

---

Институт архитектуры, строительства и дизайна

УТВЕРЖДАЮ

Директор  
ИАСиД



Т.А.Хежев

«25» ноября 2021 г.

## Программа государственной итоговой аттестации выпускников аспирантуры

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования  
(аспирантура)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:  
**08.06.01 – Техника и технологии строительства**

ПРОФИЛЬ (НАПРАВЛЕННОСТЬ)  
**05.23.17 Строительная механика**

КВАЛИФИКАЦИЯ:  
**«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**

Форма обучения - очная

И.о. зав. кафедрой строительных конструкций и механики  З.Р. Лихов

Нальчик 2021

Программа государственной итоговой аттестации выпускников аспирантуры по направлению подготовки – 08.06.01 Техника и технологии строительства (направленность 05.23.17 – Строительная механика) составлена доцентом кафедры «Строительные конструкции и механика» Казиевым А.М.

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства (уровень подготовки кадров высшей квалификации, утвержденных приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 г. № 873); паспорта специальностей научных работников, учебного плана подготовки аспирантов КБГУ по основной образовательной программе послевузовского профессионального образования (аспирантура) по специальности 05.23.17 Строительная механика, программы-минимум кандидатского экзамена, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 08.10.2007 г. № 274.

И.о. зав. кафедрой

«Строительные конструкции и механика» \_\_\_\_\_

З.Р. Лихов

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Общие положения.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Государственный итоговый экзамен .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Защита выпускной квалификационной работы.....</b>	<b>25</b>

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1. Характеристики профессиональной деятельности выпускников

#### 1.1. Область профессиональной деятельности в соответствии с ФГОС

включает:

разработку научных основ инженерных изысканий, проектирования, строительства, реконструкции и эксплуатации зданий, сооружений и объектов транспортной инфраструктуры;

создание и совершенствование рациональных типов конструкций, зданий, сооружений различного назначения и их комплексов, а также разработка, совершенствование и верификация методов их расчетного обоснования;

разработку и совершенствование методов испытаний и мониторинга состояния зданий и сооружений;

совершенствование и разработка методов повышения надежности и безопасности строительных объектов;

решение научных проблем, задач в соответствующей строительной отрасли, имеющих важное социально-экономическое или хозяйственное значение;

обновление и совершенствование нормативной базы строительной отрасли - в области проектирования, возведения, эксплуатации и реконструкции, сноса и утилизации строительных объектов;

#### 1.2. Объекты профессиональной деятельности в соответствии с ФГОС:

строительные конструкции, здания, сооружения и их комплексы, нагрузки и воздействия на здания и сооружения;

#### 1.3. Виды профессиональной деятельности выпускников в соответствии с ФГОС:

научно-исследовательская деятельность в области технических наук и архитектуры;

преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.

Программа аспирантуры направлена на освоение всех видов профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник.

#### 1.4. Результаты освоения образовательной программы

В результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы:

универсальные компетенции, не зависящие от конкретного направления подготовки;

общепрофессиональные компетенции, определяемые направлением подготовки;

профессиональные компетенции, определяемые направленностью (профилем) программы аспирантуры в рамках направления подготовки (далее - направленность программы).

5.2. Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими универсальными компетенциями:

способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);  
способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).

**- общепрофессиональными компетенциями:**

владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1);

владением культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);

способностью соблюдать нормы научной этики и авторских прав (ОПК-3);

способностью к профессиональной эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов (ОПК-4);

способностью профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций (ОПК-5);

способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства (ОПК-6);

готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области строительства (ОПК-7);

готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-8).

**- профессиональными компетенциями:**

владеть основами теории фундаментальных разделов механики (ПК-1);

владеть навыками расчётов на прочность, жёсткость и устойчивость при проектировании зданий и сооружений (ПК-2);

уметь работать с базовыми современными пакетами прикладных программ, используемыми в строительной отрасли (ПК-3);

владеть основами динамики зданий и сооружений (ПК-4);

уметь применять методы численного моделирования при решении профессиональных задач (ПК-5)

## **2. Порядок проведения государственной итоговой аттестации выпускников**

2.1. Государственная итоговая аттестация направлена на установление соответствия уровня профессиональной подготовки выпускников требованиям ФГОС ВО.

Программа государственного экзамена разработана с учетом того, чтобы дать объективную оценку компетенциям выпускника, тематика экзаменационных вопросов и заданий должна быть комплексной и соответствовать избранным разделам из различных учебных циклов, формирующих конкретные компетенции.

Тематика выпускных квалификационных работ направлена на решение профессиональных задач. Выпускные работы должны включать результаты научных исследований по проблемам, связанным с изучением техники и технологий расчёта и проектирования зданий и сооружений.

2.2. К итоговой государственной аттестации допускаются обучающиеся, завершившие полный курс обучения по основной профессиональной образовательной программе, составленной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства.

2.3. Аттестация осуществляется государственной аттестационной комиссией (ГАК). Состав комиссии утверждается согласно положению о правилах формирования ГАК. Решения ГАК принимаются на закрытых заседаниях простым большинством голосов.

2.4. Результаты любого испытания, включенного в итоговую государственную

аттестацию, определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2.5. Порядок проведения государственной итоговой аттестации доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за полгода до ее начала.

2.6. Государственная итоговая аттестация не может быть заменена оценкой уровня подготовки на основании текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся.

2.7. Аспиранты, не прошедшие в течение установленного срока все или отдельные испытания, входящие в состав государственной итоговой аттестации, отчисляются из КБГУ.

### **3. Состав, содержание и форма государственной итоговой аттестации**

3.1. Государственная итоговая аттестация направлена на установление соответствия уровня профессиональной подготовки выпускников требованиям ФГОС ВО.

3.2. Сдача итогового государственного экзамена и защита выпускных квалификационных работ производится на открытых заседаниях ГАК.

### **4. Государственный экзамен**

4.1. Программа итогового государственного экзамена и форма его проведения утверждаются ученым советом КБГУ и доводятся до сведения аспирантов. При сдаче государственного экзамена аспирант должен показать способность самостоятельно осмысливать и решать актуальные задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные компетенции.

4.2. Форма Государственного экзамена устанавливается КБГУ и представляет собой междисциплинарный экзамен, проводимый по утвержденным билетам (списку вопросов). Комплект контрольных заданий формируется экзаменационной комиссией при участии кафедр, участвующих в подготовке аспирантов и реализации ОПОП, в срок не позднее, чем за один месяц до даты испытания.

4.3. Для определения качества ответа выпускника на итоговом государственном экзамене и соответствия его оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» предлагаются следующие основные показатели:

- соответствие ответов программе аттестации, формулировкам проблем и вопросов;
- структура, последовательность и логика ответов;
- полнота и целостность, самостоятельность, соответствие нормам культуры речи ответов на вопросы;
- знание и учет источников;
- степень и уровень знания специальной литературы по проблеме;
- способность интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер;
- научная широта, системность и логика мышления;
- качество ответов на дополнительные вопросы.

4.4. Аспиранты, не прошедшие итоговый государственный экзамен или получившие оценку «неудовлетворительно», допускаются к повторной сдаче. Порядок повторного прохождения аттестационного испытания устанавливается администрацией КБГУ.

### **5. Заключение**

Результаты итоговой государственной аттестации оформляются в соответствии с положением об итоговой государственной аттестации выпускников Кабардино-Балкарского государственного университета.

## I. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИТОГОВЫЙ ЭКЗАМЕН

На государственный итоговый экзамен для комплексной оценки сформированности компетенций выпускника выносятся следующие дисциплины

1. Педагогика и психология высшей школы
2. Методы теорий вероятности и надежности в расчетах сооружений
3. Теория колебаний механических систем
4. Строительная механика

### 1. «ПЕДАГОГИКА И ПСИХОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ»

#### **1. Общество и образование. Современная педагогическая наука.**

Образование как сфера социальной практики и специфическая область духовной деятельности. Общественная природа образования.

Образование и культура. Исторические истоки образования. Непрерывное образование: объективные и субъективные предпосылки разработки его теоретических основ. Создание системы непрерывного образования в РФ. Закон РФ «Об образовании» и другие законодательные и нормативные документы, регулирующие деятельность высшей школы. Её место в системе наук о человеке. Отрасли педагогики. Педагогика высшей школы, её особенности и специфика. Диалектика взаимодействия педагогической теории и практики.

#### **2. Целостный педагогический процесс в вузе.**

Структура, основные характеристики и закономерности педагогического процесса. Его этапы. Специфика процессов воспитания и обучения, диалектика их взаимодействия. Деятельность педагога и студента в целостном педагогическом процессе. Реформирование педагогического процесса в высшей школе.

**3. Дидактическая система вуза.** содержание высшего образования. Нормативные документы, определяющие содержание образования. Структура процесса обучения. Функции обучения. Психолого-педагогическая структура деятельности педагога и деятельности студентов.

#### **4. Принципы обучения. Дидактические методы и средства.**

Основные закономерности и принципы обучения студентов, их характеристика и взаимосвязь. Различные подходы к классификации методов обучения в общей педагогике. Классификация методов обучения в вузе. Педагогические технологии обучения

#### **5. Организационные формы обучения.**

Понятие о формах организации учебно-воспитательного процесса в вузе. Зависимость выбора форм обучения от целей и содержания обучения. Классификация и характеристика форм организации обучения. Модель учебного процесса в современном вузе.

#### **6. Типы обучения.**

Различные подходы к организации обучения. Характеристика различных типов обучения: традиционное; проблемное; программированное; дифференцированное; модульное; контекстное.

#### **7. Учебно-исследовательская и научно-исследовательская работа студентов.**

Роль УИРС и НИРС в профессиональной подготовке студентов. Роль кафедры вуза в организации УИРС и НИРС. Виды и формы УИРС и НИРС в современном вузе.

#### **8. Интерактивные и активные методы обучения.**

Понятие об интерактивных методах преподавания. Условия применения интерактивных методов обучения. Творческие проблемные задания. Интерактивное выступление. Метод проблемного изложения. Работа в малых группах. Метод кейс-стади. Мозговой штурм. Сократический диалог.

**9. Активные методы обучения.** Имитационные и неимитационные методы обучения. Игровые и неигровые формы реализации активных методов обучения. Педагогическая и

методическая целесообразность применения активных и интерактивных методов обучения.

**10. Проблемное обучение.** Основные понятия: проблемная ситуация, проблем, проблемная задача, проблемное задание, проблемное изложение. Применение методов и приемов проблемного обучения при изучении актуальных проблем, выходящих на дисциплину. Обоснование целесообразности применения проблемного обучения при изучении конкретных разделов. Уровни проблемности. Характеристика уровней проблемности с примерами их применения при обучении дисциплине.

**11. Компьютерное обучение дисциплине.** Функции компьютера в обучении: технико-педагогические, дидактические. Условия эффективности компьютерного обучения: взаимосвязь компьютера с основными компонентами педагогического процесса; сочетание компьютера со словом педагога; мотивационное обеспечение компьютерного занятия. Этапы компьютерного обучения: мотивационный, информационный, деятельностный, этап самостоятельного решения задач. Применение компьютера для решения задач на диагностику и прогнозирование процессов, изучаемых дисциплиной.

**12. Модель проектного обучения дисциплине.** Понятие о проектном обучении. Основные требования к применению метода проектов: наличие значимой задачи, практическая, теоретическая, познавательная значимость результатов, самостоятельная деятельность студентов, структурирование содержательной части проекта, использование исследовательских методов. Типы проектов: исследовательские, творческие, игровые, информационные, практико-ориентированные.

Применение для информационных проектов репродуктивных задач; для практико-ориентированных – алгоритмических задач; для исследовательских проектов – реконструктивных и творческих задач. Обучение разработке проектов на актуальные темы.

**13. Содержание и методика самостоятельной работы студентов.**

Обучение выявлению и формулировке научных проблем. Обучение подбору практического и исторического материала по выявленной проблеме.

Использование для самостоятельной работы студентов задач творческого, исследовательского и эвристического уровней.

**14. Педагогический контроль и оценка качества образования.**

Контроль как необходимый компонент учебного процесса. Виды контроля: предварительный, текущий, тематический, итоговый, заключительный. Методы контроля: устные, письменные, графические, практические, программированные, тесты. Формы контроля: индивидуальная, групповая, фронтальная, комбинированная, взаимоконтроль. Формы контроля по их внешнему выражению: контрольное занятие, контрольное практическое занятие, опрос, коллоквиум, зачет, экзамен. Правила оценивания и выставления отметок.

**15. Методы диагностики знаний студентов.** Устные методы: опрос, собеседование.

Письменные методы: контрольная работа, решение практических задач, письменное тестирование. Электронные методы: автоматизированное тестирование.

Понятие о педагогическом тесте. Достоинства тестирования: объективность результатов проверки, повышение эффективности контролирующей деятельности, возможность автоматизации проверки знаний студентов, технологичность. Формы тестовых заданий: задания открытой формы, задания на соответствие, задания на установление правильной последовательности. Задачи различных уровней продуктивности. Обоснование тематического выбора.

**16. Психолого-педагогическая характеристика воспитания в высшей школе.**

Концептуальные основы воспитания студентов. Воспитание и социализация личности студентов. Основные направления организации идеологической и воспитательной работы в современном вузе. Общая характеристика методов воспитания. Формы воспитания и виды деятельности студентов.



### **17. Общая характеристика деятельности студентов.**

Свойства личности студента как предпосылка эффективности его деятельности. Познавательные психические, эмоционально-волевые процессы и психические состояния в деятельности студентов.

Психологические особенности основных видов деятельности студентов: учебно-профессиональной; самостоятельной работы; общественной деятельности; научной; в период практики.

### **18. Психология деятельности студенческого коллектива.**

Сущность, специфика и признаки студенческого коллектива. Пути, средства и этапы формирования коллектива. Развитие и формирование студенческого коллектива.

Влияние коллектива на личность студента. Психологические особенности студенческих коллективов. Социально-психологические явления в студенческом коллективе.

### **19. Общая характеристика деятельности преподавателя, её содержание и структура.**

Психологические особенности деятельности преподавателя вуза. Психология деятельности коллектива кафедры. Преподаватель и его отношения со студентами.

Педагогическое общение и его особенности в вузе. Функции педагогического общения. Способы коммуникативных воздействий преподавателя и типы его взаимоотношений с обучаемыми. Средства установления оптимального педагогического общения.

### **20. Управление учебно-воспитательным процессом в вузе.**

Вуз, его назначение и статус. Структура управленческих органов в вузе. Специфика работы администрации вуза различных уровней. Организация и руководство учебно-воспитательным процессом. Самоуправление в вузе, основные принципы его организации. Деятельность общественных организаций различных уровней в вузе.

## **Литература**

1. Митин А.Н. Основы педагогической психологии высшей школы. М.: Проспект, 2010. 192 с.
2. Громкова М.Т. Педагогика высшей школы: учебное пособие. М.: Юнити-Дана, 2012
3. Шарипов А.Ф. Педагогика и психология высшей школы. М.: Логос, 2012.
4. Макарова Н.С. Трансформация дидактики высшей школы. М.: Флинта, 2012. 180 с.
5. Даутова О.Б. Дидактика высшей школы: современные педагогические технологии обучения студентов. М.: РГПУ им. Герцена, 2011. 82 с.
6. Даутова О.Б., Крылова О.Н., Мосина А.В. Традиционные и инновационные технологии обучения студентов. Учебное пособие. М.: РГПУ им. Герцена, 2011. 96 с.
7. Макарова Н.С. Трансформация дидактики высшей школы. М.: Флинта, 2012. 180 с.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976513990.html>

## **2. МЕТОДЫ ТЕОРИЙ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И НАДЁЖНОСТИ В РАСЧЕТАХ СООРУЖЕНИЙ**

### **2.1. Введение**

Детерминистический и стохастический подходы к постановке задач механики конструкций. Коэффициенты надёжности по нагрузке, надёжности по материалу и условий работы.

### **2.2. Элементы теории вероятностей и статистики**

1). Случайные события. Вероятность. Элементы алгебры событий: сумма событий, произведение событий. Три способа определения вероятности события: классический, статистический и геометрический.

2). Случайные величины и их характеристики. Функция распределения, её свойства. Плотность распределения вероятности. Свойства функции плотности.

Математическое ожидание случайной величины. Начальные и центральные моменты. Дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации случайной величины. Статистическое среднее и статистическая дисперсия.

3). Нормальное распределение случайной величины. Плотность вероятности, функция распределения. Функция Лапласа. Вероятность попадания нормально распределённой случайной величины в заданный интервал. “Правило трёх сигм”.

4). Совместное распределение вероятностей для нескольких случайных величин. Математические ожидания. Моменты второго и более порядков. Корреляционные моменты. Корреляционная матрица. Функция совместной плотности вероятности двух случайных величин.

5). Основные понятия корреляционной теории случайных функций. Случайная функция. Реализация случайной функции. Математическое ожидание и дисперсия случайной функции.

Центрированный случайный процесс. Корреляционная функция случайного процесса. Взаимная корреляционная функция двух случайных процессов.

Линейный оператор. Определение математического ожидания и корреляционной функции с помощью линейного оператора.

6). Стационарные случайные процессы. Их определение. Корреляционная функция и дисперсия стационарного случайного процесса.

Спектральная плотность случайного процесса. Связь между спектральной плотностью и корреляционной функцией. Косинус – преобразования Фурье. Формула Винера – Хинчина.

### **2.3. Основы теории надёжности и долговечности конструкций**

1). Элементарная постановка задачи надёжности и коэффициент запаса. Формула подсчета случайной характеристики конструкции. Случайность величин, входящих в расчетные схемы и формулы. Условия непревышения предельного значения. Функция распределения расчетной случайной характеристики.

Надёжность конструкции как вероятность. Резерв прочности. Условие неразрушимости. Функция распределения резерва прочности. Характеристика безопасности.

Коэффициент запаса. Коэффициент надёжности по нагрузке и по материалам.

2). Сочетания постоянных нагрузок. Дисперсия нагрузок (некоррелированные и коррелированные случаи нагрузок). Коэффициент интенсивности нагрузки. Коэффициент надёжности по нагрузке, выраженный через коэффициенты вариации (интенсивностей) нагрузок.

3). Метод статистической линеаризации. Примеры нелинейных случайных функций в задачах прочности. Метод статистической линеаризации. Разложение нелинейной функции в ряд Тейлора в окрестности математического ожидания. Математическое ожидание и дисперсия нелинейной функции.

4). Повторные нагружения. Функции распределения случайной нагрузки. Вероятность непревышения нагрузкой некоторого значения при повторных нагружениях.

Обеспеченность как вероятность непревышения. Квантили однократной и n-кратной нагрузок. Увеличение расчетной нагрузки при n-кратном повторном действии.

5). Распределение прочности статически определимой системы. Вероятность события, что в системе не разрушится ни один элемент. Вероятность события, что разрушится хотя бы один элемент.

6). Надёжность параллельного соединения пластических элементов. Совместная прочность параллельно соединённых пластических элементов. Математическое ожидание, дисперсия и коэффициент вариации совместной прочности. Коэффициент надёжности

материала. Расчетное сопротивление параллельно соединённых элементов.

7).Вероятностный расчет внецентренно сжатых и сжато-изогнутых стержней. Расчетное условие прочности. Случайные и детерминированные величины, входящие в условие прочности.

8).Случайный эксцентриситет приложения продольной силы к торцу стержня. Причины эксцентриситета. Формула эксцентриситета как случайной величины. Среднее значение относительного эксцентриситета.

9).Случайное искривление оси стержня. Начальный прогиб, максимальная начальная кривизна. Суммарный эксцентриситет приложения продольной силы.

10).Распределение несущей способности центрально сжатого стержня. Условие прочности. Резерв прочности; случайные величины, входящие в формулу. Применение метода статистической линеаризации.

Математическое ожидание, дисперсия и коэффициент вариации резерва прочности. Характеристика безопасности. Требуемый коэффициент запаса.

11).Коэффициент снижения основного допускаемого напряжения на простое сжатие. Графики для коэффициента снижения.

12).Основные понятия современной теории надёжности и долговечности сооружений. Качество, утрата качества. Определение надёжности системы. Отказ, примеры отказов.

Показатель надёжности. Оценка надёжности в беллах (Болотин В.В.).

Вероятность безотказной работы на отрезке времени. Интенсивность отказов. Функция надёжности.

Функция распределения срока службы системы. Средний срок службы.

13).Основы общей теории надёжности механических систем. Необходимость учета фактора времени. Поведение конструкции как случайный процесс. Предельное состояние и случайный выброс из области допустимых состояний.

Исходное уравнение системы. Пространства входных и выходных параметров. Оператор системы. Траектория в пространстве состояний.

Пространство качества. Траектория в пространстве качества. Операторное соотношение между элементами пространства состояний и пространства качества.

Область допустимых состояний в пространстве качества. Предельные состояния конструкций как граница области допустимых состояний.

Отказ системы как пересечение предельной поверхности.

Пример интерпретации пространств входных параметров, состояний и качества, области допустимых состояний.

Простые примеры определения функции надёжности.

2

14).Выбросы случайного процесса за заданный уровень. Математическое ожидание положительных пересечений траекторией случайного процесса заданного уровня. Эффективная частота процесса.

15).Приближенные оценки для функции надёжности. Модели пуассоновского типа. Оценка сверху вероятности отказа, приближенная формула для функции надёжности.

Использование распределения Пуассона для функции надёжности.

## Литература

1).Аугусти Г., Баратта А., Кашиати Ф. Вероятностные методы в строительном проектировании. – М.: Стройиздат, 1988. – 584с.

2).Болотин В. В. Методы теории вероятностей и теории надёжности в расчётах сооружений. – М.: Стройиздат, 1981. – 351с.

3).Болотин В. В. Применение методов теории и вероятностей и теории надёжности в расчётах сооружений. – М.: Стройиздат, 1971. – 256с.

4).Болотин В. В. Статистические методы в строительной механике. – М.: Стройиздат, 1965. – 280с.

- 5) Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1999. – 479с.
- 6) Культербаев Х.П. Методы теории вероятностей в механике конструкций. Расчетно-проектировочные работы. – Нальчик: Каб. – Балк. ун.-т, 2001. -19 с.
- 7) Пшеничкина В.А, Белоусов А.С. и др. Надёжность зданий как пространственных составных систем при сейсмических воздействиях. и сооружений на надёжность. Волгоград: ВолгГАСУ. 2010.180 с.
- 8) Острейковский В.А. Теория надёжности: Учебник для вузов. 2-ое изд., испр.. –М: Высшая школа, 2008. -463 с.
- 9) Ржаницын А. Р. Теория расчёта строительных конструкций на надёжность. – М.: Стройиздат, 1978. – 239с.
- 10) Ржаницын А. Р. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1982. – 400с.
- 2) Болотин В. В. Случайные колебания упругих систем. – М.: Наука. Главная редакция физико – математ. литературы, 1979. - 336с.
- 11) Вентцель Е. С. Теория вероятностей. – М.: Госуд. издат. физико – математ. литературы, 1962. - 564с.
- 12) Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятности и её инженерные приложения. – М.: Наука. Главная редакция физико – математ. литературы, 1988. - 480с.
- 13) Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория случайных процессов и её инженерные приложения. – М.: Наука. Главная редакция физико – математ. литературы, 1991. - 384с.
- 14) Николаенко Н. А. Вероятностные методы динамического расчёта машиностроительных конструкций. – М.: Машиностроение, 1967. – 368с.
- 15) Пшеничкин А.П. Основы вероятностно-статистической теории взаимодействия сооружений с неоднородными грунтовыми основаниями. Волгоград: ВолгГАСУ, 2006, – 208 с.
- 16) Пшеничкина В.А., Белоусов А.С., Кулешова А.Н., Чураков А.А. Надёжность зданий как пространственных составных систем при сейсмических воздействиях. Волгоград: ВолгГАСУ, 2010. -180 с.
- 17) Пшеничкина В.А., Богомолов А.Н. Надёжность строительных систем. Волгоград: ВолгГАСА, 1999, -55 с.
- 18) Пшеничкина В.А. Вероятностный расчёт зданий повышенной этажности на динамические воздействия. Волгоград: ВолгГАСА, 1996, -118 с.

### **3. ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

#### **3.1. Введение**

- 1) Предмет теории колебаний. Монотонные и немонотонные движения. Колебательный процесс.
- 2) Классификация колебательных систем. Системы с одной степенью свободы и конечным числом степеней свободы. Распределённые системы. Линейные и нелинейные системы. Принцип суперпозиции. Стационарные и нестационарные системы. Автономные и неавтономные системы. Консервативные и неконсервативные системы.
- 3) Классификация колебательных процессов. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Параметрические колебания. Автоколебания.
- 4) Кинематика периодических колебательных процессов. Периодические колебания. Период, частота, угловая частота. Гармонические колебания. Амплитуда, фаза, начальная фаза гармонических колебаний. Две формы представления гармонических колебаний действительными функциями. Соотношения между ними. Комплексная форма представления гармонических колебаний. Полигармонические колебания. Ряд Фурье периодического процесса. Спектр частот. Амплитудный и фазовый спектры. Ряд Фурье в комплексной форме.
- 5) Уравнения движения. Уравнение Лагранжа II рода. Обобщенные координаты и обобщенная сила. Потенциальная и кинетическая энергии. Диссипативная функция Рэлея.

Составление уравнений движения с помощью принципа Даламбера. Силы инерции, упругости, трения. Возмущающая сила.

### **3.2. Системы с одной степенью свободы**

1) Пример составления уравнения колебаний.

2) Уравнение колебаний в общем виде. Частные случаи.

3). Свободные колебания при отсутствии трения. Уравнение свободных колебаний. Коэффициент жесткости (упругости). Начальные условия. Задача Коши, её решение. Частота свободных колебаний, угловая частота, амплитуда, период колебаний, начальная фаза.

4). Вынужденные колебания при отсутствии трения. Уравнение колебаний. Общее решение уравнения как сумма частного решения и общего решения порождающего однородного уравнения.

Гармоническое возбуждение колебаний. Уравнение движения и его решение в виде суммы свободных колебаний и стационарных колебаний. Динамический коэффициент. Амплитудно-частотная и амплитудно-фазовые характеристики. Явление резонанса.

Описание гармонической силы с помощью комплексной функции. Отыскание стационарного решения уравнения в комплексной форме. Импеданс (динамическая жесткость) системы. Частотная характеристика (передаточная функция) системы. Комплексные амплитуды отклонений и нагрузки, их взаимосвязь.

Негармоническое периодическое возбуждение колебаний. Применение ряда Фурье и принципа суперпозиции.

Кинематическое возбуждение колебаний. Амплитуда колебаний.

5) Демпфирование колебаний.

5.1) Диссипативные силы. Силы внутреннего и внешнего трений. Вязкий демпфер. Сухое трение.

5.2) Внутреннее трение. Петля гистерезиса. Коэффициент поглощения энергии. Логарифмический декремент колебаний. Коэффициент неупругого сопротивления. Гипотеза Фойгта, её дефект.

6). Свободные колебания с вязким сопротивлением. Уравнение движения. Характеристическое уравнение. Решение уравнения. Три случая величины трения. Лимитационное движение. Колебательные затухающие движения. Амплитуда и фаза колебаний. Период и частота колебаний при наличии трения. Декремент и логарифмический декремент. Случай равных корней характеристического уравнения. Аперiodическое движение.

7). Вынужденные колебания с вязким сопротивлением. Неоднородное уравнение колебаний. Определение коэффициента трения в уравнении колебаний. Действие импульса. Функция Грина. Выражение решения через функцию Грина.

Случай внезапного приложения нагрузки. Гармоническое возмущение. Комплексная форма решения. Импеданс (динамическая жесткость). Передаточная функция.

Динамический коэффициент. Амплитудно-частотные характеристики при различных значениях величин трения. Сдвиг фазы между нагрузкой и отклонениями.

### **3.3. Системы с конечным числом степеней свободы**

1). Уравнения движения. Уравнение Лагранжа II рода. Кинетическая и потенциальная энергии. Инерционные коэффициенты и инерционная матрица. Матрица жесткости. Примеры определения матриц.

2). Свободные колебания. Система уравнений колебаний в развернутой и матричной формах. Основной, прямой и обратный способы получения уравнений колебаний. Соответствующие формы записи уравнений.

Собственные частоты и собственные формы колебаний. Частотное уравнение. Спектр собственных частот. Определение собственных форм. Спектр собственных форм. Свойства собственных частот и собственных форм колебаний. Ортогональность собственных форм с весом по инерции и жесткости.

3). Вынужденные колебания. Уравнения вынужденных колебаний. Решение, соответствующее установившимся колебаниям; его определение. Резонансы, антирезонансы. Амплитудно-частотные характеристики.

4) Влияние трения на колебания систем с конечным числом степеней свободы. Уравнения колебаний. Диссипативная матрица. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Метод комплексных амплитуд.

### **3.4. Колебания систем с распределённой массой**

1) Общие сведения. Бесконечное число степеней свободы, частот и форм колебаний. Примеры элементов машин и оборудования с распределённой массой.

2) Колебания струны. Свободные колебания. Вывод дифференциального уравнения движения. Начально-краевая задача. Метод разделения переменных. Собственные частоты и формы. Вынужденные колебания. Передаточная функция. Резонансы. Кинематически возбуждаемые колебания.

3) Продольные колебания стержней. Свободные колебания. Различные граничные условия. Получение и решение частотного уравнения. Спектры собственных частот и форм. Вынужденные колебания. Кинематически возбуждаемые колебания. Продольные силы и напряжения в сечениях колеблющихся стержней.

4) Крутильные колебания круглых стержней. Вывод дифференциального уравнения движения. Граничные условия. Постановка задачи.

5) Изгибные колебания стержней. Вывод дифференциального уравнения движения. Граничные условия. Свободные колебания, постановка задачи и её решение. Вынужденные колебания. Динамические и кинематические возмущения. Внутренние силы в поперечных сечениях. Графики амплитуд.

6) Изгибные колебания растянутых (сжатых) стержней. Вывод дифференциального уравнения движения. Свободные колебания. Получение и решение частотного уравнения. Зависимость собственных частот от продольной силы. Внутренние силы в поперечных сечениях. Графики амплитуд.

### **Литература**

- 1) Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. – М.: Высшая школа, 1980. – 408 с.
- 2) Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. – М.: Наука, - 1967. – 444 с.
- 3) Культербаев Х.П. Основы теории колебаний. Основы теории, задачи для домашних заданий, примеры решений. Кабардино-Балкарский государ. университет. Нальчик. 2003. 130 с.
- 4) Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. – Теория колебаний. – М.: Физматгиз, 1959. – 916 с.
- 5) Булгаков Б.В. Колебания. – Л.: Гостехиздат, 1954. – 892 с.
- 6) Вибрации в технике. Справочник, т. 1. Колебания линейных систем / Под ред. В.В. Болотина. – М.: Машиностроение, 1978. – 352 с.
- 7) Магнус К. Колебания. – М.: Мир, 1982. – 304 с.
- 8) Мандельштам Л.И. Лекции по теории колебаний. – М.: Наука, 1972. – 470 с.
- 9) Обморшев А.Н. Введение в теорию колебаний. – М.: 1965. – 276.
- 10) Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний. – М.: Наука, 1964. – 276 с.
- 11) Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. Л.: Машиностроение, 1976. – 320 с.
- 12) Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах, т. 3 / Под ред. И.А. Биргера и Я.Г. Пановко. – М.: Машиностроение, 1968. – 568 с.
- 13) Светлицкий В.А., Стасенко И.В. Сборник задач по теории колебаний. – М.: Высшая школа, 1973. – 456 с.
- 14) Стрелков С.П. Введение в теорию колебаний. – М.: Наука, - 1964. – 440 с.
- 15) Филиппов А.П. Колебания деформируемых систем. – М.: Машиностроение, 1970. – 736 с.

16) Яблонский А.А., Норейко С. С. Курс теории колебаний. – М.: Высшая школа, 1975. – 256 с.

#### **4. СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА**

##### **4.1. Приближённое дифференцирование и интегрирование функций.**

- 1) Приближённое дифференцирование функций. Разностные производные первого порядка. Правое и левое разностное отношение (разностные производные шагом вперед и шагом назад) в  $i$ -ой точке. Центральная разностная производная.
- 2) Конечные разности. Получение более точных значений производных с помощью аппроксимирующих функций в виде алгебраических полиномов  $n$ -ой степени.
- 3) Вывод разностных производных второго порядка методом последовательного численного дифференцирования.
- 4) Разностные производные произвольного порядка на сетке с постоянным шагом. Разностные производные чётного порядка. Разностный оператор нечетного порядка.
- 5) Приближённое интегрирование функций с помощью формул прямоугольников, трапеций и Симпсона.

##### **4.2. Метод конечных разностей**

- 1) Сетки и сеточные функции. Равномерная сетка на отрезке.
- 2) Разностная схема краевой задачи об изгибе струны и балки.
- 3) Решение систем линейных алгебраических уравнений методом прогонки.
- 4) Метод прогонки для систем уравнений с трехдиагональной матрицей коэффициентов.
- 5) Метод прогонки для систем уравнений с пятидиагональной матрицей коэффициентов.
- 6) Расчёт отклонений струны методом конечных разностей

##### **4.3. Изгиб прямолинейных балок**

- 1) Расчёт балки постоянного сечения. Основное уравнение изгиб. Определение изгибающих моментов и прогибов простой балки с помощью системы дифференциальных уравнений второго порядка. Использование дифференциальных уравнений четвёртого порядка. Внеконтурные точки; их использование и неиспользование.
- 2) Расчёт балки переменного сечения. Определение изгибающих моментов и прогибов простой балки с помощью системы дифференциальных уравнений второго порядка. Использование дифференциальных уравнений четвёртого порядка. Внеконтурные точки; их использование и неиспользование.
- 3) Расчёт балки на упругом основании методами конечных разностей и прогонки.

##### **4.4. Задачи с уравнениями эллиптического типа**

- 1) Задача о кручении стержня как краевая задача Дирихле для уравнения Пуассона. Метод конечных разностей в двухмерных задачах. Используемые шаблоны для уравнений второго и четвёртого порядков. Конечно-разностная схема. Метод итераций для решения системы алгебраических уравнений. Определение касательных напряжений.
- 2) Определение прогибов мембран методом конечных разностей. Конечно-разностная схема. Применение метода итераций для решения системы алгебраических уравнений.

##### **4.5. Устойчивость и продольно-поперечный изгиб стержней**

- 1) Расчет стержней постоянного сечения на устойчивость. Задача Эйлера. Решение проблемы собственных значений и функций численным методом в сочетании с графическим (визуализация) характеристического уравнения на экране монитора.
- 2) Расчет стержней переменного сечения на устойчивость.

- 3) Устойчивость стержня, сжатого распределённой нагрузкой. Случаи постоянного и переменного сечений.
- 4) Решение проблемы собственных значений и функций стержней на гибких упругих опорах.
- 5) Решение проблемы собственных значений и функций многопролётных стержней.
- 6) Продольно-поперечный изгиб балок.

#### **4.6. Колебания балок**

- 1) Изгибные поперечные колебания балок. Постановка краевой задачи. Математическая модель колебаний. Основное уравнение. Краевые условия.
- 2) Свободные колебания балки постоянного и переменного сечений. Дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами. Метод разделения переменных. Переход к конечно-разностной схеме. Характеристическое уравнение. Применение метода координатного спуска для определения коэффициента затухания колебаний и собственных частот. Использование графоаналитического способа. Модальный анализ свободных колебаний.
- 3) Колебания растянутых (сжатых) балок. Свободные колебания балки переменного сечения. Дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами. Метод разделения переменных. Переход к конечно-разностной схеме. Характеристическое уравнение. Применение метода координатного спуска для определения коэффициента затухания колебаний и собственных частот. Использование графоаналитического способа. Модальный анализ свободных колебаний.
- 4) Задача о вынужденных колебаниях стержня (неоднородное уравнение, неоднородные краевые условия). Математическая модель колебаний. Основное уравнение. Краевые условия. Векторный процесс гармонических возбуждений. Переход к конечно-разностной схеме.

#### **Литература**

- 1) Смирнов В.А., Городецкий А.С. «Строительная механика» // Юрайт, 2013.
- 2) Дарков А.В., Шапошников В.А. «Строительная механика» // Изд-во Лань. 2010 г.
- 3) Кузьмин, Л.Ю. Строительная механика: учебное пособие / Л.Ю. Кузьмин, В.Н. Сергиенко. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 296 с.
- 4) Васильков, Г.В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений: учебное пособие / Г.В. Васильков, З.В. Буйко. Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 256 с.
- 5) Шапошников, Н.Н. Строительная механика : учебник / Н.Н. Шапошников, Р.Х. Кристаллинский, А.В. Дарков ; Под общ. ред. Н.Н. Шапошникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 692 с.
- 6) Варвак П.М., Варвак Л.П. Метод сеток в задачах расчета строительных конструкций. — М.: Стройиздат, 1977. — 160 с.
- 7) Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. М.: Наука. 1967. 368 с.
- 8) Канторович Л.В., Крылов В.И. Приближенные методы анализа. — М.: Гостехиздат, 1952. — 692 с.
- 9) Караманский Т.Д. Численные методы строительной механики. — М.: Стройиздат, 1981. — 436 с.
- 10) Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырский В.И. Вычислительные методы. — М.: «Наука». — Т. 1. — 1974. — 304 с. — Т. 2. — 1977. — 400 с.



- 11) Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1971. - 552 с.
- 12) Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978. - 592 с.
- 13) Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1977. - 656 с.
- 14) Фильчаков П.Ф. Численные и графические методы прикладной математики. – М.: «Наукова Думка», 1970. – 800 с.
- 15) Вержбицкий В.М. Вычислительная и линейная алгебра. – М.: Высшая школа, 2009. – 351 с.
- 16) Вержбицкий В.М. Основы численных методов. М.: Высшая школа, 2002. 840 с.
- 17) Вержбицкий В.М. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения. – М.: ОНИКС 21 век, 2005. – 432 с.
- 18) Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. – СПб.: Лань, 2007. – 664 с.
- 19) Золотов А.Б., Акимов П.А., Сидоров В.Н., Мозгалева М.Л. Численные и аналитические методы расчета строительных конструкций. – М.: АСВ, 2009. – 336 с.
- 20) Ильин В.П., Карпов В.В., Масленников А.М. Численные методы решения задач строительной механики. – М.: Изд-во АСВ; С Пб.: СПбГАСУ, 2005. -425 с.
- 21) Самарский А.А. Введение в численные методы. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. - 288 с.
- 22) Формалёв В.Ф., Ревизников Д.Л. Численные методы. Изд. 2-ое, испр. доп. –М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. -400 с.

## ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

### РАЗДЕЛ I. «ПЕДАГОГИКА И ПСИХОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ»

1. Общество и образование. Современная педагогическая наука.
2. Целостный педагогический процесс в вузе.
3. Дидактическая система вуза.
4. Принципы обучения. Дидактические методы и средства.
5. Организационные формы обучения.
6. Типы обучения.
7. Учебно-исследовательская и научно-исследовательская работа студентов.
8. Интерактивные и активные методы обучения.
9. Активные методы обучения.
10. Проблемное обучение.
11. Компьютерное обучение дисциплине.
12. Модель проектного обучения дисциплине.
13. Содержание и методика самостоятельной работы студентов.
14. Педагогический контроль и оценка качества образования.
15. Методы диагностики знаний студентов.
16. Психолого-педагогическая характеристика воспитания в высшей школе.
17. Общая характеристика деятельности студентов.
18. Психология деятельности студенческого коллектива.
19. Общая характеристика деятельности преподавателя, её содержание и структура.
20. Управление учебно-воспитательным процессом в вузе.

### РАЗДЕЛ II. МЕТОДЫ ТЕОРИЙ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И НАДЁЖНОСТИ В РАСЧЁТАХ СООРУЖЕНИЙ

1. Детерминистический и стохастический подходы к постановке задач механики конструкций. Коэффициенты надёжности по нагрузке, надёжности по материалу и условий работы.

2. Нормальное распределение случайной величины. Плотность вероятности, функция распределения. Функция Лапласа. Доверительная вероятность. Доверительный интервал. “Правило трёх сигм”.

3. Совместное распределение вероятностей для нескольких случайных величин. Математические ожидания. Моменты второго и более порядков. Корреляционные моменты. Корреляционная матрица. Функция совместной плотности вероятности двух случайных величин.

4. Основные понятия корреляционной теории случайных функций. Случайная функция. Реализация случайной функции. Математическое ожидание и дисперсия случайной функции.

5. Центрированный случайный процесс. Корреляционная функция случайного процесса. Взаимная корреляционная функция двух случайных процессов.

6. Линейный оператор. Определение математического ожидания и корреляционной функции с помощью линейного оператора.

7. Стационарные случайные процессы. Их определение. Корреляционная функция и дисперсия стационарного случайного процесса.

8. Спектральная плотность случайного процесса. Связь между спектральной плотностью и корреляционной функцией. Косинус – преобразования Фурье. Формула Винера – Хинчина.

9. Постановка задачи надёжности и коэффициент запаса. Формула подсчета

случайной характеристики конструкции. Случайность величин, входящих в расчетные схемы и формулы. Условия непревышения предельного значения. Функция распределения расчетной случайной характеристики.

10. Надёжность конструкции как вероятность. Резерв прочности. Условие неразрушимости. Функция распределения резерва прочности. Характеристика безопасности. Коэффициент запаса. Коэффициент надёжности по нагрузке и по материалам.

11. Сочетания постоянных нагрузок. Дисперсия нагрузок (некоррелированные и коррелированные случаи нагрузок). Коэффициент интенсивности нагрузки. Коэффициент надёжности по нагрузке, выраженный через коэффициенты вариации (интенсивностей) нагрузок.

12. Основные понятия современной теории надёжности и долговечности сооружений. Качество, утрата качества. Определение надёжности системы. Отказ, примеры отказов. Показатель надёжности. Оценка надёжности в беллах (Болотин В.В.).

13. Вероятность безотказной работы на отрезке времени. Интенсивность отказов. Функция надёжности.

14. Основы общей теории надёжности механических систем. Необходимость учета фактора времени. Поведение конструкции как случайный процесс. Предельное состояние и случайный выброс из области допустимых состояний.

Исходное уравнение системы. Пространства входных и выходных параметров. Оператор системы. Траектория в пространстве состояний.

15. Выбросы случайного процесса за заданный уровень. Математическое ожидание положительных пересечений траекторией случайного процесса заданного уровня.

Эффективная частота процесса.

16. Пространство качества. Траектория в пространстве качества. Операторное соотношение между элементами пространства состояний и пространства качества

### РАЗДЕЛ III. ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

1. Кинематика периодических колебательных процессов. Периодические колебания. Период, частота, угловая частота. Гармонические колебания. Амплитуда, фаза, начальная фаза гармонических колебаний. Две формы представления гармонических колебаний действительными функциями. Комплексная форма представления гармонических колебаний. Полигармонические колебания. Ряд Фурье периодического процесса. Спектр частот. Амплитудный и фазовый спектры.

2. Уравнения движения. Уравнение Лагранжа II рода. Обобщенные координаты и обобщенная сила. Потенциальная и кинетическая энергии. Диссипативная функция Рэлея. Составление уравнений движения с помощью принципа Даламбера. Силы инерции, упругости, трения. Возмущающая сила.

3. Свободные колебания при отсутствии трения. Уравнение свободных колебаний. Начальные условия. Задача Коши, её решение. Частота свободных колебаний, угловая частота, амплитуда, период колебаний, начальная фаза.

4. Вынужденные колебания при отсутствии трения. Уравнение колебаний. Общее решение уравнения как сумма частного решения и общего решения порождающего однородного уравнения.

5. Гармоническое возбуждение колебаний. Уравнение движения и его решение в виде суммы свободных колебаний и стационарных колебаний. Динамический коэффициент. Амплитудно-частотная и амплитудно-фазовые характеристики. Явление резонанса. Кинематическое возбуждение колебаний. Амплитуда колебаний.

6. Свободные колебания с вязким сопротивлением. Уравнение движения. Характеристическое уравнение. Решение уравнения. Три случая величины трения. Лимитационное движение. Колебательные затухающие движения. Амплитуда и фаза колебаний. Период и частота колебаний при наличии трения. Декремент и логарифмический

декремент. Случай равных корней характеристического уравнения. Аперидическое движение.

7. Вынужденные колебания с вязким сопротивлением. Неоднородное уравнение колебаний. Определение коэффициента трения в уравнении колебаний. Действие импульса. Функция Грина. Выражение решения через функцию Грина. Гармоническое возмущение. Комплексная форма решения. Импеданс (динамическая жесткость). Передаточная функция.

8. Уравнения движения систем с конечным числом степеней свободы. Уравнение Лагранжа II рода. Кинетическая и потенциальная энергии. Инерционные коэффициенты и инерционная матрица. Матрица жёсткости. Примеры определения матриц.

9. Свободные колебания. Система уравнений колебаний в развернутой и матричной формах. Основной, прямой и обратный способы получения уравнений колебаний. Соответствующие формы записи уравнений.

Собственные частоты и собственные формы колебаний.

10. Вынужденные колебания. Уравнения вынужденных колебаний. Решение, соответствующее установившимся колебаниям; его определение. Резонансы, антирезонансы. Амплитудно-частотные характеристики.

11. Колебания систем с распределённой массой. Бесконечное число степеней свободы, частот и форм колебаний.

12. Колебания струны. Свободные колебания. Вывод дифференциального уравнения движения. Начально-краевая задача. Метод разделения переменных. Собственные частоты и формы. Вынужденные колебания. Передаточная функция. Резонансы. Кинематически возбуждаемые колебания.

13. Продольные колебания стержней. Свободные колебания. Различные граничные условия. Получение и решение частотного уравнения. Спектры собственных частот и форм. Вынужденные колебания. Кинематически возбуждаемые колебания. Продольные силы и напряжения в сечениях колеблющихся стержней.

14. Изгибные колебания стержней. Вывод дифференциального уравнения движения. Граничные условия. Свободные колебания, постановка задачи и её решение. Вынужденные колебания. Динамические и кинематические возмущения. Внутренние силы в поперечных сечениях. Графики амплитуд.

15. Изгибные колебания растянутых (сжатых) стержней. Вывод дифференциального уравнения движения. Свободные колебания. Получение и решение частотного уравнения. Зависимость собственных частот от продольной силы. Внутренние силы в поперечных сечениях.

### РАЗДЕЛ III. СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

1. Конечные разности. Получение более точных значений производных с помощью аппроксимирующих функций в виде алгебраических полиномов  $n$ -ой степени. Вывод разностных производных второго порядка методом последовательного численного дифференцирования.

2. Разностные производные произвольного порядка на сетке с постоянным шагом. Разностные производные чётного порядка. Разностный оператор нечетного порядка.

3. Приближённое интегрирование функций с помощью формул прямоугольников, трапеций и Симпсона.

4. Сетки и сеточные функции. Равномерная сетка на отрезке.

5. Разностная схема краевой задачи об изгибе струны и балки.

6. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом прогонки. Метод прогонки для систем уравнений с трехдиагональной матрицей коэффициентов. Расчёт отклонений струны методом конечных разностей

7. Расчёт балки постоянного сечения. Основное уравнение изгиб. Определение изгибающих моментов и прогибов простой балки с помощью системы дифференциальных уравнений второго порядка. Использование дифференциальных уравнений четвертого

порядка. Внеконтурные точки; их использование и неиспользование.

8. Расчёт балки переменного сечения. Определение изгибающих моментов и прогибов простой балки с помощью системы дифференциальных уравнений второго порядка. Использование дифференциальных уравнений четвёртого порядка. Внеконтурные точки; их использование и неиспользование.

9. Расчёт балки на упругом основании методом конечных разностей.

10. Определение прогибов мембран методом конечных разностей. Конечно-разностная схема. Применение метода итераций для решения системы алгебраических уравнений.

11. Расчет стержней постоянного сечения на устойчивость. Задача Эйлера. Решение проблемы собственных значений и функций численным методом в сочетании с графическим (визуализация) характеристического уравнения на экране монитора.

12. Решение проблемы собственных значений и функций стержней на гибких упругих опорах. Решение проблемы собственных значений и функций многопролётных стержней. Продольно-поперечный изгиб балок.

13. Изгибные поперечные колебания балок. Постановка краевой задачи. Математическая модель колебаний. Основное уравнения. Краевые условия.

14. Свободные колебания балки постоянного и переменного сечений. Дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами. Метод разделения переменных. Переход к конечно-разностной схеме. Характеристическое уравнение. Применение метода координатного спуска для определения коэффициента затухания колебаний и собственных частот. Использование графоаналитического способа. Модальный анализ свободных колебаний.

15. Задача о вынужденных колебаниях стержня (неоднородное уравнение, неоднородные краевые условия). Математическая модель колебаний. Основное уравнения. Краевые условия. Векторный процесс гармонических возбуждений. Переход к конечно-разностной схеме.

## 2.2. СТРУКТУРА БИЛЕТА ИТОГОВОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Тематика экзаменационных вопросов является комплексной и соответствует избранным разделам из различных учебных дисциплин, формирующих конкретные компетенции

Экзаменационный билет включает в себя три вопроса:

1. Вопрос из разделов дисциплины «Педагогика и психология высшей школы»
2. Вопрос из разделов дисциплин: «Методы теорий вероятностей и надёжности в расчётах сооружений», «Теория колебаний механических систем».
3. Вопрос из разделов дисциплины «Численные методы в механике конструкций»

Перед проведением итоговой аттестации должны быть организованы обзорные лекции-консультации по проблемам, выносимым на итоговый государственный экзамен.

Для контроля готовности выпускников к междисциплинарному экзамену кафедры может быть организовано предварительное тестирование с целью определения сформированных компетенция в соответствии с ФГОС. Результаты предварительного тестирования могут быть учтены в ходе обсуждения оценки за сдачу экзамена, если государственная аттестационная комиссия считает это объективно необходимым в связи с физическим и психологическим состоянием выпускника.

Для определения качества ответа выпускника на итоговом государственном экзамене и соответствия его оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» предлагаются следующие основные показатели:

- соответствие ответов программе аттестации, формулировкам проблем и вопросов;
- структура, последовательность и логика ответов;
- полнота и целостность, самостоятельность, соответствие нормам культуры речи ответов на вопросы;
- знание и учет источников;
- степень и уровень знания специальной литературы по проблеме;
- способность интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер;
- научная широта, системность и логика мышления;
- качество ответов на дополнительные вопросы.

## 2.3. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ИТОГОВОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Итоговый государственный экзамен принимает Государственная аттестационная комиссия (ГАК). К началу экзамена должны быть подготовлены:

- приказ о составе государственной экзаменационной комиссии;
- программа сдачи государственного экзамена;
- экзаменационные билеты в запечатанном конверте;
- сведения о выпускниках, сдающих экзамены, подготовленные на соответствующем факультете;
- зачетные книжки;
- список студентов, сдающих экзамен в соответствующий день;
- бланки протоколов сдачи экзамена;
- чистая бумага со штампом КБГУ;
- ведомость для оценки по 5-балльной шкале.

*Место проведения экзамена.* Экзамен проводится в специально подготовленной аудитории. В ней оборудованы места для экзаменационной комиссии, секретаря комиссии

и индивидуальные места студентам для подготовки ответов.

Комиссия создает на экзамене доброжелательную, деловую обстановку.

Экзамен проводится в устной форме. Студентам рекомендуется подготовить свои ответы по экзаменационному билету в письменной форме. Запись ответов производится на специальных проштампованных листах, выданных техническим секретарем экзаменационной комиссии. Письменные ответы даются в произвольной форме. Это может быть развернутый план ответов. Записи, сделанные при подготовке, позволяют студенту полно и логично раскрыть содержание вопросов, справиться с естественным волнением, чувствовать себя увереннее. В то же время записи не должны быть слишком подробные. В них трудно ориентироваться при ответах, есть опасность упустить главные положения, излишне детализировать несущественные аспекты вопроса, затянуть ответ. В конечном итоге это может привести к снижению уровня ответа.

***Процедура проведения экзамена состоит из трех этапов:***

1. Начало экзамена
2. Заслушивание ответов
3. Подведение итогов экзамена и их оглашение.

*1. Начало экзамена.*

Перед началом экзамена студенты – выпускники приглашаются в аудиторию. Председатель знакомит присутствующих с приказом о создании ГАК: зачитывает его и представляет состав ГАК персонально. Затем вскрывается конверт с экзаменационными билетами, проверяется их количество. Все экзаменационные билеты раскладываются на столе.

Рекомендуется напомнить выпускникам общие рекомендации по подготовке ответов, устному ответу по вопросам билета, а также по ответам на дополнительные вопросы.

В аудитории остаются пять - шесть выпускников, остальные покидают аудиторию. Студенты «тянут» (берут) билет, называют его номер и занимают индивидуальное место за столом для подготовки ответов.

*2. Заслушивание ответов.*

Аспирант, подготовившись, информирует секретаря о готовности и садятся за экзаменационный стол. Для ответа каждому аспиранту отводится примерно 30 минут. Возможны следующие варианты заслушивания ответов:

1) аспирант раскрывает содержание одного вопроса билета, и сразу ему предлагают ответить на уточняющие или дополнительные вопросы;

2) аспирант отвечает на все вопросы билета, а затем по ним могут быть заданы уточняющие, поясняющие, дополняющие вопросы. Как правило, дополнительные вопросы тесно связаны с основными вопросами билета.

Право выбора порядка ответа предоставляется отвечающему. Комиссия дает ему возможность дать полный ответ по всем вопросам.

После того, как заслушаны ответы всех аспирантов, государственная аттестационная комиссия под руководством Председателя проводит обсуждение ответов аспирантов и выставляет оценки по 5-балльной системе. По каждому аспиранту решение о выставленной оценке должно соответствовать мнению большинства членов ГАК. Члены комиссии имеют право на особое мнение в оценке ответа отдельных аспирантов. В этом случае оно должно быть мотивировано и записано в протокол.

Одновременно формулируется оценка уровня теоретических и практических знаний аспирантов, выделяются наиболее грамотные компетентные ответы.

Оценки по каждому аспиранту заносятся в протоколы и зачетные книжки, комиссия подписывает эти документы.

Пересдача экзамена на повышенную оценку запрещается.

Аспирант, не сдавший итоговый государственный экзамен, допускается к нему повторно. Срок повторной сдачи устанавливает ректор КБГУ по согласованию с

председателем ГАК в период очередной сессии ГАК. Аспирант, имеющий неудовлетворительную оценку по государственному экзамену, не допускается к следующему виду аттестационных испытаний – защите квалификационной работы.



## II. ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1. Защита выпускной квалификационной работы, выполненной на основе результатов научно-исследовательской работы и в период прохождения научно-исследовательской практики, представляет собой предварительную защиту подготовленной за время обучения в аспирантуре кандидатской диссертации.

2. Выпускная квалификационная работа представляет собой самостоятельную и логически завершённую научную работу, связанную с решением задач того вида или видов деятельности, к которым готовится аспирант. Тематика ВКР должна соответствовать паспорту специальности 05.23.17 – Строительная механика и может охватывать следующие области исследований:

- Общие принципы расчета сооружений и их элементов.
- Линейная и нелинейная механика конструкций и сооружений, разработка физико-математических моделей их расчета.
- Аналитические методы расчета сооружений и их элементов.
- Численные методы расчета сооружений и их элементов.
- Теория и методы оптимизации сооружений.
- Теория и методы расчета сооружений на надежность.
- Теория и методы расчета сооружений в экстремальных ситуациях (землетрясения, ураганы, взрывы и так далее);
- Исследование нагрузок на сооружения.
- Экспериментальные методы исследования сооружений и их элементов.

3. Защита происходит в форме научного доклада на совместном заседании выпускающей кафедры и Государственной комиссии. Работу рецензируют два сотрудника КБГУ, являющиеся специалистами по обсуждаемой научной теме, либо привлеченные оппоненты из других организаций.

4. Требования к кандидатской диссертации определены Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней». Во Введении должны быть определены актуальность, новизна, теоретическая и практическая значимость работы, выявлены предмет и объект исследования, сформулированы Положения, выносимые на защиту. Объем работы должен составлять 150-200 страниц. Работа должна быть снабжена библиографическим списком и необходимыми ссылками. Оформление выпускной квалификационной работы должно соответствовать принятым стандартам оформления научных исследований и дополнительным требованиям, устанавливаемым вузом (если они не противоречат стандартам).

5. При оценке выпускной квалификационной работы дополнительно должны быть учтены качество научного доклада, отражающего основные моменты выпускной квалификационной работы, и ответы выпускника на вопросы, заданные по теме его выпускной квалификационной работы.

6. Для определения качества выпускной квалификационной работы учитываются следующие основные показатели:

- соответствие темы исследования направленности подготовки 05.23.17 Строительная механика
- актуальность и практическая значимость исследования; достоверность и объективность полученных результатов, опора на релевантные источники, российскую и зарубежную библиографию;
- соответствие сформулированным целям и задачам; возможность использования результатов в профессиональной деятельности;
- профессиональная компетентность, умение систематизировать и обобщать факты и достижения в конкретной предметной области, самостоятельно ставить и решать новые

исследовательские задачи;

- критический анализ и оценка современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач;
- использование современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- структура работы и культура ее оформления, последовательность, логичность, завершенность изложения, наличие научно-справочного аппарата, стиль изложения.

7. Аспиранты, не защитившие или не представившие к защите диссертации, имеют право на повторную защиту в порядке, установленном в КБГУ.

Программа разработана в 2021г., одобрена на заседании ученого совета ИАСиД КБГУ протокол № 3 от 25.11.2021 года.