



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)**

**Политехнический институт (Школа)**

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

Л.В. Ким

УТВЕРЖДАЮ

Директор Инженерно-строительного  
отделения

А.Э. Фарафонов

25.03.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций

**Специальность 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений**

Специализация «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 4

лекции 9 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы не предусмотрены

в том числе с использованием МАО лек. 3 / пр. 12 / лаб. - час.

всего часов аудиторной нагрузки 45 час.

в том числе с использованием МАО 15 час.

самостоятельная работа 36 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет не предусмотрен

экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений** утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 31 мая 2017 № 483.

Рабочая программа обсуждена на заседании Инженерно-строительного отделения (ИСО)

протокол № 7 от «25» марта 2020 г.

Директор ИСО к.т.н., доцент Фарафонов А.Э.

Составитель к.т.н., доцент Ким Л.В.

Владивосток  
2020

Оборотная сторона титульного листа РПД

**I. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании Инженерно-строительного отделения  
Инженерного департамента**

Протокол от «14» июня 2021 г. № 10

**Рабочая программа в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ШКОЛЫ:**

Протокол от «24» июня 2021 г. № 13

**Рабочая программа в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ:**

Протокол от «15» июля 2021 г. № 08-21

**II. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании департамента геоинформационных  
технологий**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ШКОЛЫ:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

**III. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании департамента геоинформационных  
технологий**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ШКОЛЫ**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель: формирование у обучающихся формирование компетенций о современных принципах и методах оценки и расчёта надёжности и долговечности строительных; приобретения знаний, умений и навыков, позволяющих принимать обоснованные инженерные решения с обеспечением надёжности строительных конструкций.

Задачи:

1. Формирование системных представлений о современном состоянии теории и практических методах вероятностных расчётов зданий и сооружений и оценки их надёжности;

2. Получение навыков и умений в практической инженерной деятельности выполнения вероятностных расчётов конструкций и оценки их надёжности и долговечности;

3. Приобретение умений для дальнейшего профессионального развития в области теории надёжности сооружений и вероятностных расчётов строительных конструкций.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Проектный	ПК-1. Способен регулировать, организовывать и планировать в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	ПК -1.1 Планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1 Планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Знает принципы нормирования надёжности и вероятностные основы расчета конструктивных систем зданий и их частей; методы оценки надёжности элементов и систем, реализация методов оценки надёжности на ЭВМ в современных компьютерных пакетах и вычислительных комплексах; принципы, лежащие в основе расчета надёжности конструктивных систем зданий и их частей
	Умеет использовать методы теории надёжности для практических целей при анализе, проектировании и расчете строительных конструкций на надёжность; выполнять расчеты конструкций на надёжность
	Владеет способами реализации и, в том числе, на ЭВМ, методов оценки надёжности элементов строительных конструкций, а также безопасности зданий и сооружений; ос-

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	новыми современными методами постановки, исследования и решения задач на надежность

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы 108 академических часов) (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел I. Вероятностные методы строительной механики	4	4	-	18	-	36	27	УО-1; ПР-12.
2	Раздел 2. Теория надежности строительных конструкций	4	5	-	18	-	36	27	
	Итого:		9	-		-	36	27	

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Лекционные занятия (9 час.)

#### Раздел 1. Вероятностные методы строительной механики (4 час.)

**Тема 1. Лекция-беседа. Расчётные параметры строительных систем как случайные величины (2 час.)**

Стохастическая природа расчётных параметров сооружений и строительных конструкций (воздействия, физико-механические характеристики материа-

лов, структурные и геометрические параметры), их основные виды и классификация как случайных факторов, влияющих на их надёжность и долговечность.

Использование аппарата теории вероятностей и математической статистики для описания случайных величин, используемых в расчётах сооружений и конструкций (обработка ограниченных выборок и гистограмм натуральных наблюдений и экспериментальных данных, использование программных продуктов и пакетов статистической обработки данных).

Типичные статистические сведения об основных видах различных расчётных параметров, сравнительный анализ их вероятностных свойств и возможных математических моделей распределений. Функциональные и численные характеристики расчётных параметров. Разработка расчетных схем сооружений и их элементов с применением вероятностных моделей климатических и технологических нагрузок

## **Тема 2. Аналитические и прикладные методы решения задач вероятностных расчётов строительных конструкций (2 час.)**

Основные сведения теории многомерных случайных величин (случайных векторов) в приложении к вероятностным расчётам напряжённо-деформированного состояния строительных конструкций и их элементов. Определение функциональных и численных характеристик выходных параметров в вероятностных расчётах конструкций. Аналитическое решение (модельные задачи).

Основные прикладные методы вероятностных расчётов – метод статистической линеаризации (МСЛ) и метод статистического моделирования (МСМ), их сравнительный анализ, возможности применения. Прямые модельные задачи определения вероятностных характеристик основных типов расчётных параметров строительных конструкций (сочетаний нагрузок, геометрических характеристик сечений, напряжений при разных видах деформаций) – точное решение, использование методов статистической линеаризации и статистических испытаний (статистического моделирования) с применением компьютерных программ.

Прямые и обратные задачи вероятностных расчётов параметров напряжённо-деформированного состояния элементов конструкций и простых балочных и рамных систем при растяжении-сжатии, изгибе, внецентренном сжатии, продольно-поперечном изгибе от разных видов воздействий (силовых, кинематических). Учёт геометрических несовершенств. Особенности представления результатов решения обратных задач вероятностных расчётов конструкций (определение областей).

Многократные реализации нагрузок, коррозионный износ, изменение вероятностных свойств материалов, учёт вероятностей отказов как редких событий).

## **Раздел 2. Теория надёжности строительных конструкций (5 час.)**

### **Тема 3. Общая схема и методология расчёта надёжности сооружений и строительных конструкций (2 час.)**

Реализация методов вычисления вероятности отказа при расчете конструкций. Обобщённая нагрузка (характеристика воздействия, нагрузочный фактор) и

обобщенная прочность (характеристика свойств системы). Основное обобщенное расчётное условие безотказности системы. Возможные критерии отказа сооружений и строительных конструкций. Многокритериальные условия безотказности. «Дерево рисков (отказов)».

Резерв работоспособности и его использование для расчёта надёжности. Зависимость обобщённого нагрузочного фактора и обобщённой характеристики собственных свойств системы от входных расчётных параметров.

Методология расчёта сооружений на надёжность на базе решения основных видов задач теории надёжности.

#### **Тема 4. Определение вероятности отказа и надёжности по обобщённым условиям работоспособности системы (2 час.)**

Обобщённая прочность (характеристика свойств системы) и обобщённая нагрузка (нагрузочный фактор) как функции случайных векторов входных параметров, определение их свойств через вероятностные характеристики многомерных случайных величин. Совместная плотность распределения обобщённой прочности и обобщённой нагрузки, её использование для определения резерва работоспособности, вероятности отказа и надёжности.

Практические способы вычисления вероятности отказа через характеристику безопасности. Варианты обеспечения выполнения условия безотказности за счёт изменений статистических характеристик различных групп входных параметров. Определение вероятности отказа и надёжности при многокритериальных требованиях безопасности.

#### **Тема 5. Надёжность и долговечность систем с различными способами соединения элементов (1 час.)**

Классификация и иерархия отказов. Зависимые и независимые отказы, их учёт и оценка значимости. Разновидности «дерева отказов».

Основные виды соединений элементов системы (параллельное, последовательное, комбинированное – последовательно-параллельное и параллельно-последовательное).

Примеры представления различных конструктивных систем сооружений (статически определимых и неопределимых балок, ферм, рам) как систем с различными способами соединения элементов.

Оценка надёжности и долговечности конструкций как систем с различными способами соединения элементов – последовательным, параллельным (с хрупким и упругопластическим разрушением), комбинированным. Понятие об общем и раздельном резервировании как средстве.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Практические занятия (36 часов)**

**Занятие 1. Вероятностные методы расчета строительных конструкций". Случайные величины (СВ): числовые характеристики дискретной СВ (4 час.)**

Определение числовых вероятностных характеристик параметров расчётной схемы конструкции как случайных величин, по заданным функциям распределения.

Статистическое моделирование распределений расчётных параметров конструкции (нагрузок, прочностных характеристик материала и др.) по исходным статистическим данным в виде выборок.

### **Занятие 2. Установление законов распределения СВ (4 час.)**

Построение гистограмм, подбор аналитических моделей распределения, использование компьютерных программ статистического моделирования (BESTFIT, Mathcad и др.).

### **Занятие 3. Вероятностный характер прочностных расчетов (4 час.)**

Изучение вероятностных свойств основных категорий расчётных параметров – нагрузок, глобальной и локальной геометрии конструкции, физико-механических характеристик материалов.

Нахождение функций распределения случайных величин, функционально зависящих от многомерных случайных аргументов (аналитическое решение).

### **Занятие 4. Количественные показатели надежности объектов: вероятность безотказной работы (4 час.)**

Решение задач расчета надёжности с применением критериев возможного исключения незначимых условий безотказности.

Вычисление надёжности конструкций как систем с различными способами соединения элементов.

Расчет надёжности конструкции с учетом фактора времени (коррозионный износ, учет редких событий и др.).

### **Занятие 5. Установление закона распределения показателя работоспособности по заданным законам распределения обобщенной нагрузки и обобщенной прочности (4 час.)**

Решение модельных задач определения вероятностных характеристик основных расчётных параметров для элементов строительных конструкций – нагрузок, геометрических характеристик сечений, напряжений при простых видах сопротивления. Использование специализированных и универсальных программных продуктов (VAR, Mathcad и др.). Сопоставление результатов вероятностных расчетов по МСЛ и МСМ.

### **Занятие 6. Ситуационные задачи. Определение вероятностных характеристик (4 час.)**

Вероятностные расчёты элементов конструкций и простых конструкций (балок, рам, ферм) с определением вероятностных характеристик выходных параметров НДС (усилий, перемещений, напряжений и др.) – прямые задачи; отыскание допустимых областей значений вероятностных характеристик входных параметров – обратные задачи.

Определение вероятностных характеристик параметров НДС конструкций с учётом фактора времени (коррозионный износ, изменение вероятностных свойств материалов, многократные реализации нагрузок).

### **Занятие 7. Ситуационные задачи. Прямые задачи определения надёж-**

**ности (4 час.)**

Прямые задачи определения надёжности конструкций разных типов при однокритериальном прочностном условии безотказности (в упругой стадии работы и по отношению к предельному равновесию).

Вычисление вероятностей отказов и оценка надёжности конструкций при многокритериальных условиях безотказности (по 1-й и 2-й группам расчётных предельных состояний).

**Занятие 8. Ситуационные задачи. Обратные задачи определения надёжности 4 час.)**

Решение обратных задач теории надёжности с построением областей допустимых значений вероятностных характеристик расчётных параметров конструкции (нагрузок, геометрических характеристик сечений) с использованием нормируемых показателей надёжности.

**Занятие 9. Заключительный семинар по проблемам теории надёжности строительных конструкций, зданий и сооружений (4 час.)**

Надёжность: основные понятия и свойства.

Обеспечение эксплуатационной надёжности зданий и сооружений : базовые положения.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	В течение семестра	Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы	10 часа	
2	1-3 неделя семестра	Подготовка к защите практической работы № 1	2 часа	УО-1, ПР-12 (собеседование/устный опрос, расчет-



				но-графическая работа)
3	4-6 неделя семестра	Подготовка к защите практической работы № 2	2 часа	УО-1, ПР-12 (собеседование/устный опрос, расчетно-графическая работа)
4	7-9 неделя семестра	Подготовка к защите практической работы № 3	2 часа	УО-1, ПР-12 (собеседование/устный опрос, расчетно-графическая работа)
5	10-12 неделя семестра	Подготовка к защите практической работы № 4	2 часа	УО-1, ПР-12 (собеседование/устный опрос, расчетно-графическая работа)
6	13-15 неделя семестра	Подготовка к защите практической работы № 5	2 часа	УО-1, ПР-12 (собеседование/устный опрос, расчетно-графическая работа)
7	16-18 неделя семестра	Подготовка к экзамену	7 часов	экзамен
Итого:			27 часа	

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой, и сдачи практических работ.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

#### *Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях.

Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

**Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

Подготовка к практическим работам заключается в:

- Выбор и обоснование схем внутреннего водоснабжения и водоотведения;
- Изучение нормативной литературы;
- Подготовка к защите практических работ.

#### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Водоснабжение зданий	ПК -1.1 Планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Знает основные принципы и виды работ по монтажу внутренних систем водоснабжения	УО-1, ПР-12 (собеседование/устный опрос, расчетно-графическая работа)	вопросы к экзамену 1-12
			Умеет разрабатывать планы монтажа систем водоснабжения	УО-1, ПР-12 (собеседование/устный опрос, расчетно-графическая работа)	
			Владеет навыками выбора проектных решений систем водоснабжения	УО-1, ПР-12 (собеседование/устный опрос, расчетно-графическая работа)	
2	Раздел 2. Водоотведение зданий	ПК -1.1 Планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Знает основные принципы и виды работ по монтажу внутренних систем водоотведения	УО-1, ПР-12 (собеседование/устный опрос, расчетно-графическая работа)	вопросы к экзамену 13-21
			Умеет разрабатывать планы монтажа систем водоотведения	УО-1, ПР-12 (собеседование/устный опрос, расчетно-графическая работа)	
			Владеет навыками выбора проектных решений систем водоотведения	УО-1, ПР-12 (собеседование/устный опрос, расчетно-графическая работа)	
3	Раздел 3. Монтаж систем внутреннего водоснабжения и водоотведения, их экс-	ПК -1.1 Планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Знает основные принципы и по увязке внутренних систем водоснабжения и водоотведения с другими инженерными сетями	УО-1, ПР-12 (собеседование/устный опрос, расчетно-графическая работа)	вопросы к экзамену 22-23
			Умеет разрабатывать схе-	УО-1, ПР-12	

	платация. Взаимодей- ствие с дру- гими инже- нерными си- стемами		мы монтажа систем в связ- ке с другими инженерными сетями	(собеседова- ние/устный опрос, расчет- но-графическая работа)	
			Владеет навыками выбора проектных решений	УО-1, ПР-12 (собеседова- ние/устный опрос, расчет- но-графическая работа)	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Лукашенко В.И. Курс лекций по дисциплине «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций» : учебное пособие / Лукашенко В.И. Казань : Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. 220 с. ISBN 978-5-7829-0541-5. Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/73303.html> (дата обращения: 17.06.2021). Режим доступа: для авторизир. пользователей.

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-73303&theme=FEFU>

2. Ротштейн Д.М. Вероятностные методы в расчетах надежности строительных конструкций : монография / Ротштейн Д.М. Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. 86 с. ISBN 978-5-9961-1467-2. Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/83684.html> (дата обращения: 17.06.2021). Режим доступа: для авторизир. пользователей.

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-83684&theme=FEFU>

3. Жирабок А.Н. Надежность и точность технических систем: для студентов направлений 11.03.03 и 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» очной формы обучения: учебно-методическое пособие / Инженерная школа ДВФУ. Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2018. 32 с. 7 экз.

### **Дополнительная литература**

1. Сахненко М.А. Эксплуатационная надежность портовых гидротехнических сооружений : тестовые вопросы и ответы для контроля знаний студентов по дисциплине / Сахненко М.А. Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2009. 61 с. Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/47966.html> (дата обращения: 17.06.2021). Режим доступа: для авторизир. пользователей.

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-47966&theme=FEFU>

2. Сахненко, М. А. Безопасность и эксплуатационная надежность гидротехнических сооружений : практикум / М. А. Сахненко. Москва : Альтаир-МГАВТ, 2014. 88 с. Текст : электронный. URL: <https://znanium.com/catalog/product/503104> (дата обращения: 17.06.2021). Режим доступа: по подписке.

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=Znanium:Znanium-503104&theme=FEFU>

3. Теория надежности сооружений / В. Д. Райзер. Москва : Изд-во АСВ, 2010. 383 с. 1 экз. чит зал ДВФУ.

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:667912&theme=FEFU>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

#### **«Интернет»**

1. Кодификация РФ. действующее законодательство Российской Федерации. <https://rulaws.ru>

2. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>

3. Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru/> .

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Пакет программного обеспечения Microsoft Office (Word, Outlook, Power

Point, Excel)

2. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
3. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
4. Федеральный портал «Российское Образование». Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. География. [http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe\\_obshee?discipline\\_oo=16&class=&learning\\_character=&accessibility\\_restrictions=](http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe_obshee?discipline_oo=16&class=&learning_character=&accessibility_restrictions=)

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Научная библиотека ДВФУ  
<https://lib.dvfu.ru:8443/search/query?theme=FEFU>
2. Электронно-библиотечная система - <http://znanium.com/>
3. Сайт Центральной библиотеки образовательных ресурсов - [www.edulib.ru](http://www.edulib.ru)
4. Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru>
5. Сетевая библиотека - <http://www.netlibrary.com>
6. Российская Государственная библиотека - <http://www.rsl.ru>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, практические занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, практические занятия.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

*Практические занятия* акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к экзамену.** К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт.	Специализированное ПО не требуется.

10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	
---------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Для дисциплины «Водоснабжение и водоотведение» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)

Письменные работы:

1. Контрольно-расчетная работа (ПР-12)

**Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

**Письменные работы**

Контрольно-расчетная работа (ПР-12) – средство проверки умений приме-



нять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Водоснабжение и водоотведение» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (3-й, осенний семестр). Экзамен по дисциплине включает ответы на 3 вопроса.

### **Методические указания по сдаче экзамена**

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой.

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамену, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются на экзамен с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

В зачетную книжку студента вносятся только записи «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», запись «неудовлетворительно» вносится только в экзаменационную ведомость. При неявке студента на зачет в ведомости делается запись «не явился».

### **Вопросы к экзамену**

1. Понятия надёжности и долговечности (качественное и количественное истолкование), отказа, безотказности. Взаимосвязь надёжности и долговечности. Изменение надёжности во времени.

2. Возможные пути управления надёжностью и долговечностью сооружений и конструкций.

3. Основные задачи теории надёжности и принципиальные пути их решения.

4. Основные виды и классификация случайных величин, влияющих на надёжность и долговечность строительных конструкций.

5. Стохастическая природа основных видов случайных расчётных параметров строительных конструкций (воздействия, физико-механические характеристики материалов, геометрические параметры); общая характеристика их вероятностных свойств.

6. Функциональные и числовые статистические характеристики расчётных параметров.

7. Статистическая строительная механика как аппарат решения задач теории надёжности строительных конструкций; её сущность и основные задачи (прямая, обратная, синтез стохастической системы, оптимизационная).

8. Особенности формирования вероятностной расчётной модели сооружения (конструкции).

9. Расчётные параметры конструкции как компоненты случайного вектора. Характеристики многомерной случайной величины.

10. Определение функциональных и численных характеристик случайного вектора выходных параметров в вероятностных расчётах конструкций через стохастические характеристики вектора входных параметров (понятие об аналитическом решении).

11. Основные прикладные методы вероятностных расчётов – метод статистической линеаризации и метод статистических испытаний (статистического моделирования), их сравнительный анализ, области рационального применения.

12. Формула метода статистической линеаризации для определения дисперсии случайной величины, являющейся функцией случайного вектора (общий вид и вариант для статистически независимых компонентов вектора аргументов).

13. Решение прямой задачи вероятностного расчёта усилий, напряжений и перемещений конструкций методом статистической линеаризации. Формы представления результатов расчёта.

14. Формулировка обратной задачи вероятностного расчёта (модельные задачи). Особенности представления результатов решения обратной задачи.

15. Изменение во времени стохастических расчётных параметров системы (учёт коррозионного износа, временных изменений физико-механических свойств материалов, воздействий, геометрических характеристик).

16. 16. Оценки вероятностных характеристик нагрузок при многократных загрузениях системы на основе распределения экстремумов и учёта повторяемости случайных величин.

17. Общий подход к оценке надёжности с использованием понятий обобщённой нагрузки и обобщённой прочности. Зависимость обобщённого нагрузочного фактора и обобщённой характеристики собственных свойств системы от входных расчётных параметров.

18. Возможные критерии отказа строительных конструкций. Многокритериальные условия безотказности (ненаступления расчётных предельных состояний). Понятие о «дереве отказов (рис-ков)».

19. Основное обобщённое расчётное условие безотказности системы. Резерв работоспособности и его использование для расчёта надёжности.

20. Обобщённые прочность и нагрузка (нагрузочный фактор) как функции случайных векторов входных параметров, определение их свойств через вероятностные характеристики многомерных случайных величин.

21. Совместная плотность распределения обобщённой прочности и обобщённой нагрузки, её использование для определения резерва работоспособности, вероятности отказа и надёжности.

22. Характеристика безопасности (индекс надёжности), её изменения в зависимости от изменений статистических характеристик различных групп входных параметров.

23. Вычисление вероятности отказа через характеристику безопасности (индекс надёжности); определение вероятности отказа в случае нормального распределения резерва работоспособности (использование функции Лапласа, приближённые выражения вероятности отказа через индекс надёжности).

24. Постановка и алгоритм решения прямой задачи теории надёжности по многокритериальным условиям безотказности. Критерии возможного исключения незначимых условий ненаступления расчётных предельных состояний.

25. Принципиальная схема решения обратной (проектной) задачи теории надёжности. Варианты постановки обратной задачи (определение доверительных областей значений характеристик нагрузок и/или геометрических характеристик сечений элементов конструкций, возможные иные постановки). Учёт множественности условий работоспособности системы, обеспечение требуемого показателя надёжности.

26. Временная зависимость вероятности отказа. Понятие о непосредственном учёте времени в расчёте надёжности и долговечности сооружения, конструкции, элемента. Косвенный учёт фактора времени на основе представления отказа системы как редкого события.

27. Случайные функции (процессы), их свойства, операции над случайными функциями.

28. Свойство эргодичности случайной функции (процесса). Выбросы случайной функции, использование теории выбросов для описания нагрузок.

29. Общая схема расчёта надёжности и долговечности строительных конструкций и сооружений при поликритериальных условиях безотказности.

30. Понятие о сооружениях и строительных конструкциях как системах с различными видами соединений элементов (последовательным, параллельным, комбинированным).

31. Надёжность и долговечность системы с последовательным соединением элементов. Формулы для вычисления надёжности и долговечности системы по характеристикам надёжности элементов.

32. Определение надёжности и долговечности системы с параллельным соединением элементов. Сравнение показателей надёжности и долговечности систем, отличающихся видом соединений элементов (параллельным или последовательным) при одинаковой надёжности элементов.

33. Вычисление надёжности и долговечности систем с комбинированным соединением элементов (параллельно-последовательным, последовательно-параллельным).

34. Понятие о резервировании как средстве улучшения характеристик надёжности, долговечности и живучести инженерных систем. Общее и раздельное резервирование.

35. Отражение понятий теории надёжности и реализация её принципов в отечественных и зарубежных нормах проектирования строительных конструкций. Подходы к нормированию значений различных величин и коэффициентов надёжности в нормативных документах.

36. Оценка метода расчётных предельных состояний с позиций теории надёжности.

37. Обобщённый коэффициент запаса, коэффициенты надёжности по нагрузке и материалу, их связь с индексом надёжности и другими вероятностными характеристиками обобщённой прочности и нагрузочного фактора. Учёт вероятностной природы сочетаний нагрузок, ответственности строительной системы.

38. Неэкономические и экономические риски отказов сооружений и конструкций. Понятие о нормировании показателей надёжности и долговечности строительных систем.

### **Критерии выставления оценки студенту на зачете**

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

<b>Оценка</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
<b>«Отлично»</b>	Оценка «Отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
<b>«Хорошо»</b>	Оценка «Хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения..

«Удовлетворительно»	Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ
«Неудовлетворительно»	Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, контрольно-расчетных работ, по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

### **Вопросы для собеседования**

1. Случайные величины: числовые характеристики непрерывной СВ
2. Законы распределения СВ
3. Установление законов распределения СВ
4. Правило трех сигма
5. Понятие о квантилях
6. Зависимости между СВ
7. Композиция законов распределения

8. Вероятностный характер прочностных расчетов
9. Выбор предельного состояния
10. Классификация отказов
11. Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы
12. Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов: средняя наработка до отказа
13. Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов: интенсивность отказов
14. Оценка надежности элементов конструкций: запас прочности
15. Оценка надежности элементов конструкций: вероятность безотказной работы
16. Определение вероятности безотказной работы по заданным законам распределения обобщенной нагрузки
17. Установление закона распределения показателя работоспособности по заданным законам распределения обобщенной нагрузки и обобщенной прочности
18. Определение числовых характеристик коэффициента запаса прочности
19. Определение вероятности безотказной работы при нормальном распределении коэффициента запаса прочности
20. Расчет надежности элементов конструкций с использованием числовых характеристик коэффициента запаса прочности при нормальном распределении обобщенной нагрузки и обобщенной прочности.

### Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

### Тематика контрольно-расчетных работ

Студент самостоятельно выполняет 2 расчётно-графических задания:

- 1) по вероятностному расчёту параметров напряжённо-деформированного состояния плоской стержневой конструкции;



2) по определению надёжности конструкции по многокритериальному условию безотказности.

В процессе работы над заданиями и изучения рекомендованных учебно-методических материалов происходит освоение вопросов теории вероятностных расчётов и обеспечения надёжности строительных конструкций на доступных для истолкования моделях (расчётных схемах), ассоциирующихся с реальными строительными системами.

Расчётные части задания предусматривают использование специализированных компьютерных программ, позволяющих уменьшить трудоёмкость рутинных вычислительных процедур и сосредоточить внимание на сущностной стороне решаемых задач.

Объем индивидуального задания по вероятностному расчёту конструкции – до 20 страниц (А4) расчётов, схем и графиков; индивидуального задания по определению надёжности – до 15 с. Возможно выполнение индивидуальных заданий с элементами исследовательского характера авторскими коллективами из 2-3 студентов.

Защите индивидуального задания с ответами на вопросы теоретического характера по теме задания предшествует самостоятельное решение вспомогательных задач.

Цели выполнения индивидуальных заданий:

- закрепление теоретических знаний в процессе решения модельных задач вероятностного расчёта конструкций и расчёта надёжности;
- выработка представлений о практическом инженерном значении расчётов стохастических характеристик НДС и надёжности зданий и сооружений;
- приобретение практических навыков работы с программными продуктами для вероятностных расчётов и расчётов надёжности;
- формирование навыков инженерной оценки вероятности отказа зданий, сооружений и конструкций в эксплуатационном состоянии.

### **Расчетно-графические работы**

1. Расчёт вероятностных характеристик параметров напряжённо-деформированного состояния плоской стержневой конструкции.

Предусмотрено решение прямой задачи вероятностного расчёта усилий, перемещений или напряжений в стохастической плоской балочной, рамной, комбинированной системе или ферме от силовых или кинематических воздействий прикладными методами статистической линеаризации и статистического моделирования. При выполнении задания могут применяться компьютерные программы VAP, BESTFIT, Mathlab, ANSYS.

2. Расчёт надёжности конструкции по многокритериальному условию безотказности.

Определение вероятности отказа и надёжности конструкции (стержневой, пластинчатой, комбинированной) по комплексным критериям прочности, жёсткости и устойчивости в упругой стадии работы и в состоянии предельного равновесия, с использованием компьютерных программных средств.

### Критерии оценки контрольно-расчетных работ

Оценка	Требования
<i>«зачтено»</i>	Студент самостоятельно выполнил контрольно-расчетную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности этапов проведения работы. Допускается неточность решений, по которым нет достаточной информации, но в логических пределах.
<i>«не зачтено»</i>	Студент выполнил работу не полностью, в ходе работы допускает грубые ошибки, которые не может исправить. Контрольно-расчетная работа не выполнена.