

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

РЕКОМЕНДОВАНО  
К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Декан, председатель совета  
Архитектурно-строительного  
факультета,

Хаджишалапов Г.Н.

Подпись ФИО  
«23» 09 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Врио ректора ФГБОУ ВО «ДГТУ»

к.э.н., доц. Суракатов Н.С.

Подпись

ФИО

«19»

09

2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.10.1 «ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

наименование дисциплины по ООП и код по ФГОС

для направления 08.03.01 - «Строительство»

шифр и полное наименование направления (специальности)

по профилю подготовки - «Промышленное и гражданское строительство»

факультет

Архитектурно-строительный

наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра

«Строительных конструкций и ГТС»

наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина

Квалификация выпускника (степень)

Бакалавр

бакалавр (специалист)

Форма обучения

очная

курс

3

семестр

6

очная, заочная, др.

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах) 3 ЗЕТ (108 ч.)

Лекции 17 (час); экзамен -

(семестр)

практические (семинарские) занятия 17 (час); зачет 6

(семестр)

лабораторные занятия - (час); самостоятельная работа 74 (час);

курсовой проект (работа, РГР) - (семестр).

Зав. кафедрой

подпись

Устарханов О.М.

ФИО

Начальник УО

подпись

Магомаева Э.В.

ФИО

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направлению и профилю подготовки «Промышленное и гражданское строительство»

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры

от 20.09.2019 года, протокол № 1

Зав. выпускающей кафедрой по данному профилю

подпись

Устарханов О.М.

ФИО

**ОДОБРЕНО:**

**Методической  
комиссией  
по укрупненной группе  
специальностей и  
направлений 08.00.00  
«Техника и технологии  
строительства» и  
07.00.00 «Архитектура**

**Председатель МК**

  
Подпись **Азаев М.Г.**  
ФИО

«26» 09 2019 г.

**АВТОР(Ы) ПРОГРАММЫ:**

д.т.н., профессор **Абакаров**

**А.Д.**

  
\_\_\_\_\_  
ФИО уч. степень, ученое звание,  
подпись

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Основы теории надежности строительных конструкций» является формирование у выпускников определенных компетенций по современным методам расчета надежности строительных конструкций и проектированию зданий и сооружений с учетом надежности.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина «Основы теории надежности строительных конструкций» относится к дисциплине выбора Б1.В.ДВ вариативной части учебного плана ОП ВО. Для успешного освоения курса требуются начальные знания следующих предметов: физика, математика, теоретическая механика, строительная механика, строительные материалы. Данная дисциплина посвящена вопросам развития метода расчета строительных конструкций по предельным состояниям и раскрывает студенту перспективы проектирования строительных систем с учетом надежности. Она имеет содержательную связь с такими дисциплинами, как металлические конструкции, железобетонные конструкции, деревянные конструкции.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Основы теории надежности строительных конструкций»**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);

- способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

- знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест (ПК-1);

- способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности (ПК-4);

- знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности (ПК-13).

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

### **Знать:**

- основные понятия и определения в области теории надежности;
- систему нормативных документов;
- требования к обеспечению надежности зданий и сооружений;
- способы расчета надежности конструкций;
- подходы к проектированию с учетом надежности.

### **Уметь:**

- представить нагрузки и воздействия в виде случайных величин или воздействий;
- представить прочность материалов в виде случайных величин;
- оценить надежность конструкций при статических нагрузках и динамических воздействиях и выбрать рациональное конструктивное решение по критерию «Надежность».

### **Владеть:**

- знаниями по определению статистических характеристик выборки;
- методами расчета надежности строительных систем;
- понятиями об нормативной и оптимальной надежности;



## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы	семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего* контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				лк	пз	лр	ср		
1.	<u>Лекция №1</u> ТЕМА: "Введение" 1. Задачи дисциплины и ее связь со смежными дисциплинами. 2. Краткий обзор развития методов оценки надежности строительных конструкций. 3. Преимущества и перспективы проектирования конструкций с учетом надежности.	6	1	2	2		8	Входной контроль	
2.	<u>Лекция №2</u> ТЕМА: "Общие сведения из теории вероятностей и математической статистики" 1. Понятие о вероятности. 2. Основные теоремы теории вероятностей. 3. Случайные величины и их распределения. 4. Случайные функции и их классификация. 5. Марковские случайные процессы.		3	2	2		8		
3.	<u>Лекция №3</u> ТЕМА: "Модели расчета надежности" 1. Понятие о надежности и отказах. Назначение и принцип построения моделей надежности. 2. Модели надежности элементов и систем. 3. Аналитические модели надежности. 4. Статистические модели надежности. Метод статистических испытаний. 5. Комбинированные модели надежности.		5	2	2		8		Контрольная работа к 1-й текущей аттестации
4.	<u>Лекция №4</u> ТЕМА: "Расчет надежности строительных конструкций при статических нагрузениях". 1. О случайном характере изменчивости нагрузок, действующих на строительные конструкции. Законы распределения. 2. О случайном характере изменчивости прочности материалов		7	2	2		8		

	<p>строительных конструкций. Законы распределения.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>О сочетаниях случайных нагрузок.</li> <li>Расчет конструкций на безопасность.</li> <li>Основная расчетная формула оценки безопасности. Коэффициент запаса.</li> </ol>						
5.	<p><u>Лекция №5</u> ТЕМА: "Динамические модели расчета надежности"</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Динамические воздействия и их представления в виде случайных процессов.</li> <li>Расчетные динамические модели зданий и сооружений.</li> <li>Теория выбросов и интенсивность выброса случайного процесса.</li> <li>Расчет надежности систем при динамических воздействиях.</li> <li>Марковские модели расчета надежности.</li> </ol>	9	2	2		8	Контрольная работа к 2-й текущей аттестации
6.	<p><u>Лекция №6</u> ТЕМА: "Оценка надежности многоэлементных систем"</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Системы, отказ элементов которых не приводит к перераспределению нагрузки. Случаи последовательного, параллельного и смешанного соединения.</li> <li>Системы, отказ элементов которых приводит к перераспределению нагрузки. Случай перераспределения нагрузки по параллельно соединенным элементам.</li> <li>Надежность системы с резервными элементами.</li> </ol>	11	2	2		8	
7.	<p><i>"Расчет надежности сооружений при сейсмических воздействиях"</i> <u>Лекция №7</u> ТЕМА: "Моделирование сейсмических воздействий случайными процессами"</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Моделирование сейсмического воздействия в виде стационарного случайного процесса.</li> <li>Моделирование сейсмического воздействия в виде нестационарного случайного процесса.</li> <li>Вероятностные расчетные модели сейсмических воздействий.</li> <li>Алгоритмы моделирования случайных процессов типа сейсмических на ЭВМ.</li> </ol>	13	2	2		8	

8.	<p><u>Лекция №8</u> ТЕМА: "Оценка надежности сооружений при сейсмических воздействиях"</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет надежности одномассовых систем. Интенсивности выброса.</li> <li>2. Оценка надежности многомассовых систем.</li> <li>3. Надежность сооружений с резервированием.</li> <li>4. Методы расчета надежности упругопластических и нелинейно-упругих систем.</li> </ol>		15	2	2		8	Контрольная работа к 3-й текущей аттестации
9.	<p><u>Лекция №9</u> ТЕМА: "Оценка оптимальной надежности сооружений"</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вероятностно-экономический критерий оптимизационного расчета сооружений. Оптимальная надежность.</li> <li>2. О начальных затратах и возможных потерях при отказах. Учет нематериальных потерь.</li> <li>3. О решении задач оптимизации надежности.</li> <li>4. Понятие о проектировании с учетом нормативной надежности</li> </ol>		17	1	1		10	Опрос на ПЗ
10.	<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>17</b>		<b>74</b>	<b>Зачет</b>

#### 4.2 Содержание практических занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторного (практического, семинарского) занятия	Количество часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	2	3	4	5
1	1	Анализа результатов расчета строительных конструкций по методу допускаемых напряжений и методу предельных состояний	2	1,2,5
2	2	Построение функции распределения случайных величин на основе экспериментальных данных	2	1,5
3	3	Оценка надежности систем по модели типа "нагрузка-прочность"	2	2,4,6
4	4	Расчет надежности статически нагруженных строительных конструкций	2	4,8
5	5	Расчет надежности системы при динамическом воздействии, представленном в виде случайного процесса	2	5,7
6	6	Расчет надежности систем с резервными элементами с учетом перераспределения нагрузок	2	5,6
7	7	Расчет надежности одномассовых динамических систем, по теории выбросов при случайных воздействиях типа сейсмических	2	3,6
8	8	Расчет надежности статически неопределимой рамной системы с учетом последовательности образования пластических шарниров	2	3,6
9	9	Решение задачи расчета параметров конструкции при заданной надежности	1	1,4,6
		Итого:	<b>17</b>	



### 4.3 Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
1	Преимущества и перспективы проектирования конструкций с учетом надежности	8	Лычев А.С. Надежность строительных конструкций.- М.: АСВ, 2008. А.В. Перельмутер. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций.-М.: АСВ, 2007	Контрольная работа
2	Марковские случайные процессы	8	Рейзер В.Д. Методы теории надежности в задачах нормирования расчетных параметров строительных конструкций.- М.: Стройиздат, 1986. Г. Аугусти и др. Вероятностные методы в строительном проектировании.-М.: Стройиздат, 1988	Контрольная работа
3	Комбинированные модели надежности.	8	Лычев А.С. Надежность строительных конструкций.- М.: АСВ, 2008. А.В. Перельмутер. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций.-М.: АСВ, 2007	Контрольная работа
4	Основная расчетная формула оценки безопасности. Коэффициент запаса	8	Рейзер В.Д. Методы теории надежности в строительном проектировании.- М.: АСВ, 1998 Аугусти и др. Вероятностные методы в строительном проектировании.-М.: Стройиздат, 1988. А.В. Перельмутер. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций.-М.: АСВ, 2007	Контрольная работа
5	Марковские модели расчета надежности	8	Рейзер В.Д. Методы теории надежности в задачах нормирования расчетных параметров строительных конструкций.- М.: Стройиздат, 1986. Аугусти и др. Вероятностные методы в строительном проектировании.-М.: Стройиз-	Контрольная работа

			дат, 1988.	
6	Надежность системы с резервными элементами	8	Аугусти и др. Вероятностные методы в строительном проектировании.-М.: Стройиздат, 1988. А.В. Перельмутер. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций.-М.: АСВ, 2007	Контрольная работа
7	Алгоритмы моделирования случайных процессов типа сейсмических на ЭВМ	8	В.В. Болотин. Методы теории вероятностей и теории надежностей в расчетах сооружений. М.: Стройиздат, 1982 г.	Контрольная работа
8	Методы расчета надежности упругопластических и нелинейно-упругих систем	8	Аугусти и др. Вероятностные методы в строительном проектировании.-М.: Стройиздат, 1988. А.В. Перельмутер. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций.-М.: АСВ, 2007.	Контрольная работа
9	Понятие о проектировании с учетом нормативной надежности	10	Аугусти и др. Вероятностные методы в строительном проектировании.-М.: Стройиздат, 1988. А.В. Перельмутер. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций.-М.: АСВ, 2007.	Опрос на ПЗ
	Итого	<b>74</b>		<b>Зачет</b>

### 5. Образовательные технологии

Курс «Основы теории надежности строительных конструкций» предполагает в основном классический способ выполнения аудиторных занятий и самостоятельной работы. На лекционных занятиях преобладает метод проблемного изложения. На практических занятиях широко использованы такие активные методы обучения как коллективное обсуждение постановки, хода и итогов решения задач, разбор конкретных ситуаций.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 20% аудиторных занятий (8 ч.).

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

**ВОПРОСЫ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ**

1. Что понимается под вероятностью событий?
2. Что характеризует сумма двух событий и произведение двух событий?
3. Какие события называются несовместными и независимыми?
4. Запишите формулу вероятности суммы двух событий
5. Напишите формулу вероятности произведения двух независимых событий
6. Напишите формулу условной вероятности.
7. В урне а белых и б черных шаров. Из урны вынимают наугад один шар. Найти вероятность того, что этот шар белый.
8. Производится один выстрел по плоскости, на которой расположены две цели: I и II. Вероятность попадания в цель I равна  $p_1$ , в цель II равна  $p_2$ . После выстрела получено известие, что попадание в цель I не произошло. Какова вероятность того, что произошло попадание в цель II.
9. Для определения точности измерительного прибора было произведено пять независимых измерений, результаты которых представлены в табл.1. определить дисперсию ошибок прибора если значение измеряемой величины известно и равно 2800 м.

Табл. 1.

№ измерения	1	2	3	4	5
$X_j$ , м	2781	2836	2807	2763	2858

## Тесты к контрольной работе №1

### 1. Какое событие называется случайным?

- а) которое обязательно произойдет
- б) которое может произойти, может и не произойти
- в) которое не может произойти
- г) которое зависит от человека

### 2. Как определяется вероятность события?

- а) отношением максимального значения, полученного при эксперименте, к минимальному
- б) отношением среднего значения, полученного при эксперименте, к максимальному
- в) отношением числа наступления события при эксперименте к общему числу испытания
- г) отношением числа наступления события при эксперименте к числу не наступления события

### 3. События А и В несовместны. По какому из ниже приведенных выражений определяется вероятность того, что при испытании произойдет или событие А, или событие В?

- а)  $P(A \cup B) = P(A) \cdot P(B)$
- б)  $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$
- в)  $P(A \cup B) = P(A) / P(B)$
- г)  $P(A \cup B) = P(B) / P(A)$

### 4. События А и В независимы. По какому из них ниже приведенных выражений определяется вероятность того, что при испытании произойдет и событие А, и событие В?

- а)  $P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$
- б)  $P(A \cap B) = P(A) + P(B)$
- в)  $P(A \cap B) = P(A) / P(B)$
- г)  $P(A \cap B) = P(B) / P(A)$

### 5. Какая из ниже приведенных формул называется формулой полной вероятности

- а)  $P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i) \cdot P(A / H_i)$
- б)  $P(A) = \prod_{i=1}^n P(H_i) \cdot P(A / H_i)$
- в)  $P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i) - \sum_{i=1}^n P(A / H_i)$
- г)  $P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i) / P(H_i / A)$

**6. Кривая плотности распределения случайной величины при нормальном законе имеет форму:**

- а) симметрично вогнутую
- б) симметрично выпуклую
- в) прямоугольную
- г) квадратную

**7. Какое распределение случайной величины используется для определения вероятности появления редких событий?**

- а) биномиальное распределение
- б) гамма распределение
- в) распределение Пуассона
- г) нормальное распределение

**8. Какую функцию называют случайной?**

- а) если ее значение при любом аргументе является детерминированной величиной
- б) если ее значение не зависит от аргумента
- в) если ее значение при любом аргументе является непрерывной величиной
- г) если ее значение при любом аргументе является случайной величиной

**9. Какая функция является характеристикой случайного процесса?**

- а) гармоническая
- б) корреляционная
- в) интегральная
- г) обобщенная

**10. Чем отличается стационарный случайный процесс от нестационарного случайного процесса?**

- а) независимостью математического ожидания от аргумента
- б) зависимостью математического ожидания от аргумента
- в) корреляционной функцией
- г) спектральной плотностью

**11. Что представляет собой надежность строительных конструкций?**

- а) вероятность наступления предельного состояния конструкции за расчетный срок службы
- б) вероятность не наступления предельного состояния конструкции за расчетный срок службы
- в) вероятность образования трещин в конструкции за расчетный срок службы
- г) вероятность сохранения упругих свойств конструкции за расчетный срок службы

**12. Отказ конструкции это есть:**

- а) вероятность наступления предельного состояния конструкции за расчетный срок службы
- б) вероятность не наступления предельного состояния конструкции за расчетный срок службы
- в) вероятность образования трещин в конструкции за расчетный срок службы
- г) вероятность сохранения упругих свойств конструкции за расчетный срок службы

**13. Количественной мерой надежности является:**

- а) сантиметр
- б) килоньютон на метр
- в) сантиметр в секунду
- г) процент

**14. Задачей расчета надежности зданий и сооружений является:**

- а) определение параметров конструкций, обеспечивающих заданный уровень надежности на действующие нагрузки
- б) оценка ремонтпригодности зданий и сооружений
- в) определение стоимости восстановления здания после отказа
- г) определения величины коэффициента надежности по материалу конструкции.

**15. Под моделью надежности системы понимается:**

- а) конструктивная схема сооружения
- б) аналитические зависимости между входными и выходными параметрами системы
- в) аналитически или статистически представляемая система, отображающая объект исследования с учетом формирования и реализации надежности
- г) последовательность возможных событий перехода системы в отказовое состояние

**16. По принципам построение модели надежности подразделяется на:**

- а) аналитические, статистические, комбинированные
- б) случайные, детерминированные, стохастические
- в) легкие, умеренные, сложные
- г) неточные, точные, и высокоточные

**17. Модели типа «нагрузка - прочность» относятся:**

- а) к моделям надежности систем

- б) к моделям надежности элементов
- в) к моделям надежности подсистем
- г) к моделям надежности резервированных систем

**18. Параметрические модели надежности строятся на представлении:**

- а) выходных параметров системы в виде функции входных параметров
- б) формализованного описания процессов возникновения отказов элементов
- в) результатов исследования статистических свойств времени безотказности элементов
- г) характера изменения действующих нагрузок и прочностных свойств элементов в виде случайных нагрузок

**19. Статистические модели надежности эффективны в случае:**

- а) решения сравнительно простых задач
- б) решения сложных задач
- в) решения любых задач

**20. Для оценки надежности статически нагруженной конструкции применяется:**

- а) модель типа «распределение времени»
- б) модель типа «нагрузка - прочность»
- в) параметрическая модель
- г) модель в терминах отказа элементов

**21. Для оценки надежности сооружения при динамическом воздействии применяется:**

- а) модель типа «распределение времени»
- б) модель типа «нагрузка – прочность»
- в) параметрическая модель
- г) модель в терминах отказа элементов

## Тесты к контрольной работе №2

**1. Резервом прочности статически нагруженной конструкции называется:**

- а) произведение прочности элемента и напряжения в нем
- б) сумма прочности элемента и напряжения в нем
- в) отношение прочности элемента напряжению в нем
- г) разность прочности элемента и напряжения в нем

- 2. Коэффициент запаса для статически нагруженной конструкции определяется в виде:**
- а) произведения прочности на напряжение
  - б) отношения прочности к напряжению
  - в) разности между прочностью и напряжениям
  - г) суммы прочности и напряжения
- 3. В каком случае статически нагруженная конструкция может отказать?**
- а) когда прочность больше напряжения
  - б) когда напряжения больше прочности
  - в) когда коэффициент запаса больше единицы
  - г) когда резерв прочности больше нуля
- 4. В формуле вероятности отказа статически нагруженной конструкции  $Q = \frac{1}{2} - \Phi(\gamma)$ ,  $\Phi(\gamma)$  является:**
- а) нормальным распределением
  - б) гамма функцией
  - в) экспоненциальной функцией
  - г) интегралом вероятностей
- 5. Чему соответствует граница области допустимых состояний в динамических моделях надежности?**
- а) пространству качества
  - б) предельному состоянию
  - в) начальному состоянию
  - г) конечному состоянию
- 6. В условной функции надежности случайные параметры системы и воздействия принимаются:**
- а) равномерно распределенными
  - б) экспоненциально распределенными
  - в) фиксированными
  - г) случайно распределенными
- 7. Для оценки надежности, каких систем применяется теория выбросов случайных процессов?**



- а) высоконадежных
- б) средней надежности
- в) низкой надежности
- г) всех

**8. В теории выбросов случайных процессов интенсивность выброса  $\lambda(y^*, t)$  является:**

- а) средним числом выбросов за предельный уровень за время воздействия  $t$
- б) средним числом выбросов за предельный уровень в единицу времени
- в) средним числом максимумов за единицу времени, превышающих предельный уровень
- г) средним числом максимумов за время воздействия  $t$ , превышающих предельный уровень

**9. Выражение  $P(t) = \exp[-\lambda(y^*)t]$  позволяет оценить вероятность отсутствия выброса за предельный уровень  $y^*$  если выходной процесс является:**

- а) нестационарным случайным процессом
- б) стационарным случайным процессом
- в) марковским случайным процессом
- г) случайной величиной

**10. Если конструкция моделируется в виде системы из нескольких последовательно соединенных элементов, то ее надежность оценивается в виде:**

- а) суммы вероятности безотказности каждого элемента
- б) произведения вероятности безотказности каждому элементу
- в) произведения вероятности отказа каждого элемента
- г) максимальной надежности из надежностей рассматриваемых элементов

**11. По выражению  $P = \prod_{i=1}^n P_j$ , где  $P_j = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i)$ , а  $P_i$  – вероятность безотказности одного элемента, оценивается надежность:**

- а) системы с последовательным соединением элементов
- б) системы с параллельным соединением элементов
- в) системы с общим резервированием элементов
- г) системы с отдельным резервированием элементов

Тесты к контрольной работе №3

**1. Землетрясение является событием:**

- а) случайным
- б) детерминированным
- в) обязательным
- г) неопределенным

**2. Сейсмическое воздействие в вероятностных расчетах моделируется в виде:**

- а) гармонического воздействия
- б) мгновенного импульса
- в) случайного процесса
- г) корреляционной функции

**3. Сейсмическое воздействие в виде нестационарного случайного процесса представляется в виде  $y''_{zp}(t) = \sigma_{zp} \cdot A(t) \cdot \varphi(t)$ , где  $A(t)$  является:**

- а) огибающей функцией
- б) корреляционной функцией
- в) спектральной плотностью
- г) обобщенной функцией

**4. Какой метод используется для разработки расчетных моделей зданий и сооружений для расчета на сейсмические воздействия?**

- а) метод предельного равновесия
- б) метод сечений
- в) метод дискретизации масс
- г) метод Лагранжа

**5. Какие состояния принято считать предельными для обычных конструкций, проектируемых в сейсмоопасных районах?**

- а) соответствующее пределу упругости материала
- б) соответствующее временному сопротивлению материала
- в) соответствующее состоянию с существенными повреждениями, но не приводящими к гибели людей и прочего ценного оборудования
- г) соответствующее обрушению конструкции

**6. Для конструкций с повреждениями зависимость «сила - перемещение» описывается:**

- а) линейной функцией
- б) нелинейной функцией
- в) упруго-нелинейной функцией

**7. Сейсмическая реакция сооружения – это есть:**

- а) параметры входного воздействия
- б) выходные параметры сооружения
- в) параметры конструкции сооружения

**8. Вероятность непревышения предельного уровня перемещения одномассовой системы при сейсмическом воздействии, представленного в виде стационарного случайного процесса с продолжительностью  $t$ , записывается в виде:**

- а)  $P = \exp(-\lambda t)$
- б)  $P = 1 - \exp(-\lambda t)$

$$\text{B) } P = \exp\left(-\int_0^t \lambda(t) \cdot dt\right)$$

ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
"Основы теории надежности строительных конструкций"

1. Понятие о вероятности и основные теоремы теории вероятностей.
2. Случайные величины, их природа. Основные законы распределения случайных величин.
3. Случайные функции и их классификация. Понятие о корреляционной функции и спектральной плотности.
4. Понятия о надежности и отказах строительных систем. Цели и задачи вероятностных расчетов.
5. Назначение и принципы построения моделей надежности.
6. Статические модели надежности типа "нагрузка-прочность". Случай нормального распределения прочности и напряжения.
7. Динамические модели надежности. Основные понятия теории выбросов.
8. Марковские модели надежности. Понятия об безотказовых состояниях и условиях переходов.
9. Статистические модели надежности. Общие принципы построения алгоритмов статистического моделирования надежности.
10. О случайном характере нагрузок, действующих на строительные конструкции. Изменчивость и законы распределения основных типов нагрузок.
11. О случайном характере сопротивления материалов строительных конструкций. Законы распределения.
12. Расчет строительных конструкций на безопасность. Характеристика безопасности.
13. Коэффициент запаса в расчетах конструкций на безопасность.
14. Оценка надежности многоэлементных систем. Случай последовательного и параллельного соединений.
15. Оценка надежности многоэлементных систем в случае смешанного соединения.
16. Моделирование сейсмического воздействия в виде широкополосного и узкополосного стационарных случайных процессов.
17. Моделирование сейсмического воздействия в виде нестационарного случайного процесса. Форма задания огибающей.
18. Вероятностные расчетные модели сейсмических воздействий. Принципы построения моделей воздействия в условиях полной неопределенности и в условиях неполноты исходной сейсмологической информации.
19. Динамические расчетные модели сооружений. Линейные и нелинейные модели.
20. Сейсмическая реакция одно-массовой линейной системы при стационарном случайном воздействии.
21. Методы определения сейсмической реакции простейших упруго-нелинейных и упругопластических систем.
22. Методы оценки надежности сооружений при сейсмических воздействиях. Учет вероятности повторяемости землетрясений.
23. Расчет надежности одномассовой линейной системы при сейсмическом воздействии по теории выбросов.
24. Оценка надежности сооружений с резервированием.
25. Вероятностно-экономический критерий оптимизационного расчета сооружений. Понятие об оптимальной надежности.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
"Основы теории надежности строительных конструкций"

1. Что такое вероятность события? Какова ее природа и как ее определяют?
2. События А и В несовместимы. По какому из ниже приведенных выражений определяют вероятность того, что при испытании произойдет или событие А, или событие В?
  - а)  $P(A+B)=P(A) \cdot P(B)$ ;
  - б)  $P(A+B)=P(A)+P(B)$ ;
  - в)  $P(A+B)=P(A)/P(B)$
3. События А и В несовместимы. По какому из ниже приведенных выражений определяют вероятность того, что при испытании произойдет и событие А, и событие В?
4. Какие параметры характеризуют плотность распределения случайной величины при нормальном законе ее распределения? Нарисуйте кривую нормального распределения.
5. Какое распределение используется для определения вероятности появления редких событий?
  - а) биномиальное распределение;
  - б) распределение Пуассона;
  - в) Гамма распределение.
6. Как классифицируются случайные функции и какие характеристики задаются для описания случайного процесса?
7. Для описания, каких процессов применяется Марковский случайный процесс?
8. Что выражают понятия надежность и отказ системы. Каковы основные цели и задачи исследования надежности сооружений?
9. Общие принципы построения моделей надежности технических систем. Как классифицируются модели надежности?
10. В каких задачах применяются статические модели надежности типа "нагрузка-прочность" и какие законы распределения случайных величин при этом используются?
11. В каких задачах применяются динамические модели надежности?
12. В каких случаях оценки надежности применяется метод статистических испытаний и как оценивается при этом надежность системы?
13. Чем вызван случайный характер изменчивости нагрузок, действующих на строительные конструкции? Какие законы распределения используются для описания их изменчивости?
14. Чем вызван случайный характер изменчивости прочности материалов конструкций? Какие законы распределения применяются при этом?
15. Каковы цели расчета строительных конструкций на безопасность? Напишите выражения для оценки характеристики безопасности конструкций.
16. Нарисуйте схему последовательного соединения элементов системы. Как при этом оценивается надежность системы?
17. Нарисуйте схему параллельного соединения элементов системы. Как при этом оценивается надежность системы?
18. Нарисуйте схему смешанного соединения элементов системы. Как при этом оцениваются надежность системы?
19. Какие параметры являются исходными для моделирования сейсмического воздействия в виде случайного процесса? Напишите выражения для корреляционной функции случайного процесса типа "белого шума". Какой графический вид имеет спектральная плотность "белого шума"?
20. Как моделируется сейсмическое воздействие в виде нестационарного случайного процесса? Нарисуйте вид, огибающей для нестационарного случайного процесса типа сейсмического.
21. Как моделируются здания и сооружения в динамических расчетах на сейсмические воздействия? Чем отличаются линейные расчетные модели от нелинейных?
22. Приведите характерные для зданий и сооружений сейсмозащитой упруго-нелинейные и упруго-пластические зависимости типа "перемещение-реакция".
23. Что вы понимаете под линеаризацией нелинейности? Какие существуют методы линеаризации?
24. Что такое сейсмическая реакция? Как строятся вероятностные спектры реакции сооружения?

25. Как оценивается надежность сооружений, моделируемых одномассовым консольным стержнем при сейсмическом воздействии, представленном в виде стационарного случайного процесса.
26. Как приближенно оценивается надежность многомассовой системы при известных вероятностях отказов в уровнях масс?
27. Какие существуют способы повышения надежности сооружений? Как вы представляете понятие "резервирование сооружений"? какие элементы в сооружениях называются резервными элементами?
28. Какой математический аппарат используется для оценки надежности резервированных систем. Нарисуйте график переходов, характерные для сооружений с выключающимися и включающимися резервными элементами и объясните их содержание.
29. Как вы представляете цели и задачи проектирования сооружений по заданной надежности и по оптимальной надежности? Преимущества и проблемы перехода к методам расчета сооружений с учетом надежности.
30. Запишите выражение для вероятностно-экономического критерия оптимизационного расчета сооружений. Покажите графический характер изменения составляющих этого критерия и состояние, соответствующее оптимальной надежности.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

*и.о. зав. к.б. А.В.Р.*

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение и интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Кол-во изданий	
					В библиотеке	На кафедре
Основная						
1	2	3	4	5	6	7
1	лк., пр.	Методы теории надежности в задачах нормирования расчетных параметров строительных конструкций	Рейзер В.Д.	Стройиздат 1986г.	10	1
2	лк, пр, самост.	Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций	А.В. Перельмутер	АСВ, 2007	2	1
3	лк., пр, самост.	Методы теории вероятностей и теории надежностей в расчетах сооружений.	Болотин В.В.	Стройиздат 1982г.	10	1
4	лк., пр, самост.	Теория надежности в строительном проектировании	Рейзер В.Д.	АСВ, 1998	8	1
5	лк., пр, самост.	Надежность строительных конструкций	Лычев А.С.	АСВ, 2008	9	2
Дополнительная						
6	лк, пр	Вероятные методы в строительном проектировании	Г. Аугусти и др.	Стройиздат 1988	10	1
7	пр	Расчет элементов конструкций заданной надежности при случайных воздействиях	А.М. Арсланов	Машиностроение, 1987	5	1
8	лк., пр, самост.	Теория расчета строительных	Ржаницын А.Р.	Стройиздат	8	1

		конструкций на надежность		1981г.		
--	--	------------------------------	--	--------	--	--

Программное обеспечение и интернет-ресурсы

<http://www.scbist.com>,

<http://www.asi-rzd.ru>,

<http://www.zeldortrans-journal.ru>.

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекции по дисциплине читаются в аудитории 231 архитектурно-строительного факультета, оборудованной необходимой мебелью и интерактивной доской.

Практические занятия проводятся в аудитории 334, оборудованной доской, столами и стульями.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство»

Рецензент от выпускающей кафедры по направлению 08.03.01 «Строительство» и профилю подготовки «Промышленное и гражданское строительство»



подпись

профессор каф. СК и ГТС

должность

А.К. Юсупов

Ф.И.О.