностей распространения звука, взаимодействия звуковых волн с ограждающими конструкциями, принципов звукоизоляции и звукопоглощения, а также на овладение методами акустического анализа и проектирования архитектурной среды.

Входные требования

Для успешного освоения дисциплины студент должен обладать:

- **базовыми знаниями физики**, включая основы механики, волновых процессов и свойств материалов;
- **основами математического аппарата**, необходимого для выполнения инженерных расчётов (элементы математического анализа, геометрии, алгебры);

- **пониманием архитектурно-конструктивных основ проектирования**, полученным при изучении предшествующих дисциплин;

- **навыками работы с графическими и проектными материалами** (чертежи, схемы, модели).

Дисциплина опирается на фундаментальные естественнонаучные и архитектурно-конструкторские курсы и служит основой для дальнейшего изучения прикладных дисциплин проектирования, инженерного обеспечения зданий и разработки комплексных архитектурных проектов.

3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

Название ОПОП ВО	Форма обучения	Часть УП	Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО)	Трудоемкость	Объем контактной работы (час)						СРС	Форма аттестации
				(З.Е.)	Всего	Аудиторная			Внеаудиторная			
						лек.	прак.	лаб.	ПА	КСР		
07.03.01 Архитектура	ОФО	Б1.В	8	5	73	36	36	0	1	0	107	Э

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

№	Название темы	Код результата обучения	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
			Лек	Практ	Лаб	СРС	
1	Основы архитектурной физики	РД1, РД2, РД3	8	8	0	20	Тест, контрольная работа
2	Основы акустики. Законы распространения звука	РД1, РД2, РД3	10	10	0	25	Тест, практическая работа
3	Акустика помещений. Реверберация и звукоотражение	РД1, РД2, РД3	10	10	0	32	Тест, практическая работа
4	Звукоизоляция и звукопоглощение в зданиях	РД1, РД2, РД3	8	8	0	30	Тест, контрольная работа
Итого по таблице			**36**	**36**	**0**	**107**	

4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

Тема 1 Основы архитектурной физики.

Содержание темы: 1.1. Физические процессы в архитектурной среде. Роль архитектурной физики в проектировании. 1.2. Тепловые процессы: теплопередача, тепловой комфорт, тепловые параметры ограждающих конструкций. 1.3. Световые

процессы: естественная и искусственная освещённость, отражение и поглощение света материалами. 1.4. Воздушные и климатические процессы: вентиляция, движение воздушных потоков, микроклимат в помещениях. 1.5. Материалы и конструкции с точки зрения физических свойств: плотность, влажность, теплоёмкость, акустические параметры. 1.6. Взаимосвязь физических факторов и архитектурных решений. Основы нормирования в архитектурной физике.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Стандартные образовательные технологии.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Подготовка к практическим занятиям, обработка справочных данных по материалам.

Тема 2 Основы акустики. Законы распространения звука.

Содержание темы: 2.1. Природа звука. Звуковые волны. Давление, амплитуда, частота, интенсивность звука. 2.2. Законы распространения звука в воздухе и в твёрдых телах. Отражение, преломление, дифракция, рассеяние. 2.3. Логарифмические уровни. Уровень звукового давления, уровень звука, децибел. 2.4. Источники звука. Виды шумов: воздушный, ударный, структурный. Акустическая энергия в помещениях. 2.5. Акустические свойства строительных материалов. 2.6. Влияние геометрии пространства на распространение звука.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Стандартные образовательные технологии.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Подготовка к практическим задачам, изучение нормативов по акустике.

Тема 3 Акустика помещений. Реверберация и звукоотражение.

Содержание темы: 3.1. Реверберация: физическая природа, понятие времени реверберации, формула Сабина. 3.2. Оптимальные значения времени реверберации для разных типов помещений. 3.3. Звукоотражение и фокусировка. Геометрическая акустика помещений. 3.4. Распределение звукового поля. Модальные частоты, стоячие волны. 3.5. Методы повышения акустического качества помещений: рассеиватели, акустические панели, формы потолков и стен. 3.6. Компьютерное моделирование акустики. Основы работы в специализированных программах.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Стандартные образовательные технологии с элементами практической работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Выполнение акустических расчётов, изучение примеров акустического анализа залов.

Тема 4 Звукоизоляция и звукопоглощение в зданиях.

Содержание темы: 4.1. Виды звукоизоляции: воздушный шум, ударный шум. 4.2. Индекс изоляции воздушного шума, индекс снижения ударного шума. Нормативные требования. 4.3. Конструктивные решения: каркасные перегородки, облицовки, плавающие полы, шумозащитные экраны. 4.4. Звукопоглотители: пористые, резонансные, панельные. Коэффициент звукопоглощения. 4.5. Методы расчёта звукоизоляции и выбора материалов. 4.6. Акустические требования к помещениям различного назначения: жилые, общественные, студии, залы.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Стандартные образовательные технологии.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Расчёт звукоизоляции, поиск материалов, подготовка проектных решений.

5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)

5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы

Обучение строится с применением активных и интерактивных методов. Лекции сопровождаются демонстрацией мультимедийных материалов, акустических схем, фрагментов записей звучания помещений, инфографики и примеров из реальной архитектурной практики. На занятиях используются разборы кейсов, коллективное обсуждение проектных решений и мини-проекты.

Регулярные консультации преподавателя помогают углублённо освоить материал, проработать сложные вопросы (акустические расчёты, интерпретация нормативов), а также скорректировать направление самостоятельной работы.

В преподавании учитываются особенности архитектурного профиля студентов - акцент делается не на сложных математических выводах, а на **понимании физического смысла процессов**, связи акустики с архитектурной композицией, планировкой, выбором материалов и конструкций, а также на **практическом применении** знаний в проектной документации.

Виды и примеры заданий для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа направлена на развитие навыков:

- анализа акустических условий архитектурной среды;
- применения физических и нормативных представлений при принятии проектных решений;
- выполнения и интерпретации основных акустических расчётов;
-подготовки текстовых, графических и презентационных материалов по акустике помещений.

1. Эссе на тему

«Роль акустики в архитектурном проектировании общественных зданий»

Задание: раскрыть значение акустического комфорта для различных типов общественных зданий (лекционные аудитории, театры, концертные залы, вокзалы, торговые центры и др.), показать, как акустические требования влияют на форму, объём, отделку и планировку помещений.

Объём: 3–4 страницы.

Рекомендации:

использовать учебную и научно-популярную литературу по архитектурной акустике, примеры реальных зданий (по материалам открытых источников), аргументировать выбор примеров и выводы.

2. Анализ акустики реального помещения (на выбор)

Задание: выбрать реальное помещение (аудитория, лекционный зал, класс, небольшое общественное пространство) и выполнить краткий акустический анализ.

Объём: 2–3 страницы.

Рекомендации:

описать геометрию и отделку помещения, выявить основные источники шума и возможные акустические проблемы (эхо, гулкость, недостаточная разборчивость речи и т.п.); при возможности - выполнить ориентировочную оценку времени реверберации по упрощённой методике, предложить пути улучшения акустики (смена материалов, добавление звукопоглотителей, изменение планировки).

3. Подготовка презентации

«Акустические решения для архитектурных пространств различного назначения»

Задание: осветить особенности акустических требований и проектных решений для выбранного типа помещения: концертный зал, театр, лекционная аудитория, студия звукозаписи, офисное пространство, жилое помещение и т.д.

Объём: 10–12 слайдов.

Рекомендации:

использовать схемы, фотографии, фрагменты акустических диаграмм, выдержки из нормативов; предусмотреть устное выступление с пояснением принятых решений и обсуждением плюсов/минусов.

4. Мини-проект

«Акустическая концепция небольшого зала (аудитории, конференц-комнаты)»

Задание: разработать простую акустическую концепцию условного или реального зала: описать назначение помещения, предполагаемое количество людей, основные сценарии использования и на этой основе предложить акустические решения.

Объём: 3–5 страниц текста + 1–2 листа схем/эскизов (при необходимости).

Рекомендации:

предусмотреть выбор отделочных материалов, примерное расположение звукопоглощающих и рассеивающих поверхностей, ориентировочные расчёты (или оценки) времени реверберации, краткое обоснование соответствия решения нормативным требованиям и функциональному назначению.

5. Подготовка инфографики

по теме **«Факторы, влияющие на акустику помещений»** или **«Типы звукопоглощающих материалов и их применение»**

Задание: визуализировать ключевые факторы, определяющие акустику помещений (форма, объём, материалы, заполнение мебелью и людьми, наличие звукоотражающих/звукопоглощающих поверхностей) или классификацию звукопоглощающих материалов с указанием областей применения.

Формат: 1–2 страницы графики с кратким пояснительным текстом.

Рекомендации:

использовать простые, наглядные схемы и подписи, избегать перегрузки деталями; стремиться к тому, чтобы по инфографике можно было быстро «схватить» основные идеи.

6. Рецензия на реализованный архитектурный объект

(с точки зрения акустики)

Задание: по материалам открытых источников (сайт объекта, архитектурные порталы, статьи, видеообзоры) выбрать реализованный архитектурный объект (театр, филармонию, концертный зал, музей, образовательное или офисное здание) и написать рецензию, уделяя особое внимание акустическим решениям.

Объём: 2–3 страницы.

Рекомендации:

описать тип здания, основные архитектурные особенности, упомянутые в источниках акустические решения и отзывы пользователей; оценить, насколько акустика соответствует функциональному назначению и каким образом архитектура «работает» на звук.

7. Исследование на тему

«Шум в городской и внутренней среде: источники, нормативы, меры защиты»

Задание: рассмотреть один или несколько распространённых источников шума (уличный транспорт, инженерное оборудование зданий, соседний шум, шум в офисах и др.), описать их характеристики, нормативные требования к уровню шума и основные архитектурно-акустические меры защиты.

Объём: 4–5 страниц.

Рекомендации:

опираться на действующие нормативные документы (СП, ГОСТ и др.), учебники по архитектурной акустике и инженерному оборудованию, избегать эмоциональных оценок, делать акцент на фактах, нормах и логике выбора проектных решений.

Методические рекомендации к выполнению заданий

Планирование времени

Рекомендуется равномерно распределить задания в течение семестра. На каждое крупное задание (эссе, мини-проект, исследование) планировать **6–10 часов**, включая поиск информации, анализ, подготовку графических материалов и оформление.

Поиск и отбор источников.

Использовать:

- учебники и пособия по архитектурной физике и акустике помещений;
- нормативные документы (СП, ГОСТ, СанПиН и др., регламентирующие акустику и уровни шума);
- каталоги строительных и отделочных материалов с указанием акустических характеристик;
- статьи профессиональных журналов по архитектуре и строительству, материалы архитектурных конкурсов и реализованных проектов.

Анализ информации

Важно не ограничиваться простым пересказом источников. Необходимо:

- выявлять причинно-следственные связи между архитектурными решениями и акустическим результатом;
- критически оценивать предлагаемые проектные решения;
- обосновывать выбор материалов и конструкций с опорой на физические принципы и нормы.

Использование визуальных материалов

Там, где возможно, используйте:

- схемы планировочных и акустических решений;
- эскизы помещений с указанием основных акустически значимых поверхностей;
- диаграммы, упрощающие понимание влияния объёма, формы и материалов на звук.

Это способствует более глубокому пониманию материала и развивает профессиональное визуально-графическое мышление.

Оформление работы

Каждая письменная работа должна содержать:

- титульный лист (по требованиям вуза),
- формулировку темы и цели,
- основное содержание (структурированное по разделам/подразделам),
- выводы (чётко сформулированные результаты анализа или проекта),
- список использованных источников (оформленный по установленным требованиям),

при необходимости - приложения (схемы, эскизы, таблицы расчётов).

Обратная связь и самопроверка

Рекомендуется:

- заранее согласовывать с преподавателем выбор темы и формата работы, при необходимости - уточнять требования;
- перед сдачей выполнить самопроверку: логичность построения текста, корректность терминологии, отсутствие грубых ошибок в расчётах, соответствие оформлению;
- при получении замечаний - использовать их для доработки работы и исправления типичных ошибок в последующих заданиях.

5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Корниенко, С. В. Архитектурная акустика : учебное пособие / С. В. Корниенко. — Волгоград : ВолгГТУ, 2022. — 100 с. — ISBN 978-5-9948-4304-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/288527 (дата обращения: 24.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Некрасов, В. А. Прикладная акустика. Измерение характеристик колебательных процессов. Теория и практика : учебное пособие / В. А. Некрасов, М. В. Куклин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. - 228 с. – ISBN 978-5-9729-2559-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2226586 (Дата обращения - 21.11.2025)
3. Толстенева, А. А. Архитектурная физика : учебник для вузов / А. А. Толстенева, Л. И. Кутепова, А. А. Абрамов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 175 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06714-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/564195 (дата обращения: 17.11.2025).

7.2 Дополнительная литература

1. Иванов, Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом : учебник / Н. И. Иванов. - 5-е изд. перераб. и доп. - Москва : Логос, 2020. - 432 с. - (Новая

университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-659-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1211639 (Дата обращения - 21.11.2025)

2. Фёдоров, Д. Л. Физика. Колебания : учебное пособие / Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. — Санкт-Петербург : БГТУ Военмех им. Д.Ф. Устинова, 2020. — 52 с. — ISBN 978-5-907054-95-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/172203 (дата обращения: 24.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):

1. Образовательная платформа "ЮРАЙТ"
2. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"
3. Электронно-библиотечная система "ЛАНЬ"
4. Open Academic Journals Index (OAJI). Профессиональная база данных - Режим доступа: http://oaji.net/
5. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: https://www.prlib.ru/
6. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: http://www.consultant.ru/

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

Основное оборудование:

- Мультимедийный комплект №2 в составе:проектор Casio XJ-M146,экран 180*180,крепление потолочное
- Система аудиовизуального представления информации

Программное обеспечение:

- Microsoft OfficeProffessionalPlus 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владивостокский государственный университет»
Кафедра архитектуры

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

АРХИТЕКТУРНАЯ ФИЗИКА И АКУСТИКА ПОМЕЩЕНИЙ

Направление и направленность (профиль)
07.03.01 Архитектура. Архитектура

Год набора на ОПОП
2024

Форма обучения
очная

Владивосток 2026

1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
07.03.01 «Архитектура» (Б-АР)	ПКВ-2 : Способен участвовать в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа	ПКВ-2.1к : Участвует в обосновании выбора архитектурных решений зданий и сооружений различного типа, в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа, проводит расчет технико-экономических показателей
		ПКВ-2.2к : Определяет требования нормативных документов по архитектурному проектированию зданий и сооружений различного типа, состав и правила подсчета технико-экономических показателей
		ПКВ-2.3к : Использует средства автоматизации в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Компетенция ПКВ-2 «Способен участвовать в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа»

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код рез-та	Тип рез- та	Результат	
ПКВ-2.1к : Участвует в обосновании выбора архитектурных решений зданий и сооружений различного типа, в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа, проводит расчет технико-экономических показателей	РД2	Умение	применять методы архитектурной физики и акустики для анализа и проектирования помещений, выполнять расчёты акустических параметров, интерпретировать их результаты и использовать полученные данные при выборе конструктивных и планировочных решений в архитектурной документации.	Студент корректно применяет методы расчёта акустических характеристик помещений, выполняет необходимые вычисления и обоснует их выбор. Демонстрирует способность интерпретировать результаты анализа, сопоставлять их с нормативными требованиями и использовать для принятия архитектурно-планировочных решений. Уверенно выбирает

				материалы и конструктивные решения с учётом акустических параметров и обосновывает их применимость в проектной документации.
ПКВ-2.2к : Определяет требования нормативных документов по архитектурному проектированию зданий и сооружений различного типа, состав и правила подсчета технико-экономических показателей	РД1	Знание	физических принципов, теорий и методов, определяющих закономерности формирования акустической среды в зданиях и помещениях, а также нормативных требований, применяемых при разработке архитектурного раздела проектной документации.	Студент правильно объясняет ключевые понятия и принципы архитектурной физики и акустики помещений, демонстрирует понимание влияния физических процессов на архитектурные решения. Свободно оперирует научными и нормативными терминами, формулирует основные акустические законы и концепции, устанавливает взаимосвязь между акустическими параметрами, конструктивными решениями и требованиями проектной документации.
ПКВ-2.3к : Использует средства автоматизации в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа	РД3	Навык	использования практических методов и инструментов архитектурной акустики: выбора материалов с заданными акустическими свойствами, применения программных средств для моделирования звуковых полей, разработки графических и текстовых элементов акустической части архитектурного проекта и оформления результатов в соответствии с профессиональными стандартами.	Студент демонстрирует уверенное владение инструментами моделирования и расчёта акустических характеристик помещений, выбирает и обосновывает применение конкретных материалов и конструкций с требуемыми акустическими свойствами. Выполняет оформление графической и текстовой части архитектурного проекта с учётом акустических требований, соблюдая принятые профессиональные стандарты и нормативы.

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Контролируемые планируемые результаты обучения	Контролируемые темы дисциплины	Наименование оценочного средства и представление его в ФОС	
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Очная форма обучения			

РД1	Знание : физических принципов, теорий и методов, определяющих закономерности формирования акустической среды в зданиях и помещениях, а также нормативных требований, применяемых при разработке архитектурного раздела проектной документации.	1.1. Основы архитектурной физики	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		1.2. Основы акустики. Законы распространения звука	Практическая работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		1.3. Акустика помещений. Реверберация и звукоотражение	Практическая работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		1.4. Звукоизоляция и звукопоглощение в зданиях	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
РД2	Умение : применять методы архитектурной физики и акустики для анализа и проектирования помещений, выполнять расчёты акустических параметров, интерпретировать их результаты и использовать полученные данные при выборе конструктивных и планировочных решений в архитектурной документации.	1.1. Основы архитектурной физики	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		1.2. Основы акустики. Законы распространения звука	Практическая работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		1.3. Акустика помещений. Реверберация и звукоотражение	Практическая работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		1.4. Звукоизоляция и звукопоглощение в зданиях	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
РД3	Навык : использования практических методов и инструментов архитектурной акустики: выбора материалов с заданными акустическими свойствами, применения программных средств для моделирования звуковых полей, разработки графических и текстовых элементов акустической части архитектурного проекта и оформления результатов в соответствии с профессиональными стандартами.	1.1. Основы архитектурной физики	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		1.2. Основы акустики. Законы распространения звука	Практическая работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		1.3. Акустика помещений. Реверберация и звукоотражение	Практическая работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		1.4. Звукоизоляция и звукопоглощение в зданиях	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме

4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

Вид учебной деятельности	**Оценочное средство**	**Количество**	**Максимум за одно, баллы**	**Сумма, баллы**
Лекции	Тесты	4	5	**20**
Практические занятия	Контрольные работы	2	10	**20**
Практические занятия	Практические работы	2	10	**20**
Итоговая аттестация	Экзамен (письменный)	1	40	**40**
	Итого	—	—	**100**

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенции
от 91 до 100	«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
от 76 до 90	«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 61 до 75	«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 41 до 60	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.
от 0 до 40	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.

5 Примерные оценочные средства

5.1 Примеры тестовых заданий

Тест по теме 1: Основы архитектурной физики

ЗАДАНИЯ ЗАКРЫТОГО ТИПА С ВЫБОРОМ ВАРИАНТА ОТВЕТА

Выбор одного правильного ответа

Прочитайте вопрос или задание. Выберите правильный ответ, запишите его в виде буквы.

1. Основная задача архитектурной физики - изучение:

A. Художественного оформления зданий

B. Физических процессов в архитектурной среде

C. Исторического развития архитектуры

D. Социальной функции городской среды

Ответ:

2. Какой процесс относится к теплопередаче?

A. Рефракция света

B. Конвекция
C. Дифракция
D. Интерференция
Ответ:
3. Что определяет световой комфорт помещения?
A. Скорость воздушных потоков
B. Уровень шума
C. Уровень освещённости
D. Коэффициент теплопроводности
Ответ:
4. Какой физический параметр характеризует способность материала сопротивляться нагреванию?
A. Акустический импеданс
B. Температура кипения
C. Теплоёмкость
D. Индекс звукоизоляции
Ответ:
Выбор нескольких правильных ответов.
Прочитайте вопрос или задание. Выберите все правильные ответы, запишите их в виде букв через запятую
5. К основным физическим факторам архитектурной среды относятся:
A. Световые
B. Тепловые
C. Психологические
D. Акустические
E. Культурные
Ответ:
6. Какие параметры определяют тепловой комфорт?
A. Температура воздуха
B. Влажность
C. Цвет стен
D. Скорость воздуха
E. Музыкальное оформление пространства
Ответ:
ЗАДАНИЕ НА СООТВЕТСТВИЕ
Прочитайте вопрос или текст задания. Установите правильное соответствие между элементами. Правильные ответы напишите в виде буквы и соответствующей ей цифры.
7. Соотнесите процесс и его характеристику:
A) Теплопроводность —
B) Конвекция —
Характеристики:
1.Перенос тепла потоками воздуха
2.Передача тепла от одной части тела к другой при непосредственном контакте
A: ___ B: ___
8. Соотнесите физическое явление и величину:
A) Освещённость —
B) Температура воздуха —
C) Интенсивность звука —
Характеристики:
1.Люкс
2.Цельсий

3.Децибел

4.Паскаль

A: ___ B: ___ C: ___

ЗАДАНИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА

Ввод развернутого ответа (текстовое поле)

Прочитайте задание. Напишите правильный ответ напишите в виде текста

9. Процесс передачи тепла излучением называется _____.

10. Основная цель архитектурной физики — обеспечение _____ среды.

Тест по теме 2: Основы акустики. Законы распространения звука

ЗАДАНИЯ ЗАКРЫТОГО ТИПА С ВЫБОРОМ ВАРИАНТА ОТВЕТА

Выбор одного правильного ответа

Прочитайте вопрос или задание. Выберите правильный ответ, запишите его в виде буквы.

1. Что представляет собой звук?

A. Электромагнитную волну

B. Механическую продольную волну

C. Ионизированный поток частиц

D. Излучение в ультрафиолете

Ответ:

2. В какой величине измеряется уровень звукового давления?

A. Герцы

B. Люксы

C. Паскали

D. Децибелы

Ответ:

3. Как называется отражение звука от поверхностей?

A. Рефракция

B. Реверберация

C. Интерференция

D. Отражение

Ответ:

4. Какой фактор влияет на скорость распространения звука?

A. Цвет стен

B. Температура воздуха

C. Высота потолков

D. Количество мебели

Ответ:

Выбор нескольких правильных ответов.

Прочитайте вопрос или задание. Выберите все правильные ответы, запишите их в виде букв через запятую

5. К основным характеристикам звуковой волны относятся:

A. Частота

B. Амплитуда

C. Масса

D. Длина волны

E. Коэффициент теплопроводности

Ответ:

6. Источники воздушного шума:

A. Разговор

B. Работающий телевизор

C. Ходьба по полу
D. Перестановка мебели
E. Вибрация труб
Ответ:

ЗАДАНИЕ НА СООТВЕТСТВИЕ

Прочитайте вопрос или текст задания. Установите правильное соответствие между элементами. Правильные ответы напишите в виде буквы и соответствующей ей цифры.

7. Соотнесите понятие и определение:
A) Частота —
B) Амплитуда —
Характеристики:
1. Максимальное отклонение волны
2. Количество колебаний в секунду
3. Интенсивность источника
4. Уровень громкости
A: ___ B: ___
8. Соотнесите пределы слышимости:
A) Минимальная частота слышимого диапазона —
B) Максимальная частота слышимого диапазона —
Частоты:
1. 20000 Гц
2. 20 Гц
3. 4000 Гц
4. 50000 Гц
A: ___ B: ___

ЗАДАНИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА

Ввод развернутого ответа (текстовое поле)

Прочитайте задание. Напишите правильный ответ напишите в виде текста

9. Уровень звука измеряется в _____.
10. Шум, возникающий при вибрации конструкций, называется _____ шумом.

Тест по теме 3: Акустика помещений. Реверберация и звукоотражение

ЗАДАНИЯ ЗАКРЫТОГО ТИПА С ВЫБОРОМ ВАРИАНТА ОТВЕТА

Выбор одного правильного ответа

Прочитайте вопрос или задание. Выберите правильный ответ, запишите его в виде буквы.

1. Время реверберации — это:
A. Время полного отражения волны
B. Период между двумя звуковыми максимумами
C. Время снижения уровня звука на 60 дБ
D. Время прохождения звука через препятствие
Ответ:
2. Формула Сабина используется для расчёта:
A. Индекса звукоизоляции
B. Времени реверберации
C. Коэффициента отражения

D. Громкости источника

Ответ:

3. Основная причина образования «эхо» —

A. Поглощение звука

B. Избыточные отражения

C. Отсутствие вентиляции

D. Недостаток мебели

Ответ:

4. Что уменьшает реверберацию?

A. Гладкие поверхности

B. Большой объём помещения

C. Звукопоглощающие материалы

D. Стеклянные перегородки

Ответ:

Выбор нескольких правильных ответов.

Прочитайте вопрос или задание. Выберите все правильные ответы, запишите их в виде букв через запятую.

5. К акустическим дефектам помещений относятся:

A. Эхо

B. Гулкость

C. Дифракция

D. Флаттер-эхо

E. Затухание

Ответ:

6. На реверберацию влияют:

A. Объём помещения

B. Площадь звукопоглощения

C. Температура воздуха

D. Форма помещения

E. Коэффициент звукопоглощения материалов

Ответ:

ЗАДАНИЕ НА СООТВЕТСТВИЕ

Прочитайте вопрос или текст задания. Установите правильное соответствие между элементами. Правильные ответы напишите в виде буквы и соответствующей ей цифры.

7. Соотнесите тип поверхности и её влияние:

A) Гладкая поверхность —

B) Пористая поверхность —

Характеристики:

1. Поглощает звук

2. Сильно отражает звук

3. Не пропускает свет

4. Увеличивает мощность

A: ___ B: ___

8. Соотнесите параметр помещения и его эффект:

A) Большой объём —

B) Неровные стены —

Характеристики:

1. Уменьшает отражения, рассеивает звук

2. Увеличивает время реверберации

3. Понижает частоту шума

4. Повышает температуру

A: ___ B: ___

ЗАДАНИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА

Ввод развернутого ответа (текстовое поле)

Прочитайте задание. Напишите правильный ответ в виде текста.

9. Параметр, характеризующий снижение уровня звука после выключения источника, называется _____.

10. Дополнительные отражения между параллельными стенами называют _____.

Тест по теме 4: Звукоизоляция и звукопоглощение в зданиях

ЗАДАНИЯ ЗАКРЫТОГО ТИПА С ВЫБОРОМ ВАРИАНТА ОТВЕТА

Выбор одного правильного ответа

Прочитайте вопрос или задание. Выберите правильный ответ, запишите его в виде буквы.

1. Индекс изоляции воздушного шума измеряется в:

A. Герцах

B. Децибелах

C. Паскалях

D. Кельвинах

Ответ:

2. Плавающий пол применяется для снижения:

A. Освещённости

B. Температуры

C. Ударного шума

D. Пожарной опасности

Ответ:

3. Что характеризует коэффициент звукопоглощения?

A. Долю отражённой энергии

B. Долю поглощённой энергии

C. Скорость звука в материале

D. Степень прозрачности

Ответ:

4. Какой тип материалов лучше всего поглощает звук?

A. Гладкие металлические

B. Двухслойные стеклянные

C. Пористые

D. Полированные каменные

Ответ:

Выбор нескольких правильных ответов.

Прочитайте вопрос или задание. Выберите все правильные ответы, запишите их в виде букв через запятую.

5. К конструктивным мерам звукоизоляции относятся:

A. Увеличение массы ограждений

B. Пористые панели

C. Раздельные каркасные системы

D. Наличие воздушного промежутка

E. Полированные поверхности

Ответ:

6. Источники ударного шума:

A. Ходьба

B. Перестановка мебели

C. Работа телевизора
D. Разговор
E. Падение предметов
Ответ:

ЗАДАНИЕ НА СООТВЕТСТВИЕ

Прочитайте вопрос или текст задания. Установите правильное соответствие между элементами.

7. Соотнесите материал и его характерное свойство:
A) Минеральная вата —
B) Бетонная стена —
Свойства:
1. Высокая масса
2. Высокое звукопоглощение
3. Прозрачность
4. Способность отражать инфракрасное излучение

A: ___ B: ___

8. Соответствие типам шумов:
A) Воздушный шум —
B) Ударный шум —
Тип источников:
1. Разговоры
2. Ходьба
3. Эхо
4. Дверные петли
A: ___ B: ___

ЗАДАНИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА

Ввод развернутого ответа (текстовое поле)

Прочитайте задание. Напишите правильный ответ в виде текста.

9. Материал, поглощающий звук, называют _____.

10. Способность конструкции ослаблять воздушный шум выражают индексом _____.

Краткие методические указания

1. Перед выполнением теста рекомендуется повторить ключевые определения, формулы, характеристики материалов и явлений.

2. Тест выполняется письменно или в электронном виде.

3. Вопросы закрытого типа требуют чёткой фиксации буквенного ответа.

4. В заданиях на выбор нескольких вариантов необходимо указать все верные варианты, иначе балл не начисляется.

5. В заданиях на соответствие важно указать точные пары «буква–цифра».

6. Вопросы открытого типа оцениваются за точность термина или формулировки.

7. Время выполнения теста определяется преподавателем (обычно 15–25 минут).

8. Перед сдачей работы необходимо проверить полноту и читаемость ответов

Шкала оценки

Количество верных ответов (из 10)	Баллы
10	5
9	4.5
8	4
7	3.5
6	3
5	2.5
4	2
3	1.5

2	1
1	0.5
0	0

5.2 Примеры заданий для выполнения контрольных работ

Контрольная работа №1

Тема: Основы архитектурной физики и основные законы акустики

Часть А. Теоретические вопросы

Ответить кратко, в пределах 3–5 предложений.

1. Дайте определение архитектурной физики и объясните её роль в проектировании зданий.

2. Что такое звуковая волна? Перечислите её основные параметры.

3. Объясните механизм образования конвекции в помещении и её влияние на микроклимат.

4. В чём отличие отражения звука от его поглощения? Приведите примеры материалов.

Часть В. Задачи

5. Расчёт уровня звукового давления.

Исходный уровень звука — 70 дБ. Источник удалился так, что расстояние увеличилось в 4 раза. Определите новый уровень звука с учётом закона обратных квадратов.

(Ответ в дБ с кратким пояснением.)

6. Расчёт освещённости (простая тепловая аналогия).

Поток света составляет 900 лм, площадь освещаемой поверхности — 3 м². Определите освещённость.

7. Определите коэффициент звукопоглощения материала, если при подаче звука мощностью 10 Вт отражённая мощность составила 3 Вт.

8. Определите тип физического явления:

а) поглощение света тёмной поверхностью;

б) быстрый нагрев металла;

в) гулкость помещения.

(Указать: тепловое / световое / акустическое явление.)

Часть С. Развёрнутый вопрос

9. Выполните мини-эссе (8–10 предложений): **«Физические факторы, определяющие комфорт в архитектурной среде: примеры из практики»**.

Контрольная работа №2

Тема: Акустика помещений. Реверберация. Звукоизоляция и звукопоглощение

Часть А. Теоретические вопросы

Краткие ответы (3–5 предложений).

1.Дайте определение времени реверберации и укажите, почему оно важно при проектировании залов.

2. Что такое флаттер-эхо? Какие конструктивные факторы вызывают его появление?

3. Что характеризует индекс изоляции воздушного шума Rw?

4. Почему пористые материалы эффективно поглощают звук?

Часть В. Задачи

5.Расчёт времени реверберации по формуле Сабина. Объём помещения V = 240 м³, суммарная площадь звукопоглощения A = 40 м². Определить T60.

6. **Определите требуемый коэффициент звукопоглощения**, если помещение площадью 50 м² должно иметь суммарное звукопоглощение 25 м².

7. **Задача по звукоизоляции.** Стена обеспечивает Rw = 45 дБ. Требуется снизить шум на 55 дБ. Определить недостающее звукоизоляционное усиление конструктивными средствами.

8. **Определите тип акустического дефекта помещения:**

а) слабая разборчивость речи;

б) длительный гул;

в) локальное «выкрикивание» звука у стен.

(Указать: реверберация / флаттер-эхо / моды помещения.)

Часть С. Развёрнутый вопрос

9.Мини-эссе (8–10 предложений): **«Акустические решения в общественных зданиях: логика выбора материалов и конструкций».**

Краткие методические указания

Методические указания к выполнению контрольной работы №1

1.Ответы должны быть логичными, терминологически корректными, с опорой на материал лекций и практик.

2.В задачах необходимо показывать расчётные шаги и использовать стандартные формулы.

3.При выполнении развёрнутого ответа важно показать понимание взаимосвязи физических параметров (звук, свет, тепло, воздух) и архитектурных решений.

4.Используйте аккуратное оформление: нумерацию заданий, структурированные ответы, единицы измерения.

5. Объём работы: 2–4 страницы.

Работа выполняется вручную или в электронном виде, объём 2–4 страницы.

Методические указания к выполнению контрольной работы №2

1.В теоретических ответах важно продемонстрировать понимание причинно-следственных связей (например, связь формы помещения и отражений).

2.В задачах использовать основные формулы курса: формулу Сабина, расчёт звукопоглощения, разницу требуемого и фактического индекса изоляции.

3.Развёрнутый ответ должен быть структурирован: проблема → анализ → вывод.

4.При необходимости допускается использование справочных данных из лекций.

5.Объём работы: 2–4 страницы.

Работа выполняется вручную или в электронном виде, объём 2–4 страницы.

Шкала оценки

Раздел	**Баллы**
Теоретические вопросы (4 × 1 балл)	4
Задачи (4 × 1 балл)	4
Развёрнутый ответ	2
ИТОГО	**10 баллов**

Критерии: корректность, полнота, обоснованность ответа, отсутствие грубых ошибок.

5.3 Примеры заданий для выполнения практических работ

Практическая работа №1

«Расчёт времени реверберации и анализ акустических свойств помещения»

Студент получает задание выполнить расчёты и аналитические выводы по реальному или условному помещению.

Задание 1. Исходные данные помещения

Заполнить таблицу:

Параметр	**Значение**
Назначение помещения	(например, аудитория)
Длина	___ м
Ширина	___ м
Высота	___ м
Объём V	___ м³

Основные материалы отделки	(перечислить)

Задание 2. Определение суммарного звукопоглощения А

1. Найти площади основных поверхностей (пол, потолок, стены).
2. Выбрать коэффициенты звукопоглощения материалов (из таблиц или СП).
3. Рассчитать $A = \Sigma (S_i \times \alpha_i)$.

В отчёте должны быть:
— таблица материалов;
— коэффициенты;
— расчёты;
— итоговое значение А.

Задание 3. Расчёт времени реверберации по формуле Сабина (3 балла)

Использовать:

$T = 0.161 \times V / A$

Указать:
• подстановку значений;
• единицы измерения;
• итоговое Т60.

Задание 4. Аналитический вывод (2 балла)

Кратко (5–7 предложений):
— Соответствует ли полученное Т60 назначению помещения?
— Какие проблемы возможны?
— Какие материалы/решения улучшили бы акустику?

Практическая работа №2

«Анализ звукоизоляции ограждающей конструкции и выбор акустических материалов»

Работа направлена на анализ звукоизоляции и подбор материалов.

Задание 1. Анализ исходной конструкции

Описать стену (или другую ограждающую конструкцию):

- тип: кирпич, бетон, гипсокартон и т. д.;
- толщина;
- плотность материала;
- ориентировочный индекс изоляции воздушного шума Rw (по таблицам).

Задание 2. Определение требуемой звукоизоляции

На основе назначения помещений (пример):

- между квартирой и лестничной клеткой — 52 дБ
- между двумя аудиториями — 55 дБ
- между офисом и переговорной — 48 дБ

Студент должен:
— выбрать соответствующую норму;
— сравнить с имеющейся звукоизоляцией;
— определить дефицит звукоизоляции ΔR.

Задание 3. Предложение конструктивного решения (4 балла)

Студент должен предложить **не менее двух вариантов повышения звукоизоляции**, например:

1. двухслойные ГКЛ по металлическому каркасу;

2. установка вибровставок;
3. добавление минеральной ваты;
4. устройство двойной стены;
5. увеличение массы покрытия.

Каждый вариант должен включать:

- схему (или описание);
- принцип действия;
- ориентировочный прирост R (+3…+12 дБ).

Задание 4. Итоговый вывод
Кратко (5–7 предложений):
— Какой вариант целесообразен?
— Почему?
— Какие материалы лучше применить?
— Достигнута ли требуемая звукоизоляция?
Краткие методические указания
Методические указания к практической работе 1

1. Выполнять расчёты аккуратно, указывать формулы, промежуточные шаги.
2. Допускается использование справочных таблиц, данных производителей.
3. В аналитическом выводе необходимо показать понимание связи между материалами, объёмом и реверберацией.
4. Приложить схемы или рисунки помещения (простые можно сделать от руки).
5. Объём отчёта: 2–3 страницы.

Методические указания к практической работе 2

1. Использовать таблицы звукоизоляции материалов (СП, учебники, каталоги).
2. Обязательно показывать расчёт дефицита ΔR.
3. Предлагать решения, основанные на принципах: увеличение массы, разобщение конструкций, заполнение воздушных промежутков.
4. При выборе материалов учитывать: стоимость, монтаж, толщину, комфорт.
5. Объём работы: 2–3 страницы.

Шкала оценки
Шкала оценки практической работы 1

Задание	Баллы
Исходные данные	2
Расчёт звукопоглощения A	3
Расчёт реверберации	3
Аналитический вывод	2
ИТОГО	10 баллов

Шкала оценки практической работы 2

Раздел	Баллы
Анализ конструкции	2
Определение требуемой звукоизоляции	2
Проектное решение (2–3 варианта)	4
Итоговый вывод	2
ИТОГО	10 баллов

5.4 экзамен в форме теста

ЗАДАНИЯ ЗАКРЫТОГО ТИПА С ВЫБОРОМ ВАРИАНТА ОТВЕТА

Выбор одного правильного ответа

Прочитайте вопрос или задание. Выберите правильный ответ, запишите его в виде буквы.

1. Основной параметр звуковой волны:
A. Плотность
B. Частота
C. Масса
D. Теплоёмкость
Ответ:
2. Что определяет громкость восприятия?
A. Частота
B. Скорость звука
C. Амплитуда звукового давления
D. Длина волны
Ответ:
3. В каком диапазоне частот человек слышит звук?
A. 2–200 Гц
B. 20–20000 Гц
C. 200–200000 Гц
D. 2000–2000000 Гц
Ответ:
4. Что уменьшает время реверберации?
A. Бетонные стены
B. Стеклянные поверхности
C. Звукопоглощающие материалы
D. Металлические конструкции
Ответ:
5. Что такое индекс звукоизоляции Rw?
A. Уровень громкости
B. Способность конструкции отражать свет
C. Способность конструкции ослаблять воздушный шум
D. Коэффициент теплопроводности
Ответ:
6. Звук распространяется в воздухе как:
A. Поперечная волна
B. Продольная волна
C. Электромагнитное излучение
D. Поток частиц
Ответ:
7. Что вызывает эффект флаттер-эхо?
A. Пористые поверхности
B. Неровные стены
C. Параллельные гладкие поверхности
D. Большой объём помещения
Ответ:
8. Что такое звуковое давление?
A. Громкость
B. Разность давлений между средами
C. Избыточное давление звуковой волны
D. Температурный градиент
Ответ:
9. Что используется для расчёта реверберации?

A. Закон Кирхгофа
B. Формула Сабина
C. Закон Кулона
D. Формула Ньютона
Ответ:
10. Что характеризует коэффициент звукопоглощения?
A. Степень отражения
B. Степень прохождения
C. Степень преобразования энергии звука в тепло
D. Массу материала
Ответ:
Выбор нескольких правильных ответов.
Прочитайте вопрос или задание. Выберите все правильные ответы, запишите их через запятую.
11. Какие величины являются характеристиками звуковой волны?
A. Частота
B. Амплитуда
C. Период полураспада
D. Длина волны
E. Масса источника
Ответ:
12. Какие материалы хорошо поглощают звук?
A. Минеральная вата
B. Кирпич
C. Пенополиуретан
D. Бетон
E. Дерево
Ответ:
13. Источники ударного шума:
A. Ходьба
B. Перестановка мебели
C. Работающий телевизор
D. Падение предметов
E. Разговор
Ответ:
14. Какие факторы влияют на время реверберации?
A. Объём помещения
B. Площадь звукопоглощения
C. Температура воздуха
D. Форма помещения
E. Коэффициенты звукопоглощения материалов
Ответ:
15. Какие дефекты акустики относятся к отражённому звуку?
A. Эхо
B. Стоячие волны
C. Флаттер-эхо
D. Гулкость
E. Дифракция
Ответ:
ЗАДАНИЕ НА СООТВЕТСТВИЕ
Прочитайте вопрос. Установите соответствие.
16. Соотнесите тип поверхности и её влияние:

А) Гладкая —
В) Пористая —
1. Сильно отражает звук
2. Поглощает звук
Ответ:
17. Соотнесите параметр и эффект:
А) Большой объём —
В) Неровные поверхности —
1. Увеличивает реверберацию
2. Рассеивает звук
Ответ:
18. Соотнесите материал и характеристику:
А) Бетон —
В) Минвата —
1. Высокая масса
2. Высокое поглощение
Ответ:
19. Соотнесите величину и единицу измерения:
А) Уровень звука —
В) Частота —
1. Децибелы
2. Герцы
Ответ:
20. Соотнесите тип шума и источник:
А) Воздушный —
В) Ударный —
1. Разговор
2. Ходьба
Ответ:

ЗАДАНИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА

Ввод развернутого ответа.

21. Что такое реверберация?
22. Дайте определение звукопоглощающему материалу.
23. Объясните разницу между отражением и поглощением звука.
24. Что вызывает снижение уровня звука при удалении от источника?
25. Как форма помещения влияет на акустику?
26. Что такое стоячие волны?
27. Объясните принцип работы плавающего пола.
28. Что влияет на звукоизоляцию стены?
29. Что такое индекс Rw и как он используется?
30. Почему пористые материалы поглощают звук?
31. Что такое акустический комфорт?
32. Как можно уменьшить эхо в помещении?
33. Объясните природу флаттер-эхо.
34. Почему стеклянные поверхности ухудшают акустику?
35. Что определяет разборчивость речи?
36. Как мебель влияет на акустику?
37. Почему в больших помещениях реверберация больше?
38. Что такое звуковое поле?
39. Какими способами можно улучшить акустику класса?
40. Как определить необходимость применения звукопоглощения?

Краткие методические указания

Время выполнения — 60–90 минут (рекомендуемое).

Структура экзамена:

- задания с выбором одного правильного ответа;
- задания с выбором нескольких правильных ответов;
- задания на установление соответствия;
- задания открытого типа (краткие развернутые ответы).

Вопросы направлены на проверку:

- теоретических знаний по архитектурной физике и акустике помещений;
- понимания физических процессов распространения звука;
- умения анализировать акустические ситуации и интерпретировать параметры;
- владения нормативной и профессиональной терминологией;
- способности применять теорию к практическим проектным решениям.

Рекомендации перед выполнением:

- повторить основные формулы (Сабина, законы распространения звука, связь параметров);
- вспомнить определения и термины;
- просмотреть примеры акустических дефектов и методов их устранения.

Правила выполнения:

- ответы должны быть читаемыми и однозначными;
- в заданиях с несколькими ответами необходимо указать **все правильные варианты**;
- в заданиях на соответствие необходимо указать **полные пары «буква–цифра»**;
- в открытых вопросах ответ должен быть кратким, но содержательным, по существу.

Открытые вопросы оцениваются особенно тщательно, поскольку проверяют глубину понимания, терминологическую грамотность, умение объяснять физические процессы.

Шкала оценки

Тип задания	**Количество**	**Баллы за задание**	**Сумма**
Выбор одного правильного ответа	10	1	10
Выбор нескольких правильных ответов	5	1	5
Соответствие	5	1	5
Открытые вопросы	20	1	20
ИТОГО	**40**	—	**40**

КЛЮЧИ К ОЦЕНОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Архитектурная физика и акустика помещений»

5.1 Ответы на тестовые задания

Тест 1. Основы архитектурной физики
1 — B
2 — B
3 — C
4 — C
5 — A, B, D
6 — A, B, D
7 — A2, B1
8 — A1, B2, C3
9 — излучение
10 — комфортной

Тест 2. Основы акустики. Законы распространения звука
1 — B
2 — D
3 — D
4 — B
5 — A, B, D
6 — A, B
7 — A2, B1
8 — A2, B1
9 — децибелах
10 — ударным

Тест 3. Акустика помещений. Реверберация и звукоотражение
1 — C
2 — B
3 — B
4 — C
5 — A, B, D
6 — A, B, D, E
7 — A2, B1
8 — A2, B1
9 — реверберация
10 — флаттер-эхо

Тест 4. Звукоизоляция и звукопоглощение в зданиях
1 — B
2 — C
3 — B
4 — C
5 — A, C, D
6 — A, B, E
7 — A2, B1
8 — A1, B2
9 — звукопоглотителем
10 — индексом изоляции воздушного шума

5.2 Ответы к контрольным работам

КЛЮЧИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ №1

Тема: Основы архитектурной физики и основы акустики)

Часть А. Теоретические вопросы

(Ответы краткие, допускаются формулировки, близкие по смыслу)

1. **Архитектурная физика** — область, изучающая физические процессы в зданиях (тепло, свет, звук, воздух), обеспечивая комфортную среду.
2. **Звуковая волна** — механическая продольная волна; параметры: частота, амплитуда, длина волны, скорость, интенсивность.
3. **Конвекция** — перенос тепла потоками воздуха; возникает при нагревании; влияет на распределение температуры и комфорт.
4. **Отражение** — возврат звука поверхностью; **поглощение** — превращение энергии в тепло; примеры: бетон (отражение), минвата (поглощение).

Часть В. Задачи

5. **Уровень звука**: увеличение расстояния в 4 раза снижает уровень на 12 дБ.
   70 – 12 = **58 дБ.**
6. **Освещённость**:
   E = Ф / S = 900 / 3 = **300 лк.**
7. **Коэффициент звукопоглощения**:
   α = (10 – 3) / 10 = **0.7.**
8. а) поглощение света — **световое** явление
   б) нагрев металла — **тепловое**
   в) гулкость — **акустическое**

Часть С. Развёрнутый ответ (2 балла)

Критерии: отражены 3–4 физических фактора, приведены примеры, вывод.
(Ответ индивидуален, проверяется по содержанию.)

КЛЮЧИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ №2

(Тема: Акустика помещений. Реверберация. Звукоизоляция)

Часть А. Теоретические вопросы (4 балла)

1. **Время реверберации T60** — время снижения уровня звука на 60 дБ; критично для речи, музыки, разборчивости.
2. **Флаттер-эхо** — серия быстрых отражений между параллельными поверхностями; причина: гладкие параллельные стены.
3. **Rw** — показатель способности конструкции ослаблять воздушный шум (чем выше, тем лучше).
4. Пористые материалы поглощают звук из-за трения воздуха в порах и перехода энергии в тепло.

Часть В. Задачи (4 балла)

5. **Формула Сабина**:
   T = 0.161 * V / A = 0.161 * 240 / 40 =
   T = 0.161 * 6 = **0.966 с ≈ 1.0 с**
6. **Коэффициент звукопоглощения**:
   α = A / S = 25 / 50 = **0.5**
7. Требуемое снижение: 55 дБ
   Фактическое: 45 дБ
   Недостающее = 55 – 45 = **10 дБ**
8. а) слабая разборчивость речи — **длительная реверберация**
   б) гул — **длительная реверберация**
   в) «выкрикивание» у стен — **моды помещения** или локальные резонансы

Часть С. Развёрнутый ответ (2 балла)
Критерии: отмечены особенности материалов, конструктивные решения, связь с функцией помещения; логика и вывод.

5.3. Ответы к практическим работам

Ключи к практической работе №1
Задание 1. Исходные данные помещения:
Корректные размеры, расчёт объёма, перечисление материалов.
Задание 2. Суммарное звукопоглощение A:
Верная структура расчёта: площади, коэффициенты, формула $A = \Sigma(Si \times \alpha i)$.
Задание 3. Время реверберации:
Формула $T = 0.161 \times V / A$, корректная подстановка, итоговое значение.
Задание 4. Аналитический вывод:
Анализ T60, выявление дефектов, рекомендации по улучшению.

Ключи к практической работе №2
Задание 1. Анализ конструкции:
Материал, толщина, плотность, ориентировочный Rw.
Задание 2. Требуемая звукоизоляция:
$\Delta R = R_{треб} - R_{факт}$.
Задание 3. Конструктивные решения:
Не менее двух вариантов повышения звукоизоляции: раздельные каркасные системы, минеральная вата, двойные стены, увеличение массы.
Задание 4. Итоговый вывод:
Оптимальный вариант, обоснование, итоговый Rw.

5.4. Ответы к экзамену в форме теста

1 — B
2 — C
3 — B
4 — C
5 — C
6 — B
7 — C
8 — C
9 — B
10 — C
11 — A, B, D
12 — A, C, E
13 — A, B, D
14 — A, B, D, E
15 — A, B, C, D
16 — A1, B2
17 — A1, B2
18 — A1, B2
19 — A1, B2
20 — A1, B2
(Ответы допускаются в формулировках, близких по смыслу)
21. Реверберация — затухание звука после выключения источника, отражения, время снижения уровня на 60 дБ.

22. Звукопоглощающий материал — материал, превращающий энергию звука в тепло, уменьшающий отражения.
23. Отражение — возврат энергии; поглощение — преобразование в тепло.
24. Закон обратных квадратов, рассеяние среды.
25. Форма влияет на отражения, реверберацию, стоячие волны.
26. Стоячие волны — интерференция встречных волн с образованием узлов и пучностей.
27. Плавающий пол — конструкция на упругом слое, снижает ударный шум.
28. Масса, жёсткость, разобщение конструкций, наличие пустот.
29. Индекс Rw — показатель изоляции воздушного шума, измеряемый в дБ.
30. Пористость → трение воздуха → переход энергии в тепло.
31. Акустический комфорт — оптимальные параметры звука в помещении.
32. Установка звукопоглощающих материалов, штор, панелей.
33. Флаттер-эхо — многократные отражения между параллельными стенами.
34. Стекло сильно отражает звук → увеличение реверберации.
35. Разборчивость речи определяется временем реверберации и отражениями.
36. Мягкая мебель поглощает звук, уменьшает реверберацию.
37. Большой объём → больше путей отражений → длинная реверберация.
38. Звуковое поле — распределение звукового давления в помещении.
39. Применение панелей, штор, ковров, рассеивающих элементов.
40. По времени реверберации, назначению помещения, расчёту А.