

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»****РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.7	Статистическая механика и теория надежности

Код направления подготовки	15.04.03
Направление подготовки	Прикладная механика
Наименование ОПОП (магистерская программа)	Механика деформируемого твердого тела
Год начала подготовки	2013
Уровень образования	магистратура
Форма обучения	очная

**Разработчики:**

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
Профессор кафедры Сопротивления материалов	Доктор техн. наук, профессор		Мкртычев Олег Вартанович

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сопротивления материалов:**

должность	подпись		ученая степень и звание, ФИО	
Зав. кафедрой Сопротивления материалов			Доктор техн. наук, профессор Андреев Владимир Игоревич	
Год обновления	2014	2015	2016	
Номер протокола	№	№ 1		
Дата заседания кафедры		31.08.2015		

**Рабочая программа утверждена и согласована:**

Подразделение / комиссия	Должность	ФИО	подпись	Дата
Методическая комиссия	Председатель	Леонтьев А.Н.		
НТБ	Директор	Ерофеева О.Р.		
ЦОСП	Начальник	Беспалов А.Е.		

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Статистическая механика и теория надежности» является овладение навыками расчета элементов строительных конструкций на надежность, умение определять вероятность отказа конструкций существующими методами оценки надежности, умение строить вероятностные модели прочности и нагрузок на элементы конструкций при определенных характеристиках параметров, заданных в виде случайных величин и случайных процессов.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
способностью находить рациональные решения при создании конкурентоспособной продукции с учетом требований прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, износостойкости, качества, стоимости, сроков исполнения и безопасности жизнедеятельности	ПК-17	<b>Знает</b> уравнения теории надежности, методы теории надежности, статистической динамики и метод предельных состояний.	31
		<b>Умеет</b> самостоятельно применять уравнения теории надежности, представлять характер изменения показателей надежности в зависимости от исходных параметров, оценивать точность методов теории надежности, статистической динамики и метода предельных состояний..	У1
		<b>Имеет навыки</b> владения основными методами теории вероятностей, теории случайных функций и теории надежности строительных конструкций.	Н1
способностью применять инновационные подходы с целью развития, внедрения и коммерциализации новых наукоемких технологий	ПК-21	<b>Умеет</b> самостоятельно оценивать надежность железобетонных и металлических зданий и сооружений при эксплуатационных, сейсмических и аварийных воздействиях	У2
способностью разрабатывать и реализовывать проекты по интеграции фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований в соответствующих отраслях науки с целью коммерциализации и внедрения инновационных разработок на	ПК-23	<b>Умеет</b> применять методы вероятностного моделирования случайной прочности бетона, арматуры и фасонного проката,	У3

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
высокотехнологичных промышленных предприятиях, в научно-исследовательских институтах и конструкторских бюро		оценивать точность используемых в нормах проектирования коэффициентов надежности по материалу	
		<b>Имеет навыки</b> владения основными методами теории вероятностей, теории случайных функций и теории надежности строительных конструкций, применяет методы вероятностного моделирования нагрузок на здания и сооружения.	Н3
способностью консультировать инженеров-расчетчиков, конструкторов, технологов и других работников промышленных и научно-производственных фирм по современным достижениям прикладной механики, по вопросам внедрения наукоемких компьютерных технологий (CAD/CAE-систем)	ПК-25	<b>Имеет навыки</b> владения методами оценки надежности строительных конструкций (метод статистических испытаний, метод двух моментов, метод статистической линеаризации), использует вычислительную технику при решении задач теории надежности строительных конструкций	Н4
способностью проводить научно-технические экспертизы расчетных и экспериментальных работ в области прикладной механики, выполненных в сторонних организациях	ПК-26	<b>Умеет</b> использовать методы оценки надежности при назначении вероятностных характеристик исходных случайных величин при проектировании и расчете конструкций с заданным уровнем надежности	У5

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Статистическая механика и теория надежности» относится к вариативной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению 15.04.03 «Прикладная механика» и является обязательной к изучению.

Дисциплина «Статистическая механика и теория надежности» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных студентами в ходе изучения дисциплин «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела», «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг».

*Требования к входным знаниям, умениям студентов*

Для освоения дисциплины «Статистическая механика и теория надежности» студент должен:

*Знать:* основы высшей математики, основы механики,  
современные средства вычислительной техники,

*Уметь:* проводить формализацию поставленной задачи на основе современного математического аппарата.

*Владеть:*

– первичными навыками и основными методами решения задач механики.

Дисциплины, для которых дисциплина «Статистическая механика и теория надежности» является предшествующей:

«Производственная преддипломная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности».

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы 144 акад. часа.  
(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися				КСР		
				Практико-ориентированные занятия						
				Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР			
1	Основные понятия теории надежности. Постановка задачи теории надежности.	3	1-3	2		8	3		22	3-ая неделя выдача заданий к курсовым работам
2	Математический аппарат вероятностных методов расчета. Вероятностные модели прочности	3	4-7	3		8	4		32	
3	Характеристики распределения случайных нагрузок. Методы оценки надежности конструкций	3	8-11	3		8	4		12	8-11 недели консультации по выполнению заданий курсовых работ
4	Некоторые задачи теории надежности и статистической динамики. Вероятностная оптимизация конструкций. Нормирование надежности.	3	12-14	2		8	3		22	13 неделя защита курсовых работ, выдача вопросов к зачету.
<b>Итого:</b>		<b>3</b>	<b>14</b>	<b>10</b>		<b>32</b>	<b>14</b>		<b>88</b>	<b>Курсовая работа, Зачет</b>

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

*5.1. Содержание лекционных занятий*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Основные понятия теории надежности. Постановка задачи теории надежности.	Представление прочности и нагрузок в виде случайных величин и случайных процессов. Вероятностная природа коэффициентов надежности. Метод предельных состояний как полувероятностный метод расчета конструкций. Виды отказов конструкций. Постановка задачи теории надежности. Математическая формализация. Количественные характеристики надежности. Вероятность отказа как многомерный интеграл по области отказа. Функция работоспособности. Характеристика безопасности. Геометрическая интерпретация вероятности отказа.	2
2	Математический аппарат вероятностных методов расчета. Вероятностные модели прочности	Характеристики случайных величин. Функции случайных величин. Часто применяемые функции распределения. Распределение максимумов многих случайных величин. Вероятность редких событий. Анализ случайных процессов. Гауссовский случайный процесс. Теория выбросов. Нестационарные случайные процессы. Распределение прочности бетона и арматуры. Аппроксимация распределения прочности материала законом Вейбулла. Обеспеченность прочности материала. Распределение модуля упругости. Изменчивость параметров расчетных формул.	3
3	Характеристики распределения случайных нагрузок. Методы оценки надежности конструкций	Анализ случайного процесса накопления снега. Распределение годовых максимумов снеговой нагрузки. Вероятностная модель ветровой нагрузки. Учет случайного характера направления ветра. Вероятностное моделирование нагрузок на перекрытия зданий. Метод двух моментов. Метод статистической линеаризации. Метод интегрирования по аппроксимированной области отказа. Метод горячих точек. Метод статистических испытаний. Доверительные интервалы. Области применения методов вычисления вероятности отказа.	3
4	Некоторые задачи теории надежности и статистической динамики. Вероятностная оптимизация конструкций. Нормирование надежности.	Вероятностная оптимизация конструкций. Вероятностная оптимизация конструкций. Методы многокритериальной вероятностной оптимизации. Вероятностно-экономическая оптимизация многоэлементных систем. Вариантное проектирование конструкций. Нормирование надежности конструкций с экономическим типом ответственности. Оценка неэкономических потерь. Определение риска. Оптимальный и нормативный уровень надежности.	2

### 5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

### 5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Основные понятия теории надежности. Постановка задачи теории надежности.	Вычисление параметров распределения функций случайных величин.	8
2	Математический аппарат вероятностных методов расчета. Вероятностные модели прочности	Определение обеспеченности нормативных и расчетных значение прочности материала.	8
3	Характеристики распределения случайных нагрузок. Методы оценки надежности конструкций	Определение обеспеченности нормативных и расчетных значение эксплуатационных нагрузок. Моделирование случайного процесса накопления снега в виде распределения годовых максимумов по закону Гумбеля.	8
4	Некоторые задачи теории надежности и статистической динамики. Вероятностная оптимизация конструкций. Нормирование надежности.	Определение вероятности отказа элемента конструкции различными методами.	8

### 5.4. Групповые консультации по курсовым работам

(при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание консультации	Кол-во акад. часов
1	Основные понятия теории надежности. Постановка задачи теории надежности.	Представление прочности и нагрузок в виде случайных величин и случайных процессов. Вероятностная природа коэффициентов надежности. Метод предельных состояний как полувероятностный метод расчета конструкций. Виды отказов конструкций. Постановка задачи теории надежности. Математическая формализация. Количественные характеристики надежности. Вероятность отказа как многомерный интеграл по области отказа. Функция работоспособности. Характеристика безопасности. Геометрическая интерпретация вероятности отказа.	3
2	Математический аппарат вероятностных методов расчета. Вероятностные модели прочности	Характеристики случайных величин. Функции случайных величин. Часто применяемые функции распределения. Распределение максимумов многих случайных величин. Вероятность редких событий. Анализ случайных процессов. Гауссовский случайный процесс. Теория выбросов. Нестационарные случайные процессы.	4

		Распределение прочности бетона и арматуры. Аппроксимация распределения прочности материала законом Вейбулла. Обеспеченность прочности материала. Распределение модуля упругости. Изменчивость параметров расчетных формул.	
3	Характеристики распределения случайных нагрузок. Методы оценки надежности конструкций	Анализ случайного процесса накопления снега. Распределение годовых максимумов снеговой нагрузки. Вероятностная модель ветровой нагрузки. Учет случайного характера направления ветра. Вероятностное моделирование нагрузок на перекрытия зданий. Метод двух моментов. Метод статистической линеаризации. Метод интегрирования по аппроксимированной области отказа. Метод горячих точек. Метод статистических испытаний. Доверительные интервалы. Области применения методов вычисления вероятности отказа.	4
4	Некоторые задачи теории надежности и статистической динамики. Вероятностная оптимизация конструкций. Нормирование надежности.	Вероятностная оптимизация конструкций. Вероятностная оптимизация конструкций. Методы многокритериальной вероятностной оптимизации. Вероятностно-экономическая оптимизация многоэлементных систем. Вариантное проектирование конструкций. Нормирование надежности конструкций с экономическим типом ответственности. Оценка неэкономических потерь. Определение риска. Оптимальный и нормативный уровень надежности.	3

### 5.5. Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Основные понятия теории надежности. Постановка задачи теории надежности.	Теория надежности и метод предельных состояний. Вероятностная природа коэффициентов надежности. Корреляционная связь между случайными расчетными параметрами. Учет фактора времени.	22
2	Математический аппарат вероятностных методов расчета. Вероятностные модели прочности	Нестационарные случайные процессы. Изменчивость геометрических размеров.	32
3	Характеристики распределения случайных нагрузок. Методы оценки надежности конструкций	Моделирование случайного сейсмического воздействия. Метод семиинвариантов Ю.Н.Павлова.	12
4	Некоторые задачи теории надежности и статистической динамики. Вероятностная оптимизация конструкций. Нормирование надежности.	Оценка надежности статически определимой балки при действии случайной нагрузки. Надежность балки при действии динамических нагрузок. Расчет внецентренно сжатых стержней. Определение периода повторяемости расчетного значения снеговой нагрузки и вероятности его превышения. Градиентные методы оптимизации. Метод случайного поиска.	22



		Метод покоординатного спуска. Нормирование надежности конструкций с неэкономическим и смешанным типами ответственности.	
--	--	---	--

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа по курсу является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключаются в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Статистическая механика и теория надежности» учащимися самостоятельная работа является по дидактической цели познавательной и обобщающей; по характеру познавательной деятельности и типу решаемых задач – познавательной и исследовательской; по характеру коммуникативного взаимодействия учащихся – индивидуальной; по месту выполнения – домашней; по методам научного познания – теоретической.

В ходе организации самостоятельной работы студентов преподавателем решаются следующие задачи:

- 1) углублять и расширять их профессиональные знания;
- 2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- 3) научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- 4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- 5) развивать познавательные способности будущих специалистов.

Самостоятельная работа включает, как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач. Теоретические знания являются базой для понимания принципов построения математических моделей, математической формализации задач расчетного проектирования.

На практических занятиях решаются задачи по темам лекционного курса. Часть задач выносятся на самостоятельное решение. Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации.

В качестве самостоятельной работы магистранту рекомендуется:

1. Найти соответствующий учебный материал по данному разделу и проработать раздел совместно с учебником, конспектами лекций и практических занятий.
2. Выделить наиболее трудные для понимания вопросы раздела и закрепить теоретические сведения решением конкретных задач.
3. Сформулировать вопросы для совместного решения их на консультации с преподавателем.

При подготовке к сдаче зачета рекомендуется пользоваться записями, сделанными на практических и лекционных занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы. Сначала необходимо повторить теоретическую часть, а затем переходить к решению задач.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся используют учебные материалы, указанные в разделе 8.

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

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)			
	1	2	3	4
ПК-17	+	+		
ПК-21			+	+
ПК-23	+	+	+	+
ПК-25	+		+	
ПК-26		+		+

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания			Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
		Консультации	Курсовая работа	Зачет	
1	2	3	4	5	6
ПК-17	З1	+	+	+	+
	У1	+	+	+	+
	Н1		+	+	+
ПК-21	У2	+	+	+	+
ПК-23	У3	+	+	+	+
	Н3		+	+	+
ПК-25	Н4		+	+	+
ПК-26	У5	+	+	+	+
ИТОГО:		+	+	+	+

7.2.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Экзамена/Дифференцированного зачета

Учебным планом экзамен и дифференцированный зачет не предусмотрены.

7.2.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Защиты курсовой работы

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
31	Обучающийся не	Обучающийся	Теоретическое	Обучающийся

	знает значительной части программного материала. Не владеет основными методами теории вероятностей, теории случайных функций и теории надежности строительных конструкций.	имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности. Владеет основными методами теории вероятностей, теории случайных функций и теории надежности строительных конструкций, но не умеет применять методы вероятностного моделирования нагрузок на здания и сооружения	содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы. Обучающийся владеет основными методами теории вероятностей, теории случайных функций и теории надежности строительных конструкций.	использует в ответе дополнительный материал; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий. Умеет самостоятельно применять методы вероятностного моделирования нагрузок на здания и сооружения
У1	Обучающийся допускает существенные ошибки, не может увязывать теорию с практикой. Не умеет применять методы вероятностного моделирования случайной прочности бетона, арматуры и фасонного проката.	Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности и в изложении программного материала.	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. Умеет применять методы вероятностного моделирования случайной прочности бетона, арматуры и фасонного проката, умеет оценивать точность используемых в нормах проектирования коэффициентов надежности по материалу	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой. Умеет самостоятельно применять методы вероятностного моделирования случайной прочности бетона, арматуры и фасонного проката, умеет самостоятельно оценивать точность используемых в нормах проектирования коэффициентов надежности по материалу
Н1	Обучающийся неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не	Обучающийся нарушает логическую последовательность в изложении программного материала, испытывает затруднения в применении	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. Умеет использовать	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал. Самостоятельно использует

	сформированы. Не владеет методами оценки надежности строительных конструкций (метод статистических испытаний, метод двух моментов, метод статистической линеаризации), не умеет использовать вычислительную технику при решении задач теории надежности строительных конструкций	теоретических положений на практике. Владеет методами оценки надежности строительных конструкций (метод статистических испытаний, метод двух моментов, метод статистической линеаризации), но не умеет использовать вычислительную технику при решении задач теории надежности строительных конструкций	вычислительную технику при решении задач теории надежности строительных конструкций	вычислительную технику при решении задач теории надежности строительных конструкций
У2	Не умеет использовать методы оценки надежности при назначении вероятностных характеристик исходных случайных величин при проектировании и расчете конструкций с заданным уровнем надежности.	Не умеет использовать методы оценки надежности при назначении вероятностных характеристик исходных случайных величин при проектировании и расчете конструкций с заданным уровнем надежности.	Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Умеет использовать методы оценки надежности при назначении вероятностных характеристик исходных случайных величин при проектировании и расчете конструкций с заданным уровнем надежности	Обучающийся свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал из литературы, правильно обосновывает принятое решение. Умеет самостоятельно использовать методы оценки надежности при назначении вероятностных характеристик исходных случайных величин при проектировании и расчете конструкций с заданным уровнем надежности
У3	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Не умеет	Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос.	Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач. Умеет оценивать	Умеет самостоятельно оценивать надежность железобетонных и металлических зданий и сооружений при эксплуатационных, сейсмических и аварийных воздействиях

	оценивать надежность железобетонных и металлических зданий и сооружений при эксплуатационных, сейсмических и аварийных воздействиях		надежность железобетонных и металлических зданий и сооружений при эксплуатационных, сейсмических и аварийных воздействиях	
Н3	Обучающийся, не умеет применять методы вероятностного моделирования нагрузок на здания и сооружения.	Обучающийся умеет применять методы вероятностного моделирования случайной прочности бетона, арматуры и фасонного проката, но не умеет оценивать точность используемых в нормах проектирования коэффициентов надежности по материалу	Обучающийся владеет необходимыми навыками и приемами для решения задач.	Обучающийся отлично владеет основными методами теории вероятностей, теории случайных функций и теории надежности строительных конструкций.
Н4	Большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера	Обучающийся владеет методами оценки надежности строительных конструкций (метод статистических испытаний, метод двух моментов, метод статистической линеаризации).	Обучающийся самостоятельно владеет методами оценки надежности строительных конструкций (метод статистических испытаний, метод двух моментов, метод статистической линеаризации).
У5	Обучающийся не умеет оценивать точность используемых в нормах проектирования коэффициентов надежности по материалу.	Обучающийся не умеет оценивать надежность железобетонных и металлических зданий и сооружений при эксплуатационных, сейсмических и аварийных воздействиях.	Обучающийся умеет применять методы вероятностного моделирования нагрузок на здания и сооружения.	Все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

7.2.4. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета

Код	Оценка
-----	--------

показателя оценивания	Не зачтено	Зачтено
31	Не знает уравнения теории надежности, методы теории надежности, статистической динамики и метод предельных состояний.	Знает уравнения теории надежности, методы теории надежности, статистической динамики и метод предельных состояний.
У1	Не умеет самостоятельно применять уравнения теории надежности, представлять характер изменения показателей надежности в зависимости от исходных параметров, оценивать точность методов теории надежности, статистической динамики и метода предельных состояний.	Умеет самостоятельно применять уравнения теории надежности, представлять характер изменения показателей надежности в зависимости от исходных параметров, оценивать точность методов теории надежности, статистической динамики и метода предельных состояний.
Н1	Не владеет основными методами теории вероятностей, теории случайных функций и теории надежности строительных конструкций.	Владеет основными методами теории вероятностей, теории случайных функций и теории надежности строительных конструкций.
У2	Не умеет самостоятельно оценивать надежность железобетонных и металлических зданий и сооружений при эксплуатационных, сейсмических и аварийных воздействиях	Умеет самостоятельно оценивать надежность железобетонных и металлических зданий и сооружений при эксплуатационных, сейсмических и аварийных воздействиях
У3	Не умеет применять методы вероятностного моделирования случайной прочности бетона, арматуры и фасонного проката, оценивать точность используемых в нормах проектирования коэффициентов надежности по материалу	Умеет применять методы вероятностного моделирования случайной прочности бетона, арматуры и фасонного проката, оценивать точность используемых в нормах проектирования коэффициентов надежности по материалу
Н3	Не основными методами теории вероятностей, теории случайных функций и теории надежности строительных конструкций, применяет методы вероятностного моделирования нагрузок на здания и сооружения.	Владеет основными методами теории вероятностей, теории случайных функций и теории надежности строительных конструкций, применяет методы вероятностного моделирования нагрузок на здания и сооружения.
Н4	Не владеет методами оценки надежности строительных конструкций (метод статистических испытаний, метод двух моментов, метод статистической линеаризации), использует вычислительную технику при решении задач теории надежности строительных конструкций	Владеет методами оценки надежности строительных конструкций (метод статистических испытаний, метод двух моментов, метод статистической линеаризации), использует вычислительную технику при решении задач теории надежности строительных конструкций
У5	Не умеет использовать методы оценки надежности при назначении вероятностных характеристик исходных случайных величин при проектировании и расчете конструкций с заданным уровнем надежности	Умеет использовать методы оценки надежности при назначении вероятностных характеристик исходных случайных величин при проектировании и расчете конструкций с заданным уровнем надежности

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

### 7.3.1. Текущий контроль

Контролируется посещение лекций и практических занятий.

### 7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в НИУ МГСУ.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце третьего семестра в виде защиты курсовой работы и зачета и завершает изучение данной дисциплины.

### Задание на выполнение курсовой работы

**Название:** Оценка надежности систем методом статистических испытаний

**Задание:** Дана дважды статически неопределимая рама (рис.1).

Геометрические размеры и величины внешних нагрузок приведены в табл.

1. Сечение стоек рамы двутавровое – I №16; сечение ригелей двутавровое – I №18.

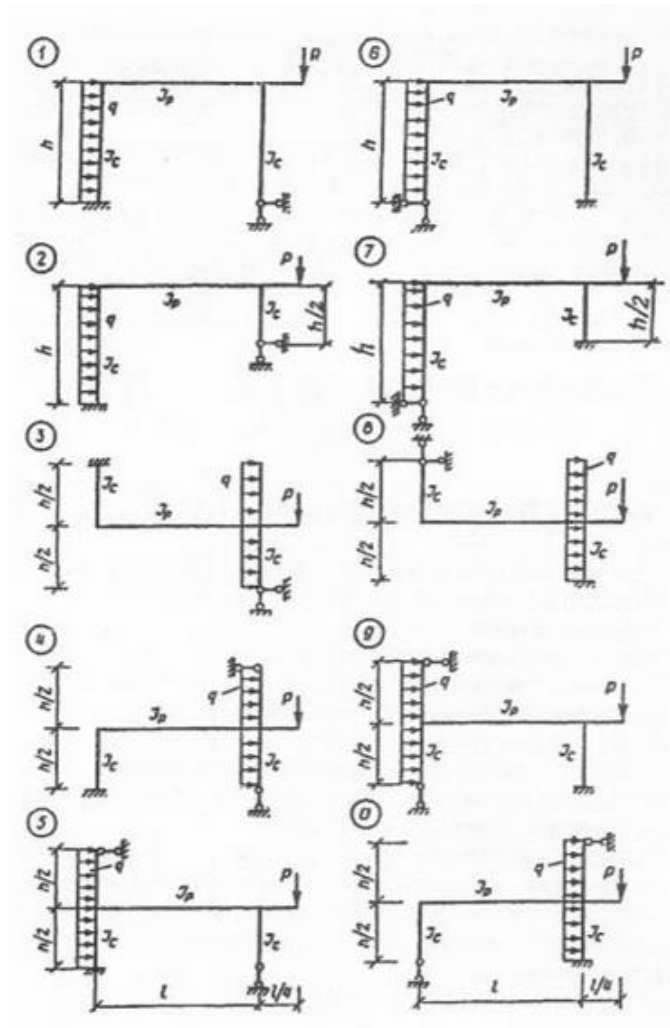


Рис.1. Расчетная схема

### Требуется:

1. Получить зависимость вероятности отказа от математического ожидания сосредоточенной силы  $P$ . В качестве отказа принять возникновение краевой текучести в одном из расчетных сечений. Построить соответствующий график зависимости.

2. Для математического ожидания сосредоточенной силы  $P$ , соответствующей вероятности отказа 0,001 получить вероятность отказа в предположении, что пределы текучести материала для всех расчетных сечений рамы корреляционно не связаны.
3. Для указанного в пункте 2 математического ожидания сосредоточенной силы  $P$  определить вероятность возникновения механизма разрушения.
4. Для всех полученных значений вероятностей отказа построить доверительные интервалы с доверительной вероятностью 0,95. (Факультативно)

Табл.1. Исходные данные

Схема	$l$ , м	$h$ , м	$P$ , кН	$q$ , кН/м
1	5,0	3,0	30	8
2	4,5	3,2	35	10
3	4,2	3,4	40	12
4	4,0	3,5	45	14
5	3,8	3,6	50	15
6	3,6	3,8	55	16
7	3,5	4,0	60	18
8	3,4	4,2	65	20
9	3,2	4,5	70	22
0	3,0	5,0	75	24

Вопросы к защите курсовых работ:

1. Основные положения метода предельных состояний, использование в нормах проектирования статистических и вероятностных методов.
2. Функция надежности.
3. Вероятность отказа, как основная характеристика надежности строительных конструкций.
4. Случайные параметры при расчете строительных конструкций на надежность.
5. Оценка надежности статически определимой балки методом двух моментов.
6. Определение вероятности отказа внецентренно сжатого стержня методом статистической линеаризации.
7. Оценка надежности внецентренно сжатого стержня методом статистических испытаний.
8. Сравнительный анализ существующих методов оценки надежности.
9. Закон распределения прочности бетона, вероятностные параметры распределения.
10. Вероятностные параметры распределения ветровой нагрузки.
11. Вероятностные параметры распределения снеговой нагрузки.

Вопросы к зачету:

1. Общие положения теории надежности строительных конструкций.
2. Метод предельных состояний и надежность конструкций.
3. Постановка задачи теории надежности.
4. Количественные характеристики надежности. Вероятность отказа и ее геометрическая интерпретация.



5. Вероятность отказа как многомерный интеграл по области отказов.
6. Определение вероятности отказа при разделении случайных величин на группу прочности и группу нагрузок.
7. Функция работоспособности. Метод двух моментов.
8. Теоремы о числовых параметрах распределений функций случайных величин и их применение при оценке надежности конструкций.
9. Метод статистической линеаризации.
10. Метод горячих точек.
11. Метод статистических испытаний. Построение доверительного интервала.
12. Метод интегрирования по аппроксимированной области отказа. Достоинства и недостатки существующих методов оценки надежности.
13. Законы распределения прочности материалов конструкций. Обеспеченность прочности.
14. Характеристики распределения случайных нагрузок. Вероятностная модель ветровой нагрузки.
15. Анализ случайного процесса накопления снега. Период повторяемости расчетного значения снеговой нагрузки и вероятность его превышения.
16. Нормирование надежности конструкций с экономическим типом ответственности. Определение риска.
17. Нормирование надежности конструкций с неэкономическим и смешанным типами ответственности.
18. Случайные процессы в механике деформированного твердого тела. Корреляционная функция и спектральная плотность случайного процесса.
19. Распределение абсолютного максимума случайного процесса.
20. Теория выбросов.
21. Вероятность превышения случайным процессом заданного уровня.
22. Общие понятия о моделировании случайных функций с заданными свойствами.
23. Моделирование случайного сейсмического воздействия в виде нестационарного случайного процесса.

*7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине. Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя, справочной литературой и калькуляторами.

Время подготовки ответа при сдаче зачета в устной форме должно составлять не менее 30 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

При подготовке к устному зачету студент, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем по окончании зачета сдается преподавателю.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.

Результаты выполнения аттестационного испытания должны быть объявлены обучающимся в день его проведения и выставлены в зачетные книжки не позднее следующего рабочего дня после проведения.

Процедура защиты курсовой работы (проекта) определена Положением о курсовых работах (проектах) НИУ МГСУ.

### 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Статистическая механика и теория надежности	Райзер В.Д. Теория надежности сооружений.– М.: Издательство АСВ, 2010. -384 с.	20	15
2	Статистическая механика и теория надежности	Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : учебное пособие для высших технических учебных заведений / 5-е изд., - Москва : КноРус, 2013. - 441 с.	15	15
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Статистическая механика и теория надежности	Гусев, А. С. Вероятностные методы в механике машин и конструкций [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению " Прикладная математика " специальность " Динамика и прочность машин " / А. С. Гусев ; под ред. В. А. Светлицкого. - Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. - 223 с.	5	15

### 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Научно-технический журнал по строительству и	<a href="http://www.vestnikmgsu.ru/">http://www.vestnikmgsu.ru/</a>

архитектуре «Вестник МГСУ»	
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>
раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/">http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/</a>

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Курс по дисциплине предполагает изучение теории на лекционных занятиях. В ходе лекции студент ведет конспект лекций в свободной форме. Рекомендуется использовать тетрадь, разлинованную «в клетку» формата А5-А4, имеющую от 48 до 96 листов. Восприятие информации улучшается при использовании различных способов выделения текста и рисунков: подчеркивание, выделений цветным маркером, отметки на полях. Рекомендуется выбрать единую систему ведения конспекта лекций. Для закрепления знаний после лекции до следующей лекции по предмету (желательно не позднее следующего дня) рекомендуется перечитать лекционный материал и записать вопросы, которые не ясны из прочитанного. По этим вопросам необходимо обратиться к учебному пособию, если в результате работы с учебным пособием остались вопросы - следует обратиться за разъяснениями к лектору. После самостоятельной работы над лекцией, студент должен четко понимать изложенный в ней материал и ориентироваться в нем.

Вопросы, отнесенные на самостоятельное изучение, даются преподавателем в ходе лекций или практических занятий. Студенту рекомендуется:

- 1) Уяснить и записать вопрос;
- 2) Просмотреть рекомендованную литературу и наметить общую структуру изучения вопроса в виде плана или схемы;
- 3) Изучить информацию по вопросу. При изучении рекомендуется вести конспект (возможно, использовать лекционную тетрадь), куда вносится ключевая информация, формулы и рисунки.
- 4) Перечитать сделанные в конспекте записи. Убедиться в ясности записанного. При необходимости дополнить записи, изучить дополнительные источники. После работы над вопросами для самостоятельного изучения студент должен четко понимать материал по вопросу и ориентироваться в нем. В случае необходимости предполагается консультация с преподавателем.

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

*11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса*

Сайт кафедры «Сопротивление материалов»

*11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса*

*11.3. Перечень информационных справочных систем*

Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>

Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):**

Учебные занятия по дисциплине «Статистическая механика и теория надежности» проводятся в следующих оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением:

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекция	стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практическое занятие	мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	аудитории / аудитория для проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования с учетом рекомендаций и примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению 15.04.03 «Прикладная механика».