Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 09.10.2023 11:02:41
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ К.И. Лушин
30 августа 2022 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Строительная механика»

Направление подготовки
08.03.01 «Строительство»

Профиль
«Промышленное и гражданское строительство»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва – 2022

РАЗРАБОТАНО:
Профессор, к.т.н.  Доркин В.В.

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Промышленное и гражданское строительство», к.т.н.  А.Н. Зайцев

1 Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины «Строительная механика» является:

– формирование знаний о современных методах инженерного исследования конструкций зданий, сооружений и других объектов в вероятностной постановке, численных алгоритмах для анализа напряженно-деформированного состояния и прочности методами строительной механики с учетом статистического рассеивания влияющих факторов, освоение возможностей универсального программного обеспечения метода конечных элементов, ориентированных на решение стохастических задач;

- формирование знаний о методах обеспечения надежности строительных конструкций и других объектов, разработки и осуществления мероприятий по повышению надежности при проектировании, эксплуатации, капитальном ремонте зданий, сооружений и других объектов.

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по направлению 08.03.01. «Строительство».

1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплина «Строительная механика» являются:

- ознакомление студентов с методами и подходами к анализу напряженно-деформированного состояния и прочности конструкций зданий, сооружений и других объектов в вероятностной постановке, ознакомление студентов с современным программным обеспечением для расчета напряженно-деформированного состояния строительных конструкций и машин в вероятностной постановке.

- изучение общих вопросов надежности строительных конструкций и других объектов, методов оценки показателей надежности, изучение методов повышения надежности зданий, сооружений и машин при проектировании, эксплуатации, капитальном ремонте.

- знакомство с основами расчетного моделирования конструкций зданий, сооружений и других объектов с использованием одной из универсальных программ метода конечных элементов и одной из универсальных программ трехмерного автоматизированного проектирования.

2. Место дисциплины в структуре основных образовательных программ

Дисциплина «Строительная механика» относится к базовой части основной образовательной программы (ООП) по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

Предшествующими курсами, на которых базируется дисциплина «Строительная механика» являются:

- математика;
- теоретическая механика;
- сопротивление материалов;

- строительные материалы;

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать компетенциями	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	**Знать:** - методы решения прикладных задач профессиональной деятельности, фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление; - методы обработки расчетных и экспериментальных данных вероятностно-статистическими методами; **Уметь:** - выявлять и классифицировать физические, и химические и другие процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности; - применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности; - определять характеристики процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования; - представлять базовые для профессиональной сферы физических процессов (явлений) в виде математического(их) уравнения(й), обоснование граничных и начальных условий; **Владеть:** - методами решения инженерных задач с применением математического аппарата и прикладных программ расчета; - методами решения уравнений, описывающих основные физические процессы, с применением методов математического анализа - способами оценки адекватности результатов

		математического моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, т.е. **108** академических часа (из них 72 часов – самостоятельная работа студентов).

Дисциплина читается на третьем курсе в **пятом** семестре. Проводятся лекции – 18 часов, семинары и ПЗ – 18 часов. Форма контроля – в шестом семестре – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Строительная механика» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

Тема 1. Введение.

Обзор разделов дисциплины. Отличия детерминированного подхода к расчету на прочность, используемого в классических курсах сопротивления материалов и строительной механики, от вероятностного подхода, учитывающего реальные факторы случайного нагружения и случайный характер характеристик прочности. Сопоставление типичных расчетных моделей, видов нагружения, методов исследования НДС и критериев оценки прочности реальных конструкций зданий и сооружений с расчетными схемами, видами нагрузок, методами расчета НДС и критериями оценки прочности, изучаемыми студентами в курсах сопротивления материалов и строительной механики. Понятие надежности конструкции.

Современное программное обеспечение для решения задач строительной механики и прочности в стохастической постановке.

Демонстрация результатов выполненных в вероятностной постановке расчетных исследований конструкций.

Тема 2. Расчет многопролетных балок. Изгиб балок, лежащих на упругом основании. Понятие о краевом эффекте. Численные методы расчета балок на ЭВМ.

Многопролетные статически неопределимые балки. Метод сил для решения задачи многопролетных балок. Балки на упругом основании. Вывод уравнений изгиба балки на упругом основании. Краевые условия и условия стыковки участков. Изгиб балок постоянной жесткости. Построение частных решений уравнений прогиба. Метод расчета "длинных" балок. Понятие о краевом эффекте. Расчет балок переменной жесткости на упругом основании.

Тема 3. Расчет стержневых систем методом перемещений. Метод конечных элементов применительно к стержневым и балочным системам.

Метод перемещений. Основные идеи метода перемещений на примере расчета стержневых систем, работающих на растяжение-сжатие. Матрицы жесткости и податливости. Локальные и глобальные координаты. Формулы преобразования векторов и матриц. Расчет плоских рам методом перемещений. Матрица жесткости стержня при совместном учете деформаций изгиба и растяжения. Матрица жесткости и вектор узловых сил пространственного стержневого элемента. Основные положения МКЭ в форме метода перемещений. Расчет пространственных стержневых систем методом конечных элементов на ЭВМ. Балочный конечный элемент.

Тема 4. Вариационные методы механики конструкций. Принцип минимума потенциальной энергии. Принцип возможных перемещений. Метод Ритца, метод Бубнова-Галеркина.

Элементы вариационного исчисления. Вариационная формулировка метода перемещений. Энергия деформации. Потенциал внешних сил. Потенциальная энергия системы. Принцип возможных перемещений. Вариационные принципы Кастилиано и Хелингера-Рейсснера. Метод Ритца. Метод Бубнова-Галеркина. Уравнение равновесия упругого тела. Соотношения метода конечных элементов на основе вариационного подхода.

Тема 5. Сведения из теории вероятностей и математической статистики.

Понятие случайной величины. Распределение одномерной случайной величины. Плотность вероятностей распределения. Медиана, мода распределения. Квантиль. Характеристики случайной величины (среднее значение, средний квадрат, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации). Виды распределений (дискретное, равномерное, экспоненциальное, Релея, нормальное (Гауссово), логарифмически нормальное, Вейбулла). Центральная предельная теорема теории вероятностей. Многомерные случайные величины. Обзор методов математической статистики. Оценивание параметров случайной величины. Понятие выборочных значений. Распределения выборочных значений. Построение доверительных интервалов Проверка гипотез. Критерии проверки гипотез

Тема 6. Сведения из статистической динамики.

Детерминированные и случайные процессы. Классификация детерминированных процессов - периодические (гармонические, полигармонические /непериодические (почти периодические, переходные). Примеры процессов (гармонический процесс, узкополосный случайный процесс, широкополосный случайный шум). Классификация случайных процессов - стационарные (эргодические, неэргодические)/нестационарные. Основные характеристики стационарных случайных процессов (средние значения, средние квадраты, плотности вероятностей, ковариационные функции, функции спектральной плотности). Совместные статистические характеристики

нескольких процессов (совместные плотности вероятностей, взаимные ковариационные функции, взаимные спектральные плотности, частотные характеристики, функции когерентности). Линейные системы – основные динамические характеристики (собственные частоты и формы колебаний, импульсные переходные функции, передаточные функции). Реакция на произвольное воздействие (интеграл свертки). Корреляционные и спектральные соотношения для динамической системы с одним входом и одним выходом.

Тема 7. Основы общей теории оболочек.

Гипотезы Кирхгоффа-Лява. Деформации и изменения кривизны срединной поверхности оболочки. Варианты конечных и малых деформаций, малых перемещений. Условия совместности деформаций. Деформации эквидистантной поверхности. Напряженное состояние оболочки. Внутренние силы и моменты. Уравнения равновесия элемента оболочки. Соотношения упругости в теории оболочек. Энергия упругой деформации оболочки. Функционал Лагранжа. Понятие о вариационном выводе уравнений равновесия. Граничные условия в общей теории оболочек. Статико-геометрическая аналогия. Анализ структуры уравнений теории тонких оболочек. Возможности построения приближенных теорий. Частные случаи общей теории оболочек. Теории расчета многослойных пластин и оболочек. Учет деформаций поперечного сдвига. Расчет трехслойных пластин.

Понятие о расчетах оболочек в геометрически нелинейной постановке

Тема 8. Обзор нормативных документов, регламентирующих надежность строительных конструкций и других технических объектов. Основные понятия, термины и их определения в теории надежности.

Обзор содержания документов ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения», ГОСТ 27.002.-2015 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения».

Тема 9. Показатели надежности технических объектов

Определение термина «надежность». Свойства, характеризующие безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость. Состояния объекта - исправное/неисправное, работоспособное/неработоспособное, предельное. Понятия: дефект, отказ, повреждение. Понятия: ремонт, техническое обслуживание. Классификация отказов. Понятия: наработка, срок службы, ресурс (технический ресурс). Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, средняя наработка на отказ.

Показатели долговечности: средний ресурс, гамма-процентный ресурс, Средний срок службы, гамма-процентный срок службы, назначенный срок службы.

Показатели ремонтопригодности: среднее время восстановление работоспособного состояния, вероятность восстановления работоспособного состояния.

Показатели сохраняемости: средний срок сохраняемости, гамма-процентный срок сохраняемости.

Комплексные показатели надежности: коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования, коэффициент планируемого применения, коэффициент сохранения эффективности.

Тема 10. Формулировка задач строительной механики в вероятностной постановке.

Метод перемещений. Основные идеи метода перемещений на примере расчета стержневых систем, работающих на растяжение-сжатие. Вариационная формулировка метода перемещений. Энергия деформации. Потенциал внешних сил. Потенциальная энергия системы. Принцип возможных перемещений. Обобщение принципа возможных перемещений для решения динамических задач. Матрицы жесткости, масс стержня, балки. Общая теория изгиба пластин. Вариационные и численные методы расчета пластин. Гипотезы технической теории изгиба пластин. Уравнение изгиба пластин. Граничные условия. Матрицы жесткости, масс прямоугольной пластины.

Тема 11. Конечно-элементные формулировки решения задач строительной механики в вероятностной постановке.

Использование вариационных принципов механики для вывода основных соотношений метода конечных элементов применительно к задачам статистической динамики конструкций. Матрицы жесткости, масс, демпфирования конечного элемента, конечно-элементной модели. Структура и свойства матриц системы уравнений МКЭ. Типы конечных элементов, используемые при решении задач динамики. Вывод соотношений для матриц жесткости, масс и демпфирования для конечных элементов. Алгоритмы расчета собственных частот и форм колебаний, импульсных переходных функций, передаточных функций, функций спектральных плотностей, ковариационных функций, взаимных корреляционных функций. Силовое и кинематическое возбуждение. Прямые методы расчета и методы расчета с разложением по собственным тонам колебаний. Повышение сходимости разложения по собственным формам колебаний.

Тема 12. Оценка вероятности безотказной работы и коэффициента запаса прочности в статистической постановке.

Понятия: вероятность отказа, вероятность безотказной работы, интенсивность отказов. Интенсивность отказов в различные периоды эксплуатации (период приработки, период нормальной эксплуатации, период износовых отказов). Статистические распределения для описания случайных событий отказов в различные периоды эксплуатации.

Критерии статической прочности. Вероятность безотказной работы по критерию статической прочности. Коэффициент запаса прочности в статистическом аспекте, его связь с коэффициентом запаса прочности в традиционном детерминированном подходе, вероятностью неразрушения, параметрами распределений нагрузки, прочностных характеристик.

Усталостная прочность металлоконструкций. Оценка долговечности по критерию усталостной прочности.

Изнашивание и износ конструкций. Классификация процессов изнашивания. Методы определения величины износа. Определение предельного и допустимого износа деталей.

Тема 13. Сбор и обработка информации о надежности. Методы прогнозирования надежности. Нормирование надежности.

Использование информации об отказах для оценки ресурса и бозотказности работы. Использование информации об износах и изменении параметров технического состояния для оценки их надежности. Планирование испытаний. Выбор количества изделий для испытаний для получения информации о показателях надежности с заданной достоверностью. Нормирование показателей надежности.

Тема 14. Методы повышения надежности зданий и сооружений и других технических объектов на стадии проектирования

Правила конструирования, обеспечивающие повышение надежности конструкций зданий и сооружений. Правила конструирования, обеспечивающие повышение надежности конструкций машин.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Строительная механика» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению практических занятий в компьютерных лабораториях вуза;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

– проведение мастер-классов экспертов и специалистов в области численных методов и нелинейной механики.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению расчетных модельных задач на практических занятиях и их защита.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.
В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-1	Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-1 – Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**

Знать: - методы решения прикладных задач профессиональной деятельности, фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление; - методы обработки расчетных и экспериментальных данных вероятностно-статистическими методами;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие теоретических знаний в области основных закономерностей, вероятностные свойства воздействий на строительные конструкции, принципы обеспечения надежности зданий и сооружений в условиях наличия факторов, имеющих случайный характер.	Обучающийся демонстрирует неполные теоретические знания в области основных закономерностей, вероятностные свойства воздействий на строительные конструкции, принципы обеспечения надежности зданий и сооружений в условиях наличия факторов, имеющих случайный характер. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичные теоретические знания в области основных закономерностей, вероятностные свойства воздействий на строительные конструкции, принципы обеспечения надежности зданий и сооружений в условиях наличия факторов, имеющих случайный характер, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полные теоретические знания в области основных закономерностей, вероятностные свойства воздействий на строительные конструкции, принципы обеспечения надежности зданий и сооружений в условиях наличия факторов, имеющих случайный характер, свободно оперирует приобре-тенными знаниями.
Уметь: - выявлять и классифицировать физические, и химические и другие процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности; - применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности; - определять характеристики процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментальн ого) исследования; - представлять базовые для профессиональной	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: учитывать при решении задач строительной механики вероятностный характер условий нагружения, свойств, определяющих прочность материалов и конструкций зданий и сооружений.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: учитывать при решении задач строительной механики вероятностный характер условий нагружения, свойств, определяющих прочность материалов и конструкций зданий и сооружений. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: учитывать при решении задач строительной механики вероятностный характер условий нагружения, свойств, определяющих прочность материалов и конструкций зданий и сооружений. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: учитывать при решении задач строительной механики вероятностный характер условий нагружения, свойств, определяющих прочность материалов и конструкций зданий и сооружений. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

сферы физических процессов (явлений) в виде математического(их) уравнения(й), обоснование граничных и начальных условий;				
Владеть: - методами решения инженерных задач с применением математического аппарата и прикладных программ расчета; - методами решения уравнений, описывающих основные физические процессы, с применением методов математического анализа - способами оценки адекватности результатов математического моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками использования методов теории вероятности, математической статистики, теории надежности для решения задач строительной механики в вероятностной постановке.	Обучающийся не в полной мере владеет навыками использования методов теории вероятности, математической статистики, теории надежности для решения задач строительной механики в вероятностной постановке. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками использования методов теории вероятности, математической статистики, теории надежности для решения задач строительной механики в вероятностной постановке. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками использования методов теории вероятности, математической статистики, теории надежности для решения задач строительной механики в вероятностной постановке. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Строительная механика».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Болотин В.В. Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. – М.: Стройиздат, 1971. – 256 с.

б) дополнительная литература:

2. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.
3. ГОСТ 27.002.-2015 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
4. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. – М. Мир, 1989. – 540 с.
5. Проников А.С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978. - 592 с.
6. Когаев В.П. Оценка надежности деталей машин. – М.: Машиностроение, 1974. - 56 с.
7. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. – М.: Мир, 1980. - 608 с.
8. Агапов В.П., Гаврюшин С.С., Карунин А.Л., Крамский Н.А. – Строительная механика автомобиля и трактора. М.: Изд-во МГТУ "МАМИ", 2002 - 400с.
9. Васидзу К. – Вариационные методы в теории упругости и пластичности. – М.: Мир, 1987. – 542 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение:

- универсальная программа метода конечных элементов, применяемая на предприятиях строительной отрасли;
- универсальная программа 3-D проектирования, применяемая на предприятиях строительной отрасли;
- офисное программное обеспечение.

Интернет-ресурсы не предусмотрены.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

- Специализированная учебная лаборатория кафедры «Промышленное и гражданское строительство», оснащенная компьютерами с установленным необходимым программным обеспечением;
- Проекторы, экраны для демонстрации обучающих материалов, презентаций, учебных фильмов.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

1. Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

2. Углубление и расширение теоретической подготовки;
3. Формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
4. Развитие познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
5. Использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

На основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных терминов, положений и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения разделов дисциплины. Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

9.1 Методические указания по выполнению и оформлению выполненных практических заданий по дисциплине «Строительная механика»

9.1.1 Требования к оформлению выполненных практических заданий

- Выполненное практическое задание должно быть оформлено на листах формата А4 со следующими полями:
  - Левое - 25 мм.
  - Верхнее - 15 мм.
  - Правое - 15 мм.
  - Нижнее - 15 мм.
- Выполненное практическое задание должно иметь титульный лист. Пример оформления титульного листа показан в приложении.
- Выполненное практическое задание должно содержать следующие разделы:
  - Содержание.
  - Введение.
  - Основная часть.
  - Заключение.
  - Список использованной литературы.
  - Приложения (не являются обязательной частью отчета).
- Страницы отчета должны быть пронумерованы. Нумерация начинается со второй страницы. На титульном листе номер странице не проставляется.
- В основной части находятся все пронумерованные главы, параграфы и подпараграфы.

Нумерация параграфов и подпараграфов производятся следующим образом:

- Первая цифра обозначает номер главы.
- Вторая цифра - порядковый номер параграфа.
- Третья цифра - порядковый номер подпараграфа.

Например, параграф 2 и подпараграф 5 параграфа 2 главы 3:

- **III Описание расчетной схемы**
- **3.2 Граничные условия**
- **3.2.5 Граничные условия по перемещениям**

Нумерация рисунков производится следующим образом:

- Первая цифра обозначает номер главы.
- Вторая цифра - порядковый номер рисунка в главе.

Например, рисунок в главе 3, имеющий порядковый номер 11:

- Рис. 3.11. Диалоговое окно ввода исходных данных

Точка в конце названия главы, параграфа, подпараграфа и рисунка не ставится.

Название главы пишется заглавными полужирными буквами. Названия параграфов и подпараграфов пишутся строчными полужирными буквами, за исключением первой буквы, заглавной. Подпараграфы могут быть выделены курсивом.

- Нумерация использованной литературы производится либо в алфавитном порядке, либо по мере ссылок на нее в тексте курсовой работы.

Примеры оформления литературы.

Книги:

- Бидерман В.Л. – Теория механических колебаний. – М.: Высш. школа, 1980. – 408 с.
- Bathe K.J. – Finite Element Procedures. Prentice Hall, 1996. - 1037 p.

Журналы:

- Борисов Ю.С., Благовещенский Ю.Н., Дмитриченко С.С., Панкратов Н.М. Анализ применимости уравнений и исследование формы кривой усталости // Заводская лаборатория. Диагностика материалов, №10, 2000. С. 41-52.
- Bator J.L., Bathe K.J., Ho L.W. A study of three-node triangular plate bending elements // Int. J. Numer. Meth. Engng, v.15, 1980. P. 1771 – 1812.

9.1.2 Требования к содержанию разделов практического задания

1. В **содержании** должны быть представлены названия всех глав, параграфов и подпараграфов с указанием номеров начальных страниц.

2. Во **введении** обосновывается актуальность и ставится цель работы, перечисляются решаемые задачи и дается краткое содержание всех глав. Для курсового проекта, содержащего конкретные задачи, дается постановка задач.
   Теоретическая работа может носить описательный или методический характер.

3. В **основной части** подробно описывается последовательность решения задачи.
   Примерный план основной части

   - Постановка задачи. Сведения об объекте исследования и области строительства.
   - Теоретические основы решения задачи, используемые алгоритмы.
   - Описание программного обеспечения
   - Исходные данные, описание расчетной схемы.
   - Характеристики модели МКЭ. Количество элементов, узлов, степеней свободы.
   - Описание типов конечных элементов.
   - Информация об условиях закрепления и нагружения.
   - Последовательность формирования модели средствами программы МКЭ, особенности подготовки модели.
   - Информация о процессе решения задачи.
   - Сведения о компьютере, характеристиках программы МКЭ (название, версия, возможности), необходимых вычислительных ресурсах, времени решения.
   - Анализ результатов расчетов.

4. В **заключении** дается краткая оценка и основные выводы выполненной работы.

5. В **приложение** выносится информационный материал, не требующий детального рассмотрения в основной части (например, таблицы, графики, рисунки, листинги программ и т.п.)

9.1.3 Требования к выполнению практических заданий

1. Практическое задание должно быть оформлено согласно требованиям указанным выше.
2. Содержание практического задания должно соответствовать перечисленным выше требованиям.
3. Практическое задание должно быть сдано за две недели до окончания семестра.

10.Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить

примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару . Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме письменного экзамена с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных билетах. В билет вносится два теоретических и один практический вопрос из различных разделов дисциплины для более полной проверки знаний студентов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий зачет лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **08.03.01. Строительство** (Промышленное и гражданское строительство).

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Строительная механика» по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (Промышленное и гражданское строительство) (бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Пятый семестр														
1.1	***Тема 1. Введение***	**6**	1	2	2		4								
1.2	***Тема2. Расчет многопролетных балок. Изгиб балок, лежащих на упругом основании. Понятие о краевом эффекте. Численные методы расчета балок на ЭВМ.***	**6**	2-3	2	2		4								
1.3	**Тема3.** ***Расчет стержневых систем методом перемещений. Метод конечныхэлементов применительно к стержневым и балочным системам.***	**6**	3-5	2	2		4								
1.4	***Тема4.Вариационные методы механики конструкций. Принцип минимума потенциальной энергии. Принцип возможных перемещений. Метод Ритца, метод Бубнова-Галеркина.***	**6**	6-9	2	2		4								

1.5	***Тема 5. Сведения из теории вероятностей и математической статистики.***	**6**	10-12	2	2		4								
1.6	***Тема 6. Сведения из статистической динамики..***	**6**	14-15	2	2		4								
1.7	***Тема 7. Основы общей теории оболочек.***	**6**	16-18	2	2		4								
1.8	***Тема 8. Обзор нормативных документов, регламентирующих надежность строительных конструкций и других технических объектов. Основные понятия, термины и их определения в теории надежности.***	**6**	1-3	2	2		4								
1.9	***Тема 9. Показатели надежности технических объектов.***	**6**	4-6	2	2		4								
1.10	***Тема 10. Формулировка задач строительной механики в вероятностной постановке.***	**6**	7-8	4	4		8								
1.11	***Тема 11. Конечно-элементные формулировки решения задач строительной механики в вероятностной постановке.***	**6**	9-11	4	4		8								
1.12	***Тема 12. Оценка вероятности безотказной работы и коэффициента запаса прочности в статистической постановке.***	**6**	12-13	4	4		8								
1.13	***Тема 13. Сбор и обработка информации о надежности. Методы прогнозирования надежности. Нормирование надежности.***	**6**	14-16	4	4		8								
1.14	***Тема 14. Методы повышения надежности зданий и сооружений и других технических объектов на стадии проектирования***	**6**	17-18	2	2		4								
	Всего часов по дисциплине в			18	18		36		+					**3**	

	шестом семестре														

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Кафедра: ***Промышленное и гражданское строительство***

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Строительная механика»

Направление подготовки
08.03.01 Строительство

Профиль подготовки
Промышленное и гражданское строительство
Форма обучения: очная

Москва, 2022

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Строительная механика					
ФГОС ВО					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оце-ночного средства**	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
ОПК-1	Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	**Знать:** - методы решения прикладных задач профессиональной деятельности, фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление; - методы обработки расчетных и экспериментальных данных вероятностно-статистическими методами; **Уметь:** - выявлять и классифицировать физические, и химические и другие процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности; - применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности; - определять характеристики процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе	Самостоятельная работа, лекции, практические занятия	УО, ДИ, К, К/Р, Т, Р Т	**Базовый уровень** - способен *выполнять решение задач строительной механики вероятностный характер условий нагружения, свойств, определяющих прочность материалов и конструкций зданий и сооружений.* Воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень** - способен *самостоятельно выполнять решение задач строительной механики вероятностный характер условий нагружения, свойств, определяющих прочность материалов и конструкций зданий и сооружений* Практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом

		теоретического (экспериментального) исследования; - представлять базовые для профессиональной сферы физических процессов (явлений) в виде математического(их) уравнения(й), обоснование граничных и начальных условий; **Владеть:** - методами решения инженерных задач с применением математического аппарата и прикладных программ расчета; - методами решения уравнений, описывающих основные физические процессы, с применением методов математического анализа - способами оценки адекватности результатов математического моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности			

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине
«Строительная механика»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
12	**Устный опрос собеседование, (УО)**	**Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме**	**Вопросы по темам/разделам дисциплины**

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ПО ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ЗАЧЁТА

«Строительная механика»

1. Отличия детерминированного подхода к расчету на прочность, используемого в классических курсах сопротивления материалов и строительной механики, от вероятностного подхода, учитывающего реальные факторы случайного нагружения и случайный характер характеристик прочности.
2. Сопоставление типичных расчетных моделей, видов нагружения, методов исследования НДС и критериев оценки прочности реальных конструкций зданий и сооружений с расчетными схемами, видами нагрузок, методами расчета НДС и критериями оценки прочности, изучаемыми студентами в курсах сопротивления материалов и строительной механики.
3. Понятие надежности конструкции.
4. Понятие случайной величины. Распределение одномерной случайной величины. Плотность вероятностей распределения. Медиана, мода распределения. Квантиль.
5. Характеристики случайной величины (среднее значение, средний квадрат, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации).
6. Дискретное распределение случайной величины.
7. Равномерное распределение случайной величины
8. Экспоненциальное распределение случайной величины
9. Распределение Релея случайной величины
10. Нормальное распределение (Гауссово) случайной величины
11. Логарифмически нормальное распределение случайной величины
12. Распределение Вейбулла случайной величины
13. Центральная предельная теорема теории вероятностей.
14. Многомерные случайные величины.
15. Оценивание параметров случайной величины.
16. Понятие выборочных значений случайной величины.
17. Распределения выборочных значений случайной величины. Построение доверительных интервалов.
18. Детерминированные и случайные процессы.
19. Классификация детерминированных процессов - периодические (гармонические, полигармонические /непериодические (почти периодические, переходные).
20. Примеры процессов (гармонический процесс, узкополосный случайный процесс, широкополосный случайный шум).
21. Классификация случайных процессов - стационарные (эргодические, неэргодические)/нестационарные.
22. Основные характеристики стационарных случайных процессов (средние значения, средние квадраты, плотности вероятностей, ковариационные функции, функции спектральной плотности).
23. Совместные статистические характеристики нескольких процессов (совместные плотности вероятностей, взаимные ковариационные функции, взаимные спектральные плотности, частотные характеристики, функции когерентности).
24. Линейные системы – основные динамические характеристики (собственные частоты и формы колебаний, импульсные переходные функции, передаточные функции).

25. Реакция на произвольное воздействие (интеграл свертки). Корреляционные и спектральные соотношения для динамической системы с одним входом и одним выходом.
26. Определение термина «надежность».
27. Свойства, характеризующие безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость.
28. Состояния объекта - исправное/неисправное, работоспособное/неработоспособное, предельное.
29. Понятия: дефект, отказ, повреждение.
30. Понятия: ремонт, техническое обслуживание.
31. Классификация отказов.
32. Понятия: наработка, срок службы, ресурс (технический ресурс).
33. Показатель безотказности: вероятность безотказной работы.
34. Показатель безотказности: средняя наработка до отказа.
35. Показатель безотказности: средняя наработка на отказ.
36. Показатель долговечности: средний ресурс.
37. Показатель долговечности: гамма-процентный ресурс.
38. Показатель долговечности: средний срок службы.
39. Показатель долговечности: гамма-процентный срок службы.
40. Показатель долговечности: назначенный срок службы.
41. Комплексный показатель надежности: коэффициент готовности.
42. Комплексный показатель надежности: коэффициент оперативной готовности.
43. Комплексный показатель надежности: коэффициент технического использования.
44. Комплексный показатель надежности: коэффициент планируемого применения.
45. Комплексный показатель надежности: коэффициент сохранения эффективности.
46. Метод перемещений на примере расчета стержневых систем, работающих на растяжение-сжатие.
47. Энергия деформации. Потенциал внешних сил. Потенциальная энергия системы.
48. Принцип возможных перемещений.
49. Обобщение принципа возможных перемещений для решения динамических задач. Матрицы жесткости, масс.
50. Общая теория изгиба пластин.
51. Гипотезы технической теории изгиба пластин.
52. Уравнение изгиба пластин. Граничные условия.
53. Использование вариационных принципов механики для вывода основных соотношений метода конечных элементов применительно к задачам статистической динамики конструкций.
54. Матрицы жесткости, масс, демпфирования конечного элемента, конечно-элементной модели.
55. Структура и свойства матриц системы уравнений МКЭ.
56. Типы конечных элементов, используемые при решении задач динамики.
57. Вывод соотношений для матриц жесткости, масс и демпфирования для конечных элементов.
58. Обзор алгоритмов расчета собственных частот и форм колебаний.
59. Импульсные переходные функции динамической системы.
60. Передаточные функции динамической системы.
61. Функции спектральных плотностей динамической системы.
62. Ковариационные функции динамической системы
63. Силовое и кинематическое возбуждение динамической системы.
64. Прямые методы расчета динамической системы и методы расчета с разложением по собственным тонам колебаний.
65. Понятия: вероятность отказа, вероятность безотказной работы.

66. Понятие: интенсивность отказов. Интенсивность отказов в различные периоды эксплуатации (период приработки, период нормальной эксплуатации, период износовых отказов).
67. Статистическое распределение для описания случайных событий отказов в различные период нормальной эксплдуатации.
68. Статистическое распределение для описания случайных событий отказов в различные период износовых отказов.
69. Вероятность безотказной работы по критерию статической прочности.
70. Коэффициент запаса прочности в статистическом аспекте, его связь с коэффициентом запаса прочности в традиционном детерминированном подходе, вероятностью неразрушения, параметрами распределений нагрузки, прочностных характеристик.
71. Усталостная прочность металлоконструкций. Оценка долговечности по критерию усталостной прочности.
72. Изнашивание и износ конструкций. Классификация процессов изнашивания. Методы определения величины износа. Определение предельного и допустимого износа деталей.
73. Правила конструирования, обеспечивающие повышение надежности конструкций зданий и сооружений.
74. Правила конструирования, обеспечивающие повышение надежности конструкций машин.