



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
«Строительные материалы и изделия»

Цуприк В.Г.

« 29 » января 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента  
«Морские арктические технологии»



Беккер А.Т.

« 29 » января 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория надёжности и долговечности строительных материалов

**Направление подготовки**

08.06.01 Техника и технологии строительства

Профиль «Строительные материалы и изделия»

**Форма подготовки (очная)**

курс 2 семестр 3  
лекции 18 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы не предусмотрены  
с использованием МАО лек. 6 / пр. 6 / лаб. \_\_\_ час.  
всего часов контактной работы 36 час.  
в том числе с использованием МАО 12 час.  
самостоятельная работа 108 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 18 час.  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрена  
экзамен 3 семестр

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 873

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента Морских арктических технологий, протокол № 5 от « 27 » января 2021 г.

Составитель: канд. техн. наук, доцент, Цуприк В.Г.

## **Аннотация РПД «Теория надёжности и долговечности строительных материалов»**

Дисциплина «Теория надёжности и долговечности строительных материалов» предназначена для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства, профиль «Строительные материалы и изделия». Трудоемкость дисциплины – 4 зачетные единицы (144 академических часов), включает в себя 18 часа лекций, 18 часа практических занятий и 108 часа самостоятельной работы, в том числе 18 часов на подготовку к экзамену. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена в третьем семестре. Дисциплина «Теория надёжности и долговечности строительных материалов» входит в вариативную часть учебного плана Б1.В.ОД.4 и является обязательной дисциплиной.

Дисциплина обеспечивает высокий уровень овладения аспирантами современных методов исследования надежности и долговечности строительных материалов и изделий, что позволяет им использовать достижения мировой науки в научно-исследовательской и преподавательской деятельности.

**Цель дисциплины** является формирование у аспирантов общего представления о математических подходах и алгоритмах оценки надежности различных инженерных систем, приобретение практических навыков расчета надежности и долговечности строительных материалов и изделий.

### **Задачи дисциплины:**

- дать представление о месте и роли надежности и долговечности строительных материалов и их технико-экономическую оценку в структуре промышленности Дальнего Востока;
- дать представление о сырьевой базе и основных тенденциях и перспективах развития строительных материалов с заданными свойствами надежности и долговечности;
- сформировать общее представление о математических подходах и алгоритмах оценки надежности различных технических систем;

- изучить основное лабораторное оборудование, применяемое в исследовании надёжности и долговечности строительных материалов;
- изучить влияние надёжности и долговечности на строительно-технические свойства строительных материалов и изделий.

Для успешного изучения дисциплины «Теория надёжности и долговечности строительных материалов» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- теоретические основы исследования сырья, составов и технологии производства вяжущих веществ, с использованием местного сырья и отходов промышленности;
- теоретические основы исследования физико-химических процессов структурообразования и технологии получения новых строительных материалов;
- влияние технологии производства на физико-механические и эксплуатационных свойств вяжущих веществ, и строительных материалов и изделий на их основе.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 Разработка теоретических основ получения, составов и принципов производства эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности	знает	научные основы теории надёжности и долговечности строительных материалов
	умеет	осуществлять выбор сырья, проектирование состава и технологии производства с заданным уровнем надёжности и долговечности строительных материалов
	владеет	основами методики исследования надёжности и долговечности строительных материалов
ПК-2 Способность управлять физико-химическими процессами структурообразова-	знает	влияние физико-химических процессов структурообразования и технологии получения на надёжность и долговечность новых строительных материалов
	умеет	исследовать зависимость надёжности и долговечности от

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ния и технологией получения новых строительных материалов		физико-химических процессов и технологии производства строительных материалов
	владеет	методикой управления физико-химическими процессами и технологией производства с заданным уровнем надежности и долговечности строительных материалов
ПК-3 Готовность обеспечивать высокие эксплуатационные свойства новых строительных изделий и конструкций при механическом нагружении и воздействии окружающей среды	знает	научные основы управления надежностью и долговечностью строительных материалов с заданными свойствами в зависимости от конкретных условий изготовления и эксплуатации строительных изделий
	умеет	исследовать строительные материалы и конструкции, обладающие заданными физико-механическими и эксплуатационными свойствами
	владеет	современными методами исследования и контроля физико-механических и эксплуатационных свойств строительных материалов

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теория надёжности и долговечности строительных материалов» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: презентации, кейс-технологии, проблемные лекции, метод анализа конкретных ситуаций, метод разыгрывания ролей, метод игрового производственного проектирования, мозговой штурм, интерактивное занятие с применением видеоматериалов, и др.

Широкое применение получают методы: круглые столы (дискуссии, дебаты), тематические конференции, деловые игры, имитирующие реальные условия при исследовании технологических процессов производства вяжущих материалов и строительных материалов на их основе, при проектирование заводских технологий.

**I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА  
(18 час., в том числе 6 час. с использованием методов активного обучения)**

**РАЗДЕЛ I. Теория надежности технических систем (12/6 час.).**

**Тема 1. Количественные характеристики технических систем. (2/2 час.).** Основные понятия и определения теории надежности. Повреждения и отказы. Классификация. Этапы анализа и показатели надежности ТС. Априорный и апостериорный анализ надежности ТС. (Единичные ПН, определяющие свойство безотказности. Единичные ПН, определяющие свойство восстанавливаемости. Комплексные ПН. Показатели долговечности и сохраняемости.)

**Тема 2. Математические модели в теории надежности ТС. (2 час.).** Зависимость интенсивности отказов от времени. Распределение Вейбулла. Экспоненциальное распределение. Распределение Релея. Гамма-распределение. Треугольное распределение. Сумма (суперпозиция) распределений. Нормальное и усеченное нормальное распределения. Экспоненциальное распределение длительности восстановления. Законы распределения дискретных случайных величин.

**Тема 3. Апостериорный анализ (расчет) надежности ТС. (2 час.).** Постановка задачи. Оценка надежности невозстанавливаемого ЭРН. Оценка надежности восстанавливаемого ЭРН.

**Тема 4. Мероприятия по формированию показателей надёжности на различных стадиях проектирования (2 час.).** Выбор и обоснование показателей надежности. Назначение норм надежности. Распределение норм надежности по элементам. Методы, подтверждающие выполнение норм надежности. Составление логических схем для расчета надежности. Выбор и уточнение значений показателей надежности.

**Тема 5. Общие методы расчёта надёжности проектируемых ТС различных типов (2 час.).** Способы и основные этапы определения надежности проектируемых систем. Метод интегральных уравнений. Метод дифференци-

альных уравнений. Метод оценки надежности по графу возможных состояний систем. Расчет потерь производительности систем из-за ненадежности элементов.

**Тема 6. Методы повышения надежности (2/2 час.).** Основные понятия, определения и классификация методов резервированных ТС. Расчет надежности ТС при структурном резервировании. (Общие положения. Общее резервирование с постоянно включенным резервом и целой кратностью. Раздельное резервирование с постоянно включенным резервом и целой кратностью. Общее и раздельное резервирование замещением и целой кратностью. Резервирование с дробной кратностью.) Расчет надежности ТС с информационной избыточностью. Расчет надежности ТС с временным резервированием.

## **РАЗДЕЛ II. Долговечность строительных материалов (6 час.).**

**Тема 1. Эксплуатационные факторы долговечности материалов (2/2 час.).** Основные группы эксплуатационных факторов: температурно-влажностные, агрессивные среды, механические напряжения. Внешние эксплуатационные воздействия. Условия корродирования. Влияние температурно-влажностного режима на свойства строительных материалов. Классификация рабочих сред и общие особенности их длительного воздействия на изделия. Газообразные рабочие среды (органические и неорганические). Жидкие среды (грунтовые, речные, морские воды; промышленные стоки; органические и минеральные кислоты и т. д). Твердые агрессивные среды: пыль, песок, соли, уголь, сланцы.

**Тема 2. Долговечность бетона и железобетона (2 час.).** Температуростойкость цементного камня и бетона. Физическая и химическая коррозия цементного камня и бетона. Виды коррозии бетона по классификации В.М. Москвина. Коррозия I вида и способы ее предупреждения. Коррозия II вида и меры защиты от нее. Коррозия III вида. Механизм сульфатной коррозии. Коррозия III вида от кристаллизации солей и действия полимеров. Механизм процессов разрушения. Действие на бетон щелочей окружающей среды. Коррозия бетона при действии щелочей цемента на кремнезем заполнителей. Химическая и электро-

химическая коррозия металла. Коррозия арматурной стали в ЖБК. Условия пассивного состояния арматуры в бетоне.

**Тема 3. Методы оценки и прогноза долговечности (2 час.).** Методы определения и критерии оценки стойкости материалов. Качественные методы. Количественные методы. Методы прогнозирования долговечности. Влияние длительного воздействия механических напряжений на свойства строительных материалов. Молекулярно-кинетическая флуктуационная концепция прочности.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 час., в том числе 6 час. с использованием методов активного обучения)**

**Лабораторные работы - не предусмотрены**

**Практические занятия (18/6 час.)**

**Занятие 1. Математический аппарат теории надежности. Расчет количественных характеристик ТС. (2 час.)**

Задача 1.1. Определить единичные ПН безотказности  $p(t)$ ,  $\lambda(t)$  и  $T_{cp}$ , если в результате анализа данных об отказах ТС установлено, что частота отказов системы имеет вид:  $\omega(t) = 2\lambda e^{-\lambda t} (1 - e^{-\lambda t})$

Задача 1.2. Определить параметр потока отказов  $\Omega(t)$ , если в результате анализа данных об отказах ТС установлено, что частота отказов системы имеет вид:  $\omega(t) = \lambda^2 t e^{-\lambda t}$

Задача 1.3. Определим функцию и коэффициент готовности ТС, если известно, что интенсивность отказов системы  $\lambda = 0,02 \text{ ч}^{-1} = \text{const}$ , а среднее время восстановления  $t_b = 10 \text{ ч}$ .

**Занятие 2. Построение математических моделей надежности. (2 час.)**

Задача 2.1. Найти Гамма-функцию, если  $\Gamma(4,7) = 3,7 \cdot 2,7 \cdot 1,7 \cdot \Gamma(1,7)$ .

Задача 2.2. Начертить график Гамма-функции, если  $\Gamma(0,7) = \frac{\Gamma(1,7)}{0,7} = 1,298$

Задача 2.3. Определить среднюю наработку  $T_{cp}$  и интенсивность отказов  $\lambda(t)$  для ТС, время БР которой подчиняется закону Вейбулла с параметрами  $\delta = 1,5$ ;  $\lambda = 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$  за время работы  $t = 100 \text{ ч}$ .

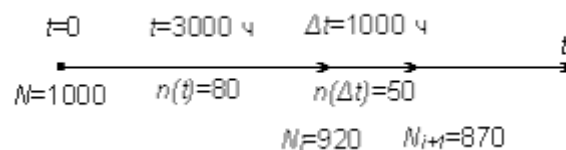
Задача 2.4. Нарботка ТС до отказа описывается экспоненциальным распределением с параметром  $\lambda=10^{-4} \text{ ч}^{-1}$ . Определить  $p(t)$  и  $\omega(t)$  системы за время работы  $t=2000 \text{ ч}$ , а также среднюю наработку  $T_{\text{ср}}$ .

Задача 2.5. Построить график  $\lambda(t)$  для суммы двух показательных распределений при  $\lambda_2 > \lambda_1$ ; найти среднюю наработку на отказ для суперпозиции двух показательных распределений:  $\omega(t) = c_1 \lambda_1 e^{-\lambda_1 t} + c_2 \lambda_2 e^{-\lambda_2 t}$

Задача 2.6. Нарботка ТС до отказа подчинена усеченному нормальному закону с параметрами  $T_{\text{ср}} = 8000 \text{ ч}$ ,  $\sigma_T = 2000 \text{ ч}$ . Определить основные ПН безотказной работы ТС за  $t=4000 \text{ ч}$ .

### **Занятие 3. Расчет надежности ТС. (2 час.)**

Задача 3.1. На испытание поставлено 1000 ЭРН. За 3000 часов отказало 80 ЭРН, а за интервал времени 3000÷4000 часов отказало еще 50 ЭРН. Определить статистические оценки основных ПН этой партии ЭРН за 3000 часов и в интервале времени 3000÷4000 часов.

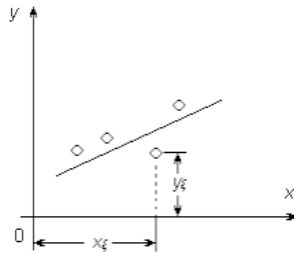


Задача 3.2. На испытания поставлены три экземпляра однотипных ТС. За период наблюдения было зафиксировано 6 отказов первой ТС, 11 и 8 отказов соответственно второй и третьей ТС. При этом наработка первой ТС составила 181 час, второй – 329 часов и третьей – 245 часов. Определить наработку аппаратуры на отказ.

### **Занятие 4. Показатели надёжности на различных стадиях. (2 час.)**

Задача 4.1. Рассмотреть зависимость ПН ( $y$ ) от технической характеристики ( $x$ ). Приблизительно оценить влияние изменения технических характеристик объекта на величину показателя (нормы) надежности. Найти коэффициент  $K_T$ .





**Задача 4.2.** Проектируется изделие из трех равнонадежных последовательных каскадов. Задана вероятность БР усилителя  $P(t)=0,98$  в течение  $t_{из}=2000$  ч. Определить значение  $\lambda(t)$  для каждого режима работы.

**Задача 4.3.** Проектируется устройство, состоящее из трех блоков А, В, С. Задана вероятность БР объекта  $P_{об}(t_1)=0,97$  в течение  $t_1=100$  ч. Имеется прототип, состоящий из блоков А, В, С, каждый из которых характеризуется интенсивностью отказов соответственно:  $\lambda_{A0}=10^{-4}$ ;  $\lambda_{B0}=8 \cdot 10^{-4}$ ;  $\lambda_{C0}=3 \cdot 10^{-4}$  [ч<sup>-1</sup>]; Определить нормы надежности в виде интенсивности отказов  $\lambda$  для проектируемых блоков  $A_1, B_1, C_1 \Rightarrow \lambda_{A1}, \lambda_{B1}, \lambda_{C1}$ .

**Задача 4.4.** Проектируемое устройство состоит из двух последовательных блоков  $A_1$  и  $B_1$ . Задана вероятность БР проектируемого объекта  $P(t)=0,97$  в течение времени  $t_1=100$  ч. Дата выпуска проектируемого устройства 2017 г. Изменение интенсивностей отказов по анализам данных за 2002÷2012 годы для блоков, аналогичных блокам  $A_1$  и  $B_1$ , может быть по годам выпуска аппроксимировано выражением:  $\lambda = \lambda_{02} \exp[-v(L-2002)]$ , где:  $\lambda_{02}$  – интенсивность отказа изделия, выпущенного в 2002 году;  $L$  – год выпуска блока.

Для блока  $A_0$ :  $\lambda_{A02}=1,4 \cdot 10^{-4}$  ч<sup>-1</sup>;  $v_A=0,034$  год<sup>-1</sup>;

Для блока  $B_0$ :  $\lambda_{B02}=28 \cdot 10^{-4}$  ч<sup>-1</sup>;  $v_B=0,14$  год<sup>-1</sup>.

Определить нормы надежности для ПН блоков А и В в виде интенсивности отказов  $\lambda_{A1}$  и  $\lambda_{B1}$ .

**Задача 4.5.** Вероятность БР ТС в течение  $t$  равна  $P_{ТС}(t)=0,95$ . ТС состоит из  $n=120$  равнонадежных элементов. Определить вероятность БР элемента ТС.

**Занятие 5. Методы: дифференциальных уравнений, графа возможных состояний систем. (2 час.)**

**Задача 5.1.** Вычислить коэффициент готовности системы, если коэффициент готовности каждого из  $n$  элементов системы соответственно равны:

$K_{Г1}, K_{Г2}, \dots, K_{Гi}, \dots, K_{Гn}$ . Считаем, что вся система отказывает, если отказал хотя бы один из ее элементов. Необходимо рассмотреть все состояния системы. Для этого составить граф состояний. Принять  $K_{Г1} = 0,6$ ;  $K_{Г2} = 0,7$ ;  $K_{Г3} = 0,8$ .

Задача 5.2. ТС состоит из трех узлов. Отказ любого узла – отказ ТС. Известны интенсивности отказов  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  и интенсивности восстановлений  $\mu_1, \mu_2, \mu_3$  узлов ТС. Определить  $K_{ТС}$  – коэффициент готовности ТС?

### **Занятие 6. Расчет потерь производительности систем из-за ненадежности элементов (2 час.)**

Задача 6.1. Вывести общие закономерности потерь производительности ТС по «схеме одного отказа» и «схеме двух отказов».

**Занятие 7. Подготовка материалов для морозостойкости. (2/2 час.)**  
Подготовка материалов (цемента, песка, крупного заполнителя) для определения коррозионной стойкости цементного камня и бетона.

### **Занятие 8. Изготовление образцов. (2/2 час.)**

Изготовление образцов балочек из цементно-песчаного раствора без добавок и с добавками для определения коррозионной стойкости в жидких агрессивных средах. Изготовление образцов кубиков из бетона без добавок и с добавками для определения морозостойкости. Испытание серии образцов. Определение пределов прочности при сжатии и изгибе. Укладка другой серии образцов в жидкие агрессивные среды.

### **Занятие 9. Испытание образцов. (2/2 час.)**

Прогнозирование морозостойкости раствора и бетона в соответствии с индивидуальным заданием. Испытание образцов. Определение коэффициентов коррозионной стойкости цементного камня и бетона. Анализ результатов экспериментального определения морозостойкости бетона.

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теория надёжности и долговечности строительных материалов» представлено в приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций	Оценочные средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Теория надежности технических систем	ПК-1, ПК-2, ПК-3	знает умеет владеет	Собеседование Вопросы на экзамен 1-12
2	Долговечность строительных материалов	ПК-1, ПК-2, ПК-3	знает умеет владеет	Собеседование Вопросы на экзамен 13-24

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

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

### **Основная литература**

1. Труханов. В.М. Надежность технических систем / М.: Машиностроение, 2008-585 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:259913&theme=FEFU>

2. Шишмарев В.Ю. Надежность технических систем. М.: Академия, 2010 - 304 с

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:669069&theme=FEFU>

3. Попова А.А. Методы защиты от коррозии. Курс лекций: учебное пособие / А.А. Попова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 272 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/50169/#2>

3. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем : учебное пособие / Е.А. Лисунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/56607/#1>

4. Малафеев С.И. Надежность технических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Москва: Лань, 2012. - 320 с.: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2778](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2778)

5. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 316 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/87584/#1>

### **Дополнительная литература**

1. Надежность технических систем: справочник / Ю. К. Беляев, В. А. Богатырев, В. В. Болотин и др.; под ред. И. А. Ушакова. М.: Радио и связь, 1985 - 606 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:412113&theme=FEFU>

2. Райкин А.Л. Элементы теории надежности технических систем / А.Л. Райкин; под ред. И.А. Ушакова. М.: Советское радио, 1978 - 280 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:874988&theme=FEFU>

3. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: справочник: в 2 т. т. 2 / А. А. Герасименко, А. К. Баталов, Б. В. Бочаров и др.; под ред. А. А. Герасименко. М.: Машиностроение, 1987 - 783 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:389089&theme=FEFU>

4. Обеспечение надежности сложных технических систем : учебник / А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов, О.Л. Шестопалова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 352 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/93594/#1>

5. Шкляр В.Н. Надежность систем управления: учебное пособие/В.Н. Шкляр; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011.

<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m416.pdf>

#### **Нормативные документы**

1. ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения – Введ. 2017-03-01– М.: Стандартиформ, 2016. – 25 с.

2. ГОСТ 25881-83. Бетоны химически стойкие. Методы испытаний. – Введ. 1984-07-01. – 7 с.

3. ГОСТ 10060.0-95. Бетоны. Методы определения морозостойкости. – Введ. 1996 - 09-01. – 5 с.

4. ГОСТ 31384-2017. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Технические условия. – Введ. 2018-03-01. – М.: Стандартиформ, 2018. – 62 с.

5. ГОСТ Р 52804-2007. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний. – Введ. 2009-01-01. – М.: Стандартиформ, 2008. – 45с.

6. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения – Введ. 2015-07-01– М.: Стандартиформ, 2015. – 18 с.

7. ГОСТ 4.200-78 Система показателей качества продукции (СПКП). Строительство. Основные положения – Введ. 2013-05-01 – М.: Стандартиформ, 2013. – 24 с.

## IV. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017 Аудитория для самостоятельной работы аспирантов, рабочих мест -15.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е605 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
3.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е604а. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов, рабочих мест - 4.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы с указанием адреса	Перечень основного оборудования
1	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017 Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Учебная мебель на 15 рабочих мест, Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.).
2	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е604а. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Оборудование: Учебная мебель на 4 рабочих места, Компьютер Lenovo C360G-i3-4130T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB) 500 GB, клавиатура, компьютерная мышь - 3 шт; Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C-1 шт.)
3	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Рус-	Учебная мебель на 16 рабочих мест, Место преподавателя

	ский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е605 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	(стол, стул), мультимедийный проектор OptimaEX542I – 1 шт; аудио усилитель QVC RMX 850 – 1 шт; колонки – 1 шт; ноутбук; ИБП – 1 шт; настенный экран; микрофон – 1 шт. Доска аудиторная.
4	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е605а Помещение для хранения и профилактики учебного оборудования	Учебная мебель на 1 рабочее место

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.



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

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

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Теория надёжности и долговечности строительных  
материалов»**

**Направление подготовки**

08.06.01 Техника и технологии строительства

Профиль «Строительные материалы и изделия»

**Форма подготовки (очная)**

**Владивосток  
2021**



## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-12 недели	Проработка материала раздела 1	60 часа	Конспект лекций
2	13-17 недели	Проработка материала раздела 2	30 часа	Конспект лекций
3	1-18 недели	Подготовка к экзамену	18 часов	Экзамен

### Методические указания по организации самостоятельной работы

Освоение материала по тематике дисциплины предполагает выполнение самостоятельной работы аспирантами, которая призвана углубить и закрепить конкретные теоретические и практические знания, полученные на аудиторных занятиях.

В рамках самостоятельной подготовки к занятиям аспиранты самостоятельно изучают вопросы по пройденным темам, используя при этом учебную литературу из предлагаемого списка, периодические печатные издания, научную и методическую информацию, базы данных информационных сетей (Интернет и др.).



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Теория надёжности и долговечности строительных  
материалов»  
Направление подготовки  
08.06.01 Техника и технологии строительства  
Профиль «Строительные материалы и изделия»  
Форма подготовки (очная)

**Владивосток  
2021**

**ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Теория надёжности и долговечности строительных материалов»

**Формируемые компетенции**

**ПК-1 Разработка теоретических основ получения, составов и принципов производства эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности**

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> научные основы теории надёжности и долговечности строительных материалов	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания научных основ теории надёжности и долговечности строительных материалов	Общие, но не структурированные знания научных основ теории надёжности и долговечности строительных материалов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания научных основ теории надёжности и долговечности строительных материалов	Сформированные систематические знания научных основ теории надёжности и долговечности строительных материалов
<b>Умеет:</b> осуществлять выбор сырья, проектирование состава и технологии производства с заданным уровнем надёжности и долговечности строительных материалов	Отсутствие умений	Частично освоенное умение осуществлять выбор сырья, проектирование состава и технологии производства с заданным уровнем надёжности и долговечности строительных материалов	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение выбора сырья, проектирование состава и технологии производства с заданным уровнем надёжности и долговечности строительных материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение осуществлять выбор сырья, проектирование состава и технологии производства с заданным уровнем надёжности и долговечности строительных материалов	Сформированное умение осуществлять выбор сырья, проектирование состава и технологии производства с заданным уровнем надёжности и долговечности строительных материалов
<b>Владеет:</b> основами методики исследования надёжности и долговечности строительных материалов	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков методики исследования надёжности и долговечности строительных материалов	В целом успешное, но не систематически осуществляемое методики исследования надёжности и долговечности строительных материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, методики исследования надёжности и долговечности строительных материалов	Успешное и систематическое применение навыков методики исследования надёжности и долговечности строительных материалов
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	неудовлетворительно	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

**ПК-2 Способность управлять физико-химическими процессами структурообразования и технологией получения новых строительных материалов**

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> влияние физико-химических процессов структурообразования и технологии получения на надежность и долговечность новых строительных материалов	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии получения на надежность и долговечность новых строительных материалов	Общие, но не структурированные знания влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии получения на надежность и долговечность новых строительных материалов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии получения на надежность и долговечность новых строительных материалов	Сформированные систематические знания влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии получения на надежность и долговечность новых строительных материалов
<b>Умеет:</b> исследовать зависимость надежности и долговечности от физико-химических процессов и технологии производства строительных материалов	Отсутствие умений	Частично освоенное умение исследовать зависимость надежности и долговечности от физико-химических процессов и технологии производства строительных материалов	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение исследовать зависимость надежности и долговечности от физико-химических процессов и технологии производства строительных материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение исследовать зависимость надежности и долговечности от физико-химических процессов и технологии производства строительных материалов	Сформированное умение исследовать зависимость надежности и долговечности от физико-химических процессов и технологии производства строительных материалов
<b>Владет:</b> методикой управления физико-химическими процессами и технологией производства с заданным уровнем надежности и долговечности строительных материалов	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков методики управления физико-химическими процессами и технологией производства с заданным уровнем надежности и долговечности строительных материалов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков методики управления физико-химическими процессами и технологией производства с заданным уровнем надежности и долговечности строительных материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение навыков методики управления физико-химическими процессами и технологией производства с заданным уровнем надежности и долговечности строительных материалов	Успешное и систематическое применение навыков методики управления физико-химическими процессами и технологией производства с заданным уровнем надежности и долговечности строительных материалов
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	неудовлетворительно	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

**ПК-3 Готовность обеспечивать высокие эксплуатационные свойства новых строительных изделий и конструкций при механическом нагружении и воздействии окружающей среды**

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> научные основы управления надежностью и долговечностью строительных материалов с заданными свойствами в зависимости от конкретных условий изготовления и эксплуатации строительных изделий	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания научных основ управления надежностью и долговечностью строительных материалов с заданными свойствами в зависимости от конкретных условий изготовления и эксплуатации строительных изделий	Общие, но не структурированные знания научных основ управления надежностью и долговечностью строительных материалов с заданными свойствами в зависимости от конкретных условий изготовления и эксплуатации строительных изделий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания научных основ управления надежностью и долговечностью строительных материалов с заданными свойствами в зависимости от конкретных условий изготовления и эксплуатации строительных изделий	Сформированные систематические знания научных основ управления надежностью и долговечностью строительных материалов с заданными свойствами в зависимости от конкретных условий изготовления и эксплуатации строительных изделий
<b>Умеет:</b> исследовать строительные материалы и конструкции, обладающие заданными физико-механическими и эксплуатационными свойствами	Отсутствие умений	Частично освоенное умение исследовать строительные материалы и конструкции, обладающие заданными физико-механическими и эксплуатационными свойствами	В целом успешное, но не систематически осуществляемое исследование строительных материалов и конструкций, обладающие заданными физико-механическими и эксплуатационными свойствами	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение исследовать строительные материалы и конструкции, обладающие заданными физико-механическими и эксплуатационными свойствами	Сформированное умение исследовать строительные материалы и конструкции, обладающие заданными физико-механическими и эксплуатационными свойствами
<b>Владет:</b> современными методами исследования и контроля физико-механических и эксплуатационных свойств строительных материалов	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков современных методов исследования и контроля физико-механических и эксплуатационных свойств строительных материалов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков современных методов исследования и контроля физико-механических и эксплуатационных свойств строительных материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение современных методов исследования и контроля физико-механических и эксплуатационных свойств строительных материалов	Успешное и систематическое применение навыков современных методов исследования и контроля физико-механических и эксплуатационных свойств строительных материалов
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	неудовлетворительно	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

## Перечень оценочных средств

№ п/п	Контролируемые части дисциплины	Коды компетенций и планируемые результаты обучения		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	ПК-1	Знает научные основы теории надежности и долговечности строительных материалов	собеседование, конспект	вопросы для подготовки к экзамену
		ПК-2	Знает влияние физико-химических процессов структурообразования и технологии получения на надежность и долговечность новых строительных материалов	собеседование, конспект	
		ПК-3	Знает научные основы управления надежностью и долговечностью строительных материалов с заданными свойствами в зависимости от конкретных условий изготовления и эксплуатации строительных изделий	собеседование, конспект	
2	Практическая часть	ПК-1	Умеет осуществлять выбор сырья, проектирование состава и технологии производства с заданным уровнем надежности и долговечности строительных материалов	собеседование	вопросы для подготовки к экзамену
			Владеет основами методики исследования надежности и долговечности строительных материалов	собеседование	
		ПК-2	Умеет исследовать зависимость надежности и долговечности от физико-химических процессов и технологии производства строительных материалов	собеседование	
			Владеет методикой управления физико-химическими процессами и технологией производства с заданным уровнем надежности и долговечности строительных материалов	собеседование	
		ПК-3	Умеет исследовать строительные материалы и конструкции, обладающие заданными физико-механическими и эксплуатационными свойствами	собеседование	
			Владеет современными методами исследования и контроля физико-механических и эксплуатационных свойств строительных материалов	собеседование	

# КОМПЛЕКСЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Теоретическая часть

## Темы докладов

по дисциплине Теория надёжности и долговечности строительных материалов

1. Общее резервирование с постоянно включенным резервом и целой кратностью.
2. Раздельное резервирование с постоянно включенным резервом и целой кратностью.
3. Общее и раздельное резервирование замещением и целой кратностью.
4. Резервирование с дробной кратностью.

Практическая часть

## Перечень дискуссионных тем для собеседования

по дисциплине Теория надёжности и долговечности строительных материалов

### Перечень дискуссионных тем:

1. Методы повышения надежности.
2. Условия корродирования.
3. Условия пассивного состояния арматуры в бетоне.
4. Методы прогнозирования долговечности.

## ЗАЧЕТНО-ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### Вопросы на экзамен (3 семестр)

1. Основные термины и определения в теории надежности.
2. Понятие отказа. Классификация отказов.
3. Показатели надежности: безотказности и долговечности.
4. Нормальный закон распределения случайной величины, область применения в теории надежности.
5. Показательный (экспоненциальный закон) случайной величины, область применения в теории надежности.

6. Распределение Вейбулла, случайной величины, область применения в теории надежности.
7. Структурные схемы надежности. Последовательное соединения, параллельное соединение, «мостик».
8. Понятие резервирования. Типы резервирования.
9. Коэффициент резервирования.
10. Критерий надежности по прочности.
11. Критерий надежности по износостойкости.
12. Критерий усталостной надежности.
13. Виды агрессивных сред. Классификация сред по степени воздействия на строительные конструкции.
14. Физическая коррозия (первого вида) цементного камня.
15. Химическая коррозия (второго вида) цементного камня.
16. Коррозия цементного камня третьего вида.
17. Коррозия арматурной стали в железобетонных конструкциях.
18. Виды разрушения бетона при морозостойкости.
19. Морозостойкость - методы повышения. Воздухововлекающие добавки - принцип действия.
20. Трещиностойкость. Трещины при структурообразовании бетонов.
21. Трещины при статической нагрузке. Методы определения характеристик трещиностойкости бетонов при статическом нагружении.
22. Влияние динамических нагрузок на образование трещин.
23. Воздействие атмосферы на трещинообразование. Истираемость – методы определения.
24. Долговечность бетонов как функция процессов разрушения.