

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВО «ДГТУ»  
к.э.н., доцент Б.А.Мирзоев Н.Л.  
« 19 » \_\_\_\_\_ 2025 г.



**ПРОГРАММА**

вступительного испытания в аспирантуру  
по научной специальности 2.1.9. Строительная механика

Группа специальностей: 2.1 Строительство и архитектура

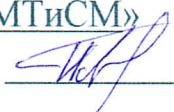
Форма обучения: очная

Программа одобрена на заседании кафедры СМТиСМ

Протокол заседания № 9 от 13.05.2025г.

Зав. кафедрой «СМТиСМ»

к.т.н., доцент



М.М. Пайзулаев

Махачкала – 2025

# **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

## **1. Цели и задачи вступительного испытания**

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине по научной специальности *2.1.9. Строительная механика* сформирована на основе программы подготовки научных и научно - педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности *2.1.9. Строительная механика*.

Целью вступительного испытания является определение уровня подготовки поступающих и оценки их способности для дальнейшего обучения по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в соответствии с установленными федеральными государственными требованиями к структуре программ аспирантуры, условиям их реализации, срокам освоения этих программ, с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов.

## **2. Требования к уровню подготовки поступающих**

В программу вступительного испытания включены базовые вопросы, которыми должен владеть специалист или магистр для успешного освоения программы подготовки научных и научно - педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности *2.1.9. Строительная механика*.

Поступающий должен знать: современные методики расчета строительных конструкций и математический аппарат, уметь строить расчётные модели и подбирать соответствующий математический аппарат, а также владеть: навыками расчета и проектирования строительных конструкций современными методами и программными средствами.

## **3. Контрольно-измерительные материалы**

Вступительные испытания для поступающих состоит из 3 заданий:

Задания 1-3 представляют собой теоретические вопросы и (или) практические задания (задачи) по научной специальности.

## **4. Форма проведения вступительного испытания**

Вступительное испытание проводится в письменной форме с предварительной подготовкой ответа.

## **5. Продолжительность вступительного испытания**

На подготовку к ответу (письменная часть) поступающему предоставляется не более 60 минут.

## **6. Шкала оценивания**

Результат вступительного испытания оценивается по 5-балльной шкале. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, устанавливается Правилами приема.

## **7. Критерии оценивания**

Оценивание вступительного испытания осуществляется посредством начисления баллов за каждое задание в билете по 5 балльной системе:

Задания оцениваются по следующим критериям:

Критерий	Количество баллов
Получен полный ответ на поставленный вопрос в билете. Ответ последователен, логичен, продемонстрирована способность грамотно излагать материал и отвечать на дополнительные вопросы по заданной тематике	5
Получен ответ с погрешностями и недочетами, продемонстрировано хорошее усвоение основной части материала. Частично или не в полном объеме получены ответы на дополнительные вопросы по заданной тематике	4
Получен ответ с погрешностями и недочетами, продемонстрировано хорошее усвоение основной части материала. Ответы на дополнительные вопросы по заданной тематике не получены.	3
Получен полный ответ, допущены весомые ошибки и погрешности. Ответ не получен, отсутствие понимания заданного вопроса (задания), либо ответ неверен	2

## **8. Язык проведения вступительного испытания**

Вступительное испытание проводится на русском языке.



## **ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ И РАЗДЕЛОВ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ (ПЕРЕЧЕНЬ ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ)**

### **РАЗДЕЛ 1. Методические и экспериментальные основы строительной механики**

Предмет и объекты строительной механики.

Место строительной механики в системе естественных наук. Основные этапы развития строительной механики.

Механические свойства материалов. Назначение и основные типы механических испытаний.

Испытательные машины и установки. Диаграммы растяжения – сжатия.

Изменение объема и формы. Упругая и пластическая деформация. Влияние фактора времени. Упрочнение.

Влияние скорости деформации. Ползучесть и длительная прочность. Хрупкое и вязкое разрушение. Усталость материалов.

Экспериментальные методы строительной механики. Метод тензометрии, поляризационно-оптический метод.

Применение фотоупругих покрытий, метод муаровых полос. Метод голографической тензометрии.

### **РАЗДЕЛ 2. Основы теории упругости, пластичности и ползучести**

Тензор напряжений. Главные напряжения и главные площадки.

Инварианты тензора напряжений. Дифференциальные уравнения равновесия.

Граничные условия. Тензор деформаций.

Главные оси деформаций и главные деформации. Инварианты тензора деформаций.

Уравнения, связывающие перемещение и деформации. Уравнения совместности деформаций.

Закон Гука для анизотропного тела. Тензор упругих деформаций и его свойства.

Закон Гука для изотропного тела. Гипотезы прочности и критерии пластичности материалов при сложном напряженном состоянии.

Полная система уравнений теории упругости. Уравнения теории упругости в перемещениях и напряжениях.

Уравнение Бельтрами—Митчелла. Постановка основных краевых задач теории упругости.

Теорема единственности. Принцип Сен-Венана. Вариационные принципы теории упругости.

Принцип Лагранжа. Принцип Кастильяно. Вариационные методы решения задач теории упругости.

Плоское напряженное и плоское деформированное состояния. Обобщенное плоское напряженное состояние.

Функция напряжений, Бигармоническое уравнение и граничные условия для функций напряжений.

Плоская задача в полярных координатах. Кручение призматических стержней.

Основы теории пластичности. Модель упругопластического тела.

Деформационная теория пластичности. Теория пластического течения.

Теория предельного равновесия. Экстремальные принципы теории предельного равновесия и их применение для определения предельных нагрузок.

Экстремальные принципы динамики идеально пластического тела, определение остаточных перемещений.

Элементы теории ползучести. Установившаяся и неуставившаяся ползучесть. Основы теории линейной вязкоупругости.

### **РАЗДЕЛ 3. Строительная механика стержней и стержневых систем**

Напряжения и перемещения в упругом стержне в общем случае нагружения. Изгиб прямолинейных стержней.

Расчет балок на упругом основании. Особенности работы на изгиб кривых стержней.

Изгиб и кручение тонкостенных стержней открытого профиля. Секториальные характеристики сечения. Свободное и стесненное кручение тонкостенных стержней.

Кинематический анализ плоских и пространственных стержневых систем. Методы определения усилий в элементах стержневых систем.

Общие теоремы строительной механики: теорема Клапейрона, теорема взаимности возможных работ (теорема Бетти), теорема Максвелла.

Потенциальная энергия деформаций стержневой системы. Метод определения перемещений. Метод Максвелла—Мора.

Расчет статически неопределимых систем по методу сил и методу перемещений. Смешанный метод. Расчет на температурные воздействия. Понятие о расчете систем с односторонними связями.

### **РАЗДЕЛ 4. Строительная механика тонкостенных конструкций**

Теория изгиба пластинок. Основные гипотезы и уравнения. Решения Навье и Леви для прямоугольной пластинки. Изгиб круглых и кольцевых пластинок.

Допущения классической теории тонких упругих оболочек. Полная система уравнений теории оболочек.

Основы теории пологих тонких оболочек В.З. Власова. Уравнение теории пологих оболочек и область их применения.

Безмоментная теория оболочек, область применения. Осесимметричный изгиб оболочек вращения.

Краевой эффект в круговой цилиндрической оболочке. Основные понятия нелинейной теории пластинок и оболочек.

Применение вариационных принципов строительной механики к расчету тонкостенных систем. Расчет призматических складчатых систем.

### **РАЗДЕЛ 5. Динамика конструкций**

Вариационные принципы динамики. Собственные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы.

Учет диссипации энергии. Нестационарные режимы в линейных системах. Понятие о параметрических колебаниях и автоколебаниях.

Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний стержней. Уравнения колебаний пластинок и оболочек.

Методы определения частот и форм собственных колебаний упругих систем. Установившиеся вынужденные колебания стержней, пластинок и оболочек.

Распространение волн и ударные явления в упругих телах. Основные понятия о расчетах сооружений на сейсмические воздействия. Спектральный метод и метод расчета на воздействия, заданные акселерограммами.

### **РАЗДЕЛ 6. Устойчивость конструкций**



Понятие устойчивости по Ляпунову. Методы решения задач устойчивости: метод Эйлера, энергетический метод, динамический метод.

Предельные точки и точки бифуркации. Устойчивость физически и геометрически нелинейных систем. Понятие о динамической устойчивости.

Продольный изгиб центрально сжатых стержней. Устойчивость рам и стрелневых систем.

Устойчивость прямоугольных пластинок при сжатии, изгибе и чистом сдвиге. Устойчивость круговой цилиндрической оболочки при осевом сжатии и гидродинамическом давлении.

Устойчивость конструкций за пределом упругости. Приведенно-модульная и касательно-модульная критические силы. Концепция Шекли.

## **РАЗДЕЛ 7. Основы механики разрушений**

Напряжения у конца трещины. Коэффициент интенсивности напряжений и критическое равновесие трещины.

Учет пластических деформаций у конца трещины. Численные и экспериментальные методы определения критического коэффициента интенсивности напряжений.

Влияние толщины образцов на результаты экспериментального определения вязкости разрушения.

## **РАЗДЕЛ 8. Теория надежности конструкций**

Основные понятия теории надежности. Виды отказов и предельных состояний.

Вероятность безотказной работы сооружения как основная характеристика надежности.

Статистический анализ механических свойств материалов. Вероятностное истолкование коэффициента запаса.

Учет фактора времени в расчетах на надежность. Понятие о расчетах конструкций на долговечность.

## **РАЗДЕЛ 9. Теория и методы оптимизации сооружений**

Постановка задачи оптимизации. Варьируемые параметры.

Выбор критериев оптимизации. Функция цели. Ограничения.

Соотношения количества варьируемых параметров и числа ограничений. Активные и пассивные ограничения.

Особенности оптимизации в задачах устойчивости и динамики. Проблема оптимизации как задача нелинейного математического программирования.

Прямая и обратная постановка задачи оптимизации. Основные методы оптимизации.

## **РАЗДЕЛ 10. Численные методы и применение ЭВМ в расчетах конструкций**

Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений большой размерности. Численное интегрирование систем дифференциальных уравнений и решение краевых задач на ЭВМ.

Проблема собственных значений на ЭВМ. Проблемы вычислительной устойчивости.

Вариационные основы метода конечных элементов и его реализация на ЭВМ. Метод граничных элементов. Разностные методы.

Вычислительный эксперимент и его роль в решении задач проектирования сооружений. Статистическое моделирование и расчет конструкций на надежность и долговечность.

Основные численные методы оптимизации. Применение ЭВМ для оптимального проектирования конструкций. Понятие о системах автоматизированного проектирования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

1. Золотов А. Б., Акимов П. А., Сидоров В. Н. Мозгалева М. Д. Математические методы в строительной механике (с основами теории обобщенных функций). - М.: Издательство АСВ, 2008.-336с.
2. Сливкер В. И. Строительная механика. Вариационные основы. - М.: АСВ, 2008.-736с.
3. Юсупов А. К. Методы прикладной математики в строительной механике. В 4-х томах. – Махачкала: Тип. ДНЦ РАН, 2008.
4. Муртазалиев Г. М. Методы теории катастроф в задачах устойчивости оболочек. – Махачкала: Изд. ИПЦ ДГТУ, 2004. -176с.

### Дополнительная литература

1. Леонтьев Н. Н., Соболев Д. Н., Амосов А. А. Основы строительной механики стержневых систем. – М.: Издательство АСВ 1996. – 541с.
2. Александров А.В., Лашеников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Тонкостенные пространственные системы. Учеб. для вузов. М.: Стройиздат, 1983.
3. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. Учеб. М.: Высш. шк., 1990.
4. Бате К., Вилсон Э. Численные методы и метод конечных элементов. М.: Стройиздат, 1982.
5. Болотин В.В. Методы теории вероятности и теории надежности в расчетах сооружений. М.: Стройиздат, 1984.
6. Власов В.З. Тонкостенные пространственные системы. М.: Стройиздат, 1958.
7. Власов В.З. Тонкостенные упругие стержни. М.: Физматгиз, 1959.
8. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика: Учеб. М.: Высш. шк., 1986.
9. Ерхов М.И. Теория идеально пластических тел и конструкций. М.: Наука, 1978.
10. Ржаницын А.Р. Строительная механика. Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк., 1982.
11. Колкунов Н.В. Основы расчета упругих оболочек. М.: Высш. шк., 1972.
12. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести: Учеб. М.: Машиностроение, 1968.
13. Новожилов В.В. Теория тонких оболочек. Л.: Судпромиздат, 1962.
14. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. М.: Наука, 1974.
15. Рабинович И.М. Курс строительной механики. М., 1960.
16. Работнов Ю. Н. Динамика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1962.
17. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений: Учеб. для вузов / А.Ф. Смирнов, А.В. Александров, Б.Я. Лашеников, Н.Н. Шапошников. М.: Стройиздат, 1984.
18. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука, 1975.



### Интернет-ресурсы

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>)
2. «Российское образование» - федеральный портал (<http://www.edu.ru/index.php>)
3. Электронно-библиотечная система «Лань» (<http://e.lanbook.com>)
4. Федеральная университетская компьютерная сеть России (<http://www.runnet.ru/>)
5. Научная электронная библиотека (<http://elibraru.ru/defaultx.asp?>)
6. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)