Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 24.05.2024 14:33:14
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ К.И. Лушин
15 февраля 2024 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Специальность
08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Специализация
Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений

Квалификация
Инженер-строитель

Формы обучения
Очная

Москва, 2024 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство», к.т.н., доцент



/ С.К. Матюгин /
И.О. Фамилия

Согласовано:
Согласовано:
Руководитель образовательной программы Заведующий кафедрой «Промышленное и гражданское строительство», к.т.н.



/И.С. Пуляев/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 8
3. Структура и содержание дисциплины 9
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 9
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины 9
   - 3.3. Содержание дисциплины 10
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 13
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 15
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 15
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы 15
   - 4.2. Основная литература 111
   - 4.3. Дополнительная литература 111
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы 111
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 112
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 112
5. Материально-техническое обеспечение 112
6. Методические рекомендации 112
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 112
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 113
7. Фонд оценочных средств 114
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 114
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 114
   - 7.3. Оценочные средства 20

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

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 – инженер.

Задачами дисциплины «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.

Обучение по дисциплине «Строительная механика» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК – 3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИОПК-3.1. Использует основные законы естественнонаучных дисциплин, методы алгебры и математического анализа, дифференциального и интегрального исчисления, численных методов; физические явления и законы механики, термодинамики, электричества магнетизма, оптики. ИОПК-3.2 Выполняет анализ и моделирование, теоретические и экспериментальные исследования при решении профессиональных задач с использованием физико-математического аппарата. ИОПК-3.3. Применяет методы выявления проблем в электроэнергетической отрасли с использованием навыков аналитического и экспериментального исследования основных физических законов и технологических процессов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина логически взаимосвязана со следующими с обеспечивающими и последующими дисциплинами и практиками:

– Сопротивление материалов;
– Линейна алгебра;
– Математический анализ;
– Физика.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет __3_ зачетных(е) единиц(ы) (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			5	
1	**Аудиторные занятия**	**54**	**54**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	18	18	
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	
1.3	Лабораторные занятия	18	18	
2	**Самостоятельная работа**	**54**	**54**	
	В том числе:			
2.1	Доклад, сообщение			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачёт**	**зачёт**	
	Итого	**108**	**108**	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Введение	10	2				8
1.1	Тема2. Расчет многопролетных балок. Изгиб балок, лежащих на упругом основании. Понятие о краевом эффекте. Численные методы расчета балок на ЭВМ.	8	2	2			4

1.2	Тема3. Расчет стержневых систем методом перемещений. Метод конечныхэлементов применительно к стержневым и балочным системам.	6	2		2		2
1.3	Тема4.Вариационные методы механики конструкций. Принцип минимума потенциальной энергии. Принцип возможных перемещений. Метод Ритца, метод Бубнова-Галеркина.	6	2		2		2
1.4	Тема 5. Сведения из теории вероятностей и математической статистики.	12	2	2			8
1.5	Тема 6. Сведения из статистической динамики..	6		2	2		2
1.6	Тема 7. Основы общей теории оболочек.	6	2		2		2
	Тема 8. Обзор нормативных документов, регламентирующих надежность строительных конструкций и других технических объектов. Основные понятия, термины и их определения в теории надежности.	6	2		2		2
	Тема 9. Показатели надежности технических объектов.	6		2	2		2
	Тема 10. Формулировка задач строительной механики в вероятностной постановке.	12	2	2			8
	Тема 11. Конечно-элементные формулировки решения задач строительной механики в вероятностной постановке.	6		2	2		2
	Тема 12. Оценка вероятности безотказной работы и коэффициента запаса прочности в статистической постановке.	6		2	2		2
	Тема 13. Сбор и обработка информации о надежности. Методы прогнозирования надежности. Нормирование надежности.	8	2	2	2		2
	Тема 14. Методы повышения надежности зданий и сооружений и других технических объектов на стадии проектирования	10		2			8
	Всего	**108**	**18**	**18**	**18**		**54**

3.3 Содержание дисциплины

5 семестр

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.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

5 семестр

Практическая работа 1. Расчет многопролетных балок. Изгиб балок, лежащих на упругом основании. Понятие о краевом эффекте. Численные методы расчета балок на ЭВМ.

Практическая работа 2. Сведения из теории вероятностей и математической статистики.

Практическая работа 3. Сведения из статистической динамики..

Практическая работа 4. Показатели надежности технических объектов.

Практическая работа 5. Формулировка задач строительной механики в вероятностной постановке.

Практическая работа 6. Конечно-элементные формулировки решения задач строительной механики в вероятностной постановке.

Практическая работа 7. Оценка вероятности безотказной работы и коэффициента запаса прочности в статистической постановке.

Практическая работа 8. Сбор и обработка информации о надежности. Методы прогнозирования надежности. Нормирование надежности.

Практическая работа 9. Методы повышения надежности зданий и сооружений и других технических объектов на стадии проектирования

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторная работа 1. Расчет многопролетных балок. Изгиб балок, лежащих на упругом основании. Понятие о краевом эффекте. Численные методы расчета балок на ЭВМ.

Лабораторная работа 2. Сведения из теории вероятностей и математической статистики.

Лабораторная работа 3. Сведения из статистической динамики..

Лабораторная работа 4. Показатели надежности технических объектов.

Лабораторная работа 5. Формулировка задач строительной механики в вероятностной постановке.

Лабораторная работа 6. Конечно-элементные формулировки решения задач строительной механики в вероятностной постановке.

Лабораторная работа 7. Оценка вероятности безотказной работы и коэффициента запаса прочности в статистической постановке.

Лабораторная работа 8. Сбор и обработка информации о надежности. Методы прогнозирования надежности. Нормирование надежности.

Лабораторная работа 9. Методы повышения надежности зданий и сооружений и других технических объектов на стадии проектирования

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены.

4.2 Основная литература

Болотин В.В. Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. – М.: Стройиздат, 2021. – 256 с.

4.3 Дополнительная литература

ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.

ГОСТ 27.002.-2015 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. – М. Мир, 1989. – 540 с.

Проников А.С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978. - 592 с.

Когаев В.П. Оценка надежности деталей машин. – М.: Машиностроение, 1974. - 56 с.

Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. – М.: Мир, 1980. - 608 с.

Агапов В.П., Гаврюшин С.С., Карунин А.Л., Крамский Н.А. – Строительная механика автомобиля и трактора. М.: Изд-во МГТУ "МАМИ", 2002 - 400с.

Васидзу К. – Вариационные методы в теории упругости и пластичности. – М.: Мир, 1987. – 542 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрены

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

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.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2404, АВ2415 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2406, АВ1101 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить

техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

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

- индивидуальный опрос;
- презентация и выступления на семинарах;
- проверка результатов письменного и графического выполнения практических и лабораторных занятий;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям;
- зачет и экзамен по дисциплине.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся проводится в форме зачёта и экзамена 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 методом экспертной оценки.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения в форме зачета и экзамена представлена в следующих таблицах**:**

Оценка по зачету

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует удовлетворительные знания, умения и навыки по дисциплине, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях, рассмотренных в учебном процессе и аналогичных им. 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 недостаточные знания, умения и навыки по дисциплине. Им 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.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в результате оценки работы студентов установленной при индивидуальном опросе; проверки результатов письменного и графического выполнения ими практических занятий; подготовки, представлении и обсуждении презентаций на практических занятиях и фиксировании ее в рабочий журнал преподавателя.

7.3.2. Промежуточная аттестация

По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка:
- на зачете «зачтено» или «не зачтено»;

.

Вопросы **к зачету** по дисциплине
«Строительная механика»
Направление подготовки 08.03.01 «Строительство»
Профиль **«**Промышленное и гражданское строительство**»**
(бакалавр) очная форма обучения

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.