

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники

  
Небольсин В.А.

«17» января 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Надежность и долговечность строительных материалов и  
конструкций АЭС и ПП»

Направление подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Профиль Технологические системы жизнеобеспечения АЭС и  
промышленных предприятий

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Автор программы



А.Н. Ишков

Заведующий кафедрой  
Жилищно-коммунального  
хозяйства



Н.А. Драпалюк

Руководитель ОПОП



О.В. Калядин

Воронеж 2025

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины сформировать:**

- научно-практические основы изучения надежности и долговечности строительных материалов, строительных изделий и конструкций, применяемых для систем жизнеобеспечения АЭС и ПП;

- практические навыки по надежности и долговечности строительных материалов, изделий и конструкций, позволяющих обеспечивать безопасное и безаварийное состояние систем жизнеобеспечения АЭС и ПП.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

- получение знаний будущим бакалавром по научным основам надежности и долговечности строительных материалов, изделий и конструкций и прикладным вопросам управления их надежностью и долговечностью;

- получение умения и практических навыков по проблеме надежности и долговечности строительных материалов, изделий и конструкций, позволяющих обеспечивать безопасное и безаварийное состояние систем жизнеобеспечения АЭС и ПП.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Надежность и долговечность строительных материалов и конструкций АЭС и ПП» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Надежность и долговечность строительных материалов и конструкций АЭС и ПП» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-11 - Способен осуществлять контроль качества материалов, конструкций и строительных работ

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ПК-11	знать свойства строительных материалов и особенности эксплуатации строительных конструкций в различных средах
	уметь прогнозировать остаточный ресурс строительных конструкций
	владеть методами контроля качества конструкционных строительных материалов

## **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины «Надежность и долговечность строительных материалов и конструкций АЭС и ПП» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	54	54
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	180 5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общая характеристика проблемы надежности и долговечности строительных материалов и изделий	Проблема надежности и долговечности строительных материалов и изделий и её технико-экономическое значение. Научная база решения проблем долговечности. Краткий исторический очерк развития науки и практики долговечности строительных материалов и изделий.	6	6	4	8	24
2	Основные понятия в теории и практике надежности и долговечности строительных материалов и изделий	Системы: «строительный материал - эксплуатационная среда», «строительная конструкция – эксплуатационная среда». Опорные понятия: надежность, стойкость, долговечность строительных материалов и конструкций. Понятия: износ, предельное состояние, отказ, ресурс строительных материалов и конструкций	6	6	4	8	24
3	Эксплуатационная среда и её характеристики	Виды эксплуатационных сред и их характеристики. Типы взаимодействия строительного материала со средой. Виды воздействия эксплуатационной среды на материал в случае открытой системы. Параметры, характеризующие эксплуатационную среду. Основные положения, отражающие причины изменения состава, структуры, состояния и свойств строительных материалов при эксплуатации.	6	6	4	8	24
4	Факторы износа строительных материалов и конструкций при взаимодействии с эксплуатационной средой	Изменения состояния строительного материала под влиянием внутренних движущих сил. Факторы и механизм износа строительного материала под влиянием внешних физических воздействий. Факторы и механизм износа строительного материала под влиянием внешних химических воздействий. Факторы и механизм износа строительного материала под влиянием внешних механических воздействий.	6	6	2	10	24
5	Виды стойкости строительных материалов и	Связь совокупности задаваемых свойств строительных материалов с назначением и	6	6	2	10	24

	их характеристика	условиями эксплуатации строительной конструкции. Стойкость строительных материалов и конструкций в условиях действия механических факторов эксплуатационной среды. Стойкость строительных материалов и конструкций в условиях действия физических и физико-климатических факторов эксплуатационной среды. Стойкость строительных материалов и конструкций в условиях действия химических факторов эксплуатационной среды. Биостойкость строительных материалов и конструкций.					
6	Критерии оценки адекватности и долговечности строительных материалов и конструкций	Система критериев оценки стойкости и надежности строительных материалов и конструкций. Закон износа и критерии оценки долговечности. Проблемы и перспективы развития науки и практики о надежности и долговечности строительных материалов и конструкций.	6	6	2	10	24
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Оценка остаточного ресурса железобетонных балок по условию совместности работы бетона и корродирующей арматуры.
2. Оценка остаточного ресурса железобетонных конструкций по изменению прочностных свойств во времени.
3. Прогнозирование глубины коррозии арматуры в железобетонных конструкциях эксплуатирующихся в различных средах.
4. Исследование влияния коррозионного поражения арматурных стержней на деформации железобетонных балок.
5. Исследование влияния снижения прочности бетона на деформации железобетонных балок.
6. Исследование влияния коррозии на долговечность стальных колонн.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-11	знать свойства строительных материалов и особенности эксплуатации строительных конструкций в различных средах	Тест, защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь прогнозировать остаточный ресурс строительных конструкций	Тест, защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами контроля качества конструкционных строительных материалов	Тест, защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-11	знать свойства строительных материалов и особенности эксплуатации строительных конструкций в различных средах	Экзаменационный билет	Ответ на билет 16 баллов и более	Ответ на билет 11-15 баллов	Ответ на билет 6-10 баллов	Ответ на билет менее 6 баллов
	уметь прогнозировать остаточный ресурс строительных конструкций	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами контроля качества конструкционных строительных материалов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

**7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

## 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Долговечность можно охарактеризовать как ...

1) предельный срок службы зданий, сооружений, конструкций, материала, в течение которого они при проходимых в них изменениях не утрачивают необходимых эксплуатационных качеств и в состоянии выполнять заданные им функции.

2) срок наработки зданий, сооружений, конструкций, материала до первого отказа.

3) срок службы зданий, сооружений, конструкций, материала до одного из предельных состояний по рассматриваемому критерию.

4) предельный срок службы зданий, сооружений, конструкций, материала, в течение которого они утрачивают свои свойства.

2. В науке о долговечности строительных материалов и изделий различают ...

1) архаический и современный периоды.

2) современный и постсовременный периоды. 3) современный период.

4) архаический период.

3. Технический ресурс строительной конструкции (строительного материала) - это ...

1) показатель долговечности, характеризующий запас возможной наработки объекта до отказа. 2) показатель водостойкости в течение определенного времени.

3) показатель коррозионной стойкости за определенный период воздействия.

4) показатель выносливости, характеризующий запас возможной наработки объекта до отказа.

4. Стойкость – это ...

1) способность материала или конструкции сопротивляться конкретному виду воздействия эксплуатационной среды.

2) способность материала или конструкции сохранять устойчивость при изгибающих воздействиях факторов эксплуатационной среды.

3) способность материала или конструкции сохранять требуемую прочность при воздействии факторов эксплуатационной среды.

4) способность материала или конструкции сохранять требуемую форму.

5. По агрегатному состоянию эксплуатационную среду различают на ...

1) газовую, жидкую и твёрдую.

2) твёрдую и жидкую.

3) твёрдую и газовую.

4) газовую и жидкую.

6. Характеризуя воздействие материала и конструкции с эксплуатационной средой следует иметь ввиду ...

1) открытую, закрытую и замкнутую системы.

2) открытую и закрытую системы.

3) открытую и замкнутую системы.

4) открытую, прикрытую и замкнутую системы.

7. Под интенсивностью воздействия факторов эксплуатационной среды на строительный материал или конструкцию понимают ...

1) количественное изменение значений этих факторов в единицу времени.

2) качественное изменение значений этих факторов в единицу времени.

3) влияние этих факторов на определенную площадь поверхности материала.

4) меру изменений факторов на единице площади поверхности материала.

8. Сопrotивляемость строительных материалов в условиях действия механических факторов эксплуатационной среды характеризуется следующей группой видов стойкости

1) пределом прочности при сжатии (растяжении), длительной прочностью при статистическом нагружении, однократной динамической прочностью (ударостойкостью), многократной циклической динамической прочностью (выносливостью).

2) длительной водостойкостью, коррозионной стойкостью, абразивной стойкостью, стойкостью при истирании.

3) радиационной стойкостью, стойкостью при нагревании-охлаждении, эксплуатационной трещиностойкостью.

4) кислотостойкостью, маслостойкостью, однократной динамической прочностью (ударостойкостью).

9. Сопrotивляемость строительных материалов и конструкций при действии физико-климатических факторов эксплуатационной среды характеризуется следующими видами стойкости:

1) стойкостью при нагревании-охлаждении, стойкостью при нагревании-высушивании, морозостойкостью, карбонизационной стойкостью, эксплуатационной трещиностойкостью.

2) радиационной стойкостью, огнестойкостью, жаростойкостью, кавитационной стойкостью.

3) стойкостью при истирании, абразивной стойкостью, морозостойкостью, эксплуатационной стойкостью.

4) стойкостью при нагревании-охлаждении, морозостойкостью, коррозионной стойкостью, стойкостью при увлажнении-высушивании.

10. Коэффициент размягчения строительных материалов определяется по формуле:

1)  $K_{раз} = R_{вл} / R_{сух}$ , где  $R_{вл}$  - прочность материала в насыщенном состоянии,  $R_{сух}$  - прочность материала в сухом состоянии.

2)  $K_{раз} = R_{вл} * R_{сух}$ . 3)  $K_{раз} = 1 / R_{вл} * R_{сух}$ . 4)  $K_{раз} = R_{сух} / R_{вл}$ .

11. Биологические повреждения строительных материалов и конструкций вызываются:

1) Макроорганизмами и микроорганизмами.

2) Макроорганизмами и низшими растениями.

3) Микроорганизмами и грибами.

4) Макроорганизмами и грибами.

12. Щелочестойкость – это ...

1) Способность строительных материалов и конструкций сопротивляться действию щелочей.

2) Способность строительных материалов и конструкций сопротивляться действию органических кислот.

3) Способность строительных материалов и конструкций сопротивляться действию неорганических кислот.

4) Способность строительных материалов и конструкций сопротивляться действию щелочей и кислот. 13. Под внутренними движущими силами понижают ...

1) силы, определяемые термодинамическим состоянием структуры материала.

2) силы, определяемые внешними воздействиями факторов эксплуатационной среды на строительный материал.

14. Чаще всего биологическая коррозия строительных материалов совмещается с ... 1) химической коррозией.

2) физической коррозией.

3) физико-механической коррозией.

4) химико-механической коррозией.

15. По динамике действия эксплуатационных факторов среды на строительный материал различают воздействия ...

1) статические, динамические (циклические знакопеременные и знакопеременные).

2) статические и механические.

3) статические и непрерывные.

4) статические и циклические знакопеременные.

16. Общими чертами изнашивающего действия конкретных химических факторов эксплуатационной среды по отношению к строительному материалу или конструкции являются...

1) макро- и микроградиентность воздействия, общность химической коррозии в жидкой и газовой среде.

2) макроградиентность воздействия, общность химической коррозии в жидкой и газовой среде.

3) микроградиентность воздействия, общность химической коррозии в жидкой и газовой среде.

4) нестационарность воздействия, общность химической коррозии в жидкой и газовой среде.

17. Морозостойкость строительных материалов оценивается...

1) количеством циклов попеременного замораживания и оттаивания образцов из этих материалов.

2) количеством образцов, подвергаемых попеременному замораживанию и оттаиванию.

3) количеством образцов, представленных на испытание.

4) количеством суток проведения испытаний.

18. Изменение состояния строительного материала под влиянием физико-климатических факторов эксплуатационной среды будет определять изменение его...

- 1) напряженно-деформированного состояния.
- 2) напряженного состояния.
- 3) деформированного состояния.
- 4) влажностного состояния.

19. Для количественной оценки надежности и долговечности строительных материалов и конструкций за определенный промежуток времени следует опираться на типичные кривые...

- 1) изменения их характеристик и интенсивности отказов при эксплуатации.
- 2) изменения интенсивности отказов при эксплуатации.
- 3) изменения их характеристик при эксплуатации.
- 4) пластических деформаций при эксплуатации.

20. Солестойкость цементного бетона – это способность строительного материала сохранять состав, структуру и свойства в условиях...

- 1) солевой коррозии.
- 2) физической коррозии.
- 3) влажностной коррозии.
- 4) карбонатной коррозии.

## Вариант 2

1. В проблеме долговечности строительных материалов, изделий, зданий и сооружений следует выделить:

- 1) мировоззренческие (методологические), научные и инженерные (прикладные) вопросы.
- 2) научные и практические вопросы.
- 3) научные и инженерные (прикладные) вопросы.
- 4) мировоззренческие (методологические), практические и инженерные (прикладные) вопросы.

2. Износом называют ...

1) процесс ухудшения функциональных характеристик строительной конструкции или строительного материала под воздействием эксплуатационной среды.

2) процесс улучшения функциональных характеристик строительной конструкции или строительного материала под воздействием эксплуатационной среды.

3) процесс затухания (ухудшения) функциональных характеристик строительной конструкции или строительного материала под воздействием эксплуатационной среды.

4) процесс ухудшения свойств строительной конструкции или строительного материала под воздействием эксплуатационной среды.

3. Под надежностью (гарантией) понимается ...

1) вероятность того, что в течение заданного промежутка времени эксплуатации не наступит ни одного из недопустимых предельных состояний для сооружения в целом, для отдельных его конструкций, для отдельных элементов конструкций или узлов их сопряжений.

2) вероятность того, что в течение определенного промежутка времени работы зданий и сооружений, отдельных конструкций и отдельных элементов наступит всего лишь два предельных состояния по рассматриваемому критерию.

3) вероятность того, что в течение определенного срока службы зданий и сооружений в целом, для отдельных конструкций и для отдельных элементов наступит только одно предельное состояние.

4) вероятность того, что в течение заданного промежутка времени не наступит ни одного отказа.

4. По происхождению эксплуатационную среду различают ...

1) природную, техногенную и природно-техногенную.

2) природную, искусственную.

3) натуральную и природную. 4) природную и техногенную.

5. Газовая эксплуатационная среда может быть представлена ...

1) обычным атмосферным воздухом, воздухом внутри помещений, газозводушными смесями, газовыми смесями, дымами.

2) обычным атмосферным воздухом, газовыми смесями, дымами, парами.

3) воздухом внутри помещений, газозводушными смесями, парами воды, парами кислот и щелочей.

4) обычным атмосферным воздухом, газозводушными смесями, дымами, парами воды.

6. По механизму воздействия эксплуатационной среды на строительный материал различают воздействия ...

1) физические и химические. 2) физические и механические.

3) физические и электрические.

4) физические и физико-химические.

7. Под внутренними движущими силами понимают ...

1) силы, предопределяемые термодинамическим состоянием структуры материала.

2) силы, предопределяемые внешними воздействиями факторов эксплуатационной среды на строительный материал.

3) силы, предопределяемые межмолекулярным взаимодействием внутри структуры материала.

4) силы, предопределяемые внутренними и внешними воздействиями факторов среды на материал.

8. Пределом длительной прочности называют...

1) напряжение, вызывающее разрушение материала за определенное время при определенной температуре. 2) напряжение, концентрирующееся внутри структуры материала за определенное время при определенной температуре.

3) напряжение, концентрирующееся на поверхности строительного материала за определенное время при определенной температуре.

4) напряжение, вызывающее разрушение материала при действии факторов эксплуатационной среды.

9. Коэффициент динамического упрочнения строительных материалов определяется по формуле:

1)  $K_{д.у.} = R_{дин} / R_{ст.}$

2)  $K_{д.у.} = R_{дин} * R_{ст.}$ ,

где  $R_{дин}$  - прочность материала при динамическом нагружении,  $R_{ст.}$  - прочность материала при статическом нагружении.

3)  $K_{д.у.} = 1 / (R_{дин} * R_{ст.})$ . 4)  $K_{д.у.} = R_{ст.} / R_{дин}$ .

10. Биологическая стойкость – это ...

1) способность строительного материала сопротивляться агрессивному действию биологической среды (микро- и макроорганизмов).

2) способность строительного материала сопротивляться агрессивному действию листовых растений.

3) способность строительного материала сопротивляться действию крупных животных.

4) способность строительного материала сопротивляться агрессивному действию биологической макросреды.

11. Отличие грибов от бактерий состоит в том, что ...

1) у грибов есть споры, а у бактерий их нет.

2) грибы развиваются во влажной среде, а бактерии нет.

3) бактерии развиваются во влажной среде, а грибы нет.

4) у бактерий есть споры, а у грибов их нет.

12. Кислотостойкость – это способность строительных материалов и конструкций сопротивляться действию...

1) кислот.

2) щелочей.

3) масел.

4) оснований.

13. По составу природная и техногенная среды могут быть:

1) неорганической, органической и неорганическо-органической.

2) неорганической и минеральной.

3) неорганической и органической.

4) неорганическо-органической.

14. Коэффициент размягчения строительных материалов определяется по формуле:

1)  $K_{раз} = R_{вл} / R_{сух}$ , где  $R_{вл}$ - прочность материала в насыщенном состоянии,  $R_{сух}$ - прочность материала в сухом состоянии.

2)  $K_{раз} = R_{вл} * R_{сух}$ .

3)  $K_{раз} = 1 / R_{вл} * R_{сух}$ .

4)  $K_{раз} = R_{сух} / R_{вл}$ .

15. Коэффициент размягчения строительных материалов определяется по формуле:

1)  $K_{раз} = R_{вл} / R_{сух}$ , где  $R_{вл}$ - прочность материала в насыщенном состоянии,  $R_{сух}$ - прочность материала в сухом состоянии.

2)  $K_{раз} = R_{вл} * R_{сух}$ .

3)  $K_{раз} = 1 / R_{вл} * R_{сух}$ .

4)  $K_{раз} = R_{сух} / R_{вл}$ .

16. При одностороннем действии мороза дополнительными процессами, обуславливающими морозное разрушение материала строительной конструкции, являются...

1) тепло- и массоперенос.

2) теплоперенос.

3) массоперенос.

4) градиентный перенос.

17. Марка по морозостойкости строительных конструкций обозначается буквой...

1) F.

2) D.

3) R.

4) W.

18. Причиной биоповреждений различных строительных материалов являются...

1) различные группы бактерий.

2) различные группы химических веществ.

3) различные группы биоцидных добавок.

4) различные группы канцерогенных веществ.

19. Поведение строительных материалов и конструкций в период стабильной их работы достаточно точно отражается...

1) экспоненциальным законом износа.

2) потенциальным законом износа.

3) динамическим законом износа.

4) физическим законом износа.

20. Длительная водостойкость строительных материалов и конструкций значительно зависит от...

1) температуры воды и интенсивности её фильтрации через толщу материала.

2) интенсивности её фильтрации через толщу материала.

3) температуры воды.

4) физических свойств воды.

Вариант 3

1. Научную базу долговечности строительных материалов, изделий, зданий и сооружений составляют ...

1) структурное материаловедение, физика, химия, математика, термодинамика, механика прочности и разрушения материалов, квалиметрия, метрология, стандартизация.

2) строительное материаловедение, физика, химия и математика.

3) механика прочности и разрушения материалов, строительное материаловедение и метрология.

4) структурное материаловедение, термодинамика, математика, физика химия.

2. Отказом принято называть ...

1) явление, в результате которого и после которого наступает одно из недопустимых предельных состояний по принятому рассматриваемому критерию.

2) явление, в результате которого строительная конструкция становится ремонтнопригодной.

3) явление, в результате которого строительная конструкция полностью разрушена.

4) явление, в результате которого наступает несколько недопустимых предельных состояний.

3. Безотказность – это ...

1) свойство материала непрерывно сохранять работоспособность в течение определенного времени.

2) свойство материала сохранять полностью свои свойства, не ухудшая их в период эксплуатации.

3) свойство материала постоянно ухудшать свои свойства в период его эксплуатации.

4) свойство материала непрерывно сохранять свои характеристики в процессе эксплуатации.

4. По составу природная и техногенная среды могут быть:

1) неорганической, органической и неорганическо-органической.

- 2) неорганической и минеральной.
- 3) неорганической и органической.
- 4) неорганическо-органической.

5. Жидкая эксплуатационная среда может быть представлена ...

- 1) дождевой, талой, речной, озерной, болотной, грунтовой, морской водами, хозяйственными и промышленными стоками, стоками сельскохозяйственного производства.
- 2) речной, озерной, болотной, морской водами.
- 3) речной, озерной, болотной, грунтовой, морской водами.
- 4) дождевой, талой, грунтовой водами и хозяйственными и промышленными стоками.

6. По динамике действия эксплуатационных факторов среды на строительный материал различают воздействия ...

- 1) статические, динамические (циклические знакопеременные и знакопеременные).
- 2) статические и механические.
- 3) статические и непрерывные.
- 4) статические и циклические знакопеременные.

7. К механическим воздействиям эксплуатационной среды на строительный материал или конструкцию относят ...

- 1) внешние нагрузки, давление воздушного и водяного паров, снеговую и ветровую нагрузку, напряжения от источников внутреннего давления.
- 2) внутренние источники давления.
- 3) внешние механические нагрузки.
- 4) внешние нагрузки, давление паров, снеговую и ветровую нагрузки.

8. Трещиностойкость строительных материалов или конструкций можно характеризовать ...

- 1) вязкостью разрушения и критическим коэффициентом интенсивности разрушения.
- 2) коэффициентом динамического упрочнения и коэффициентом размягчения.
- 3) коэффициентом динамического упрочнения.
- 4) вязкостью разрушения и коэффициентом динамического упрочнения.

9. Сопrotивляемость строительных материалов и конструкций в условиях действия физических факторов эксплуатационной среды характеризуется следующими основными видами стойкости:

- 1) стойкостью при истирании и абразивной стойкостью, кавитационной стойкостью, светостойкостью, жаростойкостью, огнестойкостью, радиационной стойкостью.
- 2) светостойкостью, солестойкостью, длительной водостойкостью.

3) пределом прочности при сжатии, длительной стойкостью, ударостойкостью.

4) стойкостью при сжатии и абразивной стойкостью, кавитационной стойкостью, цветостойкостью, радиационной стойкостью.

10. Сопротивляемость строительных материалов и конструкций в условиях действия химических факторов эксплуатационной среды характеризуется следующими видами стойкости

1) коррозионной стойкостью, длительной водостойкостью, солестойкостью, щелочестойкостью, кислотостойкостью.

2) длительной водостойкостью, кавитационной стойкостью, солестойкостью, щелочестойкостью.

3) радиационной стойкостью, жаростойкостью, светостойкостью, огнестойкостью.

4) коррозионной стойкостью, солестойкостью, щелочестойкостью, кислотостойкостью.

11. Чаще всего биологическая коррозия строительных материалов совмещается с ...

1) химической коррозией.

2) физической коррозией.

3) физико-механической коррозией.

4) химико-механической коррозией.

12. Стойкость при истирании – это способность поверхности строительных материалов и конструкций сопротивляться действию ...

1) касательных напряжений.

2) нормальных напряжений.

3) наклонных напряжений.

4) вертикальных напряжений.

13. По механизму воздействия эксплуатационной среды на строительный материал различают воздействия ...

1) физические и химические.

2) физические и механические.

3) физические и электрические.

4) физические и физико-химические.

14. Пределом длительной прочности называют...

1) напряжение, вызывающее разрушение материала за определенное время при определенной температуре.

2) напряжение, концентрирующееся внутри структуры материала за определенное время при определенной температуре.

3) напряжение, концентрирующееся на поверхности строительного материала за определенное время при определенной температуре.

4) напряжение, вызывающее разрушение материала при действии факторов эксплуатационной среды.

15. Биологические повреждения строительных материалов и конструкций вызываются:

- 1) Макроорганизмами и микроорганизмами.
- 2) Макроорганизмами и низшими растениями.
- 3) Микроорганизмами и грибами.
- 4) Макроорганизмами и грибами.

16. Морозостойкость строительной конструкции характеризуется...

- 1) маркой по морозостойкости.
- 2) количеством испытываемых на морозостойкость образцов.
- 3) маркой по прочности.
- 4) количеством контрольных образцов.

17. Эксплуатационная трещиностойкость – это трещиностойкость строительных материалов и конструкций при воздействии...

- 1) физико-климатических факторов эксплуатационной среды.
- 2) физических факторов эксплуатационной среды.
- 3) химических факторов эксплуатационной среды.
- 4) биологических факторов эксплуатационной среды.

18. Высокая деструктирующая активность грибов обусловлена способностью...

- 1) адаптироваться к строительным материалам различной химической природы.
- 2) активного их разрастания.
- 3) их химической активности.
- 4) заселять поверхность строительных материалов.

19. Коэффициент огнестойкости – это показатель изменения физико-механических свойств строительного материала или конструкции в результате действия...

- 1) огня с фиксированной температурой пламени в течение определенного времени.
- 2) жара с фиксированной температурой в течение определенного времени.
- 3) механической нагрузки при действии огня.
- 4) огня и воды попеременно.

20. Карбонизационная стойкость цементного бетона – это его способность сопротивляться действию...

- 1) углекислого газа атмосферы.
- 2) азотной составляющей атмосферы.

- 3) кислородной составляющей атмосферы.
- 4) сернистых газов атмосферы.

#### Вариант 4

1. Научное содержание проблемы надежности и долговечности строительных материалов и конструкций охватывает вопросы, связанные с...

1) закономерностями и механизмами проявления свойств их надежности и долговечности.

2) исследованием их физико-механических свойств.

3) исследованием их структурно-физических свойств.

4) исследованием их термодинамических изменений.

2. Решение инженерных вопросов надежности и долговечности строительных материалов и конструкций опирается на...

1) научную базу.

2) концептуальную базу.

3) производственную базу.

4) промышленную базу.

3. Проблема надежности и долговечности - это проблема взаимодействия между зданиями, сооружениями, строительными конструкциями, строительными материалами и...

1) эксплуатационной средой. 2) биологической средой.

3) концентрированной средой.

4) техногенной средой.

4. Долговечность здания или сооружения в целом определяется...

1) временем работоспособности наименее долговечной отдельной строительной конструкции. 2) временем работоспособности наиболее долговечной отдельной строительной конструкции. 3) ремонтпригодности наименее работоспособной строительной конструкции.

4) ремонтпригодности наиболее работоспособной строительной конструкции.

5. Под эксплуатационной средой понимается...

1) вся совокупность факторов и особенностей, характеризующих условия работы зданий, сооружений, строительных конструкций и материалов.

2) химически активная среда.

3) биологически активная среда.

4) физически активная среда.

6. Под воздействием факторов эксплуатационной среды в материале строительной конструкции могут происходить...

1) положительные и отрицательные изменения.

- 2) положительные изменения.
- 3) отрицательные изменения.
- 4) физические и механические изменения.

7. Износ может быть...

- 1) частичным и полным.
- 2) частичным.
- 3) полным.
- 4) свернутым и развернутым.

8. Предельное состояние – это состояние, фиксируемое в момент времени, когда строительная конструкция или материал становятся...

- 1) неработоспособными.
- 2) работоспособными.
- 3) неремонтопригодными.
- 4) ремонтпригодными.

9. Свойство строительной конструкции или материала сохранять в течение определённого времени работоспособность называется...

- 1) безотказностью.
- 2) ресурсностью.
- 3) ремонтпригодностью.
- 4) прочностью.

10. Стойкость строительной конструкции или материала рассматривается как составная часть...

- 1) долговечности.
- 2) ремонтпригодности.
- 3) прочности.
- 4) трещиностойкости.

11. Сточная вода, как эксплуатационная среда, контактирующая непосредственно со строительными конструкциями, может быть представлена...

1) дождевыми, хозяйственными, хозяйственно-фекальными и промышленными стоками.

2) озерной, болотной водой, хозяйственными и дождевыми стоками.

3) озерной, болотной водой и промышленными стоками.

4) речной, озерной, болотной водами и хозяйственными стоками.

12. Твердая среда, контактирующая со строительными конструкциями, может быть представлена...

1) природным грунтом, минерализованным природным грунтом и порошковыми сыпучими материалами.

2) природным грунтом и порошковыми сыпучими материалами.

3) природным грунтом и минерализованным природным грунтом.

4) техногенным грунтом.

13. Взаимодействие строительной конструкции или материала с эксплуатационной средой происходит по типу...

1) открытой, закрытой и замкнутой системы "конструкция (материал)-среда".

2) открытой и закрытой системы "конструкция (материал)-среда".

3) закрытой и замкнутой системы "конструкция (материал)-среда".

4) открытой и замкнутой системы "конструкция (материал)-среда".

14. По времени действия физических и химических факторов эксплуатационной среды на строительный материал различают...

- 1) постоянное и периодическое действие.
- 2) временное действие.
- 3) постоянное действие.
- 4) постоянное и механическое действие.

15. Общими чертами изнашивающего действия конкретных физических факторов эксплуатационной среды по отношению к строительному материалу или конструкции являются...

- 1) макро- и микроградиентность воздействия, наличие "источника внутреннего давления".
- 2) макро- и микроградиентность воздействия;
- 3) наличие "источника внутреннего давления".
- 4) наличие "источника внутреннего давления" и внешнего давления.

16. К факторам, определяющим износ строительной конструкции или материала под влиянием механических воздействий эксплуатационной среды следует подходить с...

- 1) энергетической, термодинамической позиции.
- 2) потребительской позиции.
- 3) механической позиции.
- 4) научных позиций.

17. Сопротивление строительного материала образованию и развитию в нём трещин называется...

- 1) вязкостью разрушения.
- 2) трудностью разрушения.
- 3) механикой разрушения.
- 4) хрупкостью разрушения.

18. Однократное динамическое нагружение материала в строительных конструкциях реализуется действием...

- 1) ударной или взрывной нагрузки.
- 2) ударной и специфической нагрузки.
- 3) ударной и безударной нагрузки.
- 4) ударной и силовой нагрузки.

19. Коэффициент огнестойкости – это показатель изменения физико-механических свойств строительного материала или конструкции в результате действия...

- 1) огня с фиксированной температурой пламени в течение определенного времени.
- 2) жара с фиксированной температурой в течение определенного времени.

- 3) механической нагрузки при действии огня.
- 4) огня и воды попеременно.

20. Морозостойкость – это способность влажного строительного материала сопротивляться образованию...

- 1) льда в нем при многократном циклическом замораживании – оттаивании.
- 2) микротрещин в нем при многократном циклическом замораживании – оттаивании.
- 3) макротрещин в нем при многократном циклическом замораживании – оттаивании.
- 4) микродефектов в структуре.

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач** Темы и содержание практических занятий.

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач** Темы и содержание практических занятий.

### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету** Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

1. Научно-инженерное содержание проблемы долговечности строительных материалов.
2. Техничко-экономическое значение долговечности строительных материалов и конструкций.
3. Научная база решения проблем долговечности строительных материалов и конструкций.
4. Краткий исторический очерк развития науки и практики долговечности строительных материалов и конструкций.
5. Понятие системы: «материал-эксплуатационная среда», строительная конструкция – эксплуатационная среда».
6. Понятия: износ, предельное состояние, отказ, ресурс.
7. Понятия: стойкость, долговечность, надежность.
8. Классификация видов эксплуатационных сред по происхождению, составу, агрегатному состоянию.
9. Характеристика газовой, жидкой и твердой эксплуатационных сред.
10. Взаимодействия строительных материалов со средой по типу замкнутой, закрытой и открытой системы «материал – среда».
11. Движущие силы изменений в системе «материал – среда».
12. Классификация видов воздействия среды на материал и конструкцию в случае открытой системы.
13. Параметры, характеризующие эксплуатационную среду. Примеры характеристики эксплуатационной среды для некоторых видов строительных конструкций.
14. Основные положения, отражающие причины и существо изменений

- состава, структуры, состояния и свойств материала при эксплуатации.
15. Изменение состава, структуры, состояния и свойств материала под влиянием внутренних движущих сил.
  16. Факторы износа материала под влиянием физических воздействий среды.
  17. Факторы износа материала под влиянием химических воздействий среды.
  18. Факторы износа материала под влиянием механических воздействий среды.
  19. Виды стойкости строительных материалов и конструкций в условиях действия механических факторов среды и их характеристика.
  20. Длительная прочность при статическом нагружении.
  21. Однократная динамическая прочность (ударостойкость) строительных материалов.
  22. Циклическая динамическая прочность (выносливость) строительных материалов.
  23. Виды стойкости строительных материалов и конструкций в условиях действия физических факторов среды и их характеристика.
  24. Виды стойкости строительных материалов и конструкций в условиях действия физико-климатических факторов среды и их характеристика.
  25. Стойкость строительных материалов при циклическом нагревании – охлаждении.
  26. Стойкость строительных материалов при циклическом увлажнении – высушивании.
  27. Жаростойкость и огнестойкость строительных материалов.
  28. Радиационная стойкость строительных материалов.
  29. Эксплуатационная трещиностойкость строительных конструкций.
  30. Морозостойкость и факторы морозной деструкции строительных материалов.
  31. Морозное разрушение строительных конструкций при одностороннем действии.
  32. Стойкость строительных материалов и конструкций в условиях действия химических факторов среды и их характеристика.
  33. Виды коррозии цементного камня бетона в жидкой среде.
  34. Виды газовой коррозии цементного камня бетона.
  35. Длительная водостойкость строительных материалов и конструкций.
  36. Солестойкость бетона.
  37. Щелочестойкость бетона.
  38. Кислотостойкость бетона.
  39. Карбонизационная стойкость бетона.
  40. Биостойкость строительных материалов и конструкций.
  41. Критерии оценки стойкости строительных материалов и конструкций.
  42. Критерии оценки долговечности строительных материалов и конструкций.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общая характеристика проблемы надежности и долговечности строительных материалов и изделий	ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, вопросы к экзамену
2	Основные понятия в теории и практике надежности и долговечности строительных материалов и изделий	ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, вопросы к экзамену
3	Эксплуатационная среда и её характеристики	ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, вопросы к экзамену
4	Факторы износа строительных материалов и конструкций при взаимодействии с эксплуатационной средой	ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, вопросы к экзамену
5	Виды стойкости строительных материалов и их характеристика	ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, вопросы к экзамену
6	Критерии оценки адекватности и долговечности строительных материалов и конструкций	ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, вопросы к экзамену

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### 8.1.1 Основная литература:

1. Шишканова, В.Н. Долговечность строительных материалов, изделий и

- конструкций: учеб. пособие по дисциплине «Строительные материалы при реконструкции, восстановлении и капитальном ремонте зданий и сооружений»/ В.Н. Шишканова. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013. – 124 с.
2. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: Учебн. пособие. - М.: Высш. шк., 2002. – 357 с.
  3. Острейковский В.А. Теория надежности: учеб. для вузов/ В.А. Острейковский. – М.: Высш.шк., 2003. - 463 с.
  4. Долговечность железобетона в агрессивных средах/С.Н.Алексеевич;ред.Ф.М.Иванов. – М.: Стройиздат, 1990. – 313 с.
  5. Лычев А.С. Надежность строительных конструкций: учеб. пособие. – М.: АСВ, 2008. -184 с.

### **8.1.2 Дополнительная литература:**

1. СП 28.13330.2012. (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии). -Введ. в действ.01.01.2013. – М.: Стандартинформ, 2012. – 48 с.
2. СП 72.13330.2016 (актуализированная редакция «СНиП 3.04.03-85 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии»)/ Госстрой СССР. – Введ. в действ. 17.06.2017. -М.: Стандартинформ, 2016. – 63 с.
3. Пособие по проектированию защиты от коррозии бетонных и железобетонных строительных конструкций (к СНиП 2.03.11-85). – М.: Госстрой СССР, 1989. –87 с.
4. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения. - Введ. в действ. 01.03.2017. - М.: Стандартинформ, 2016. – 23 с.
5. ГОСТ 27.301-95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения. Введ. в действ. 01.01.97. – Минск: Межгосударственный совет по организации, метрологии и сертификации. – 12 с.
6. Т Р 174-05. Технические рекомендации по определению долговечности отделочных и облицовочных материалов. - Введ. в действ. 01.08.05. – М.: ГУП "НИИМОССТРОЙ", ГУЦ "ЭНЛАКОМ". – 2005. - 25 с.
7. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. – Введ. в действ. 01.07.2015. –М.: Стандартинформ, 2015. – 10 с.
8. ГОСТ 54257-2010. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования. - Введ. в действ. 23.12. 2010. – М.: Стандартинформ, 2011. – 16 с.
9. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. – М.: ЦНИИПромзданий, 2001. – 55 с.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

**Лицензионное программное обеспечение:**

- Windows Pro Dev UpLic A Each Academic Non-Specific Professional;
- Office Std Dev SL A Each Academic Non-Specific Standard;
- Windows Server Std Core 16 SL A Each Academic Non-Specific Standard ;
- Acrobat Pro 2017 Multiple Platforms Russian AOO License TLP (1- 4,999), право на использование;

#### **Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://www.edu.ru/>
2. Образовательный портал ВГТУ

#### **Информационная справочная система**

1. <http://window.edu.ru>
2. <https://wiki.cchgeu.ru/>

#### **Современные профессиональные базы данных**

1. СПС Консультант Бюджетные организации: Версия ПрофСпециальный\_выпуск
2. Сайт научной электронной библиотеки [www.elibrari.ru](http://www.elibrari.ru) - доступ к полнотекстовым версиям научных публикаций широкого профиля изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
3. Технический форум Адрес ресурса: <https://www.tehnari.ru/>  
Корпорация Росатом Адрес ресурса: [https://vk.com/academy\\_rosatom](https://vk.com/academy_rosatom)
4. <https://www.youtube.com/channel/UC63TKNKUkZoI-svs0EiOWXQm>  
Телеграмм Корпорации Росатом Адрес ресурса: <https://t.me/s/academyrosatom>
5. Виртуальное путешествие Росатом для студентов Адрес ресурса: <https://rosatomtalents.team/students>

### **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

1. Учебные аудитории для лекционных и практических занятий, оснащенные оборудованием для демонстрации иллюстрированного материала.
2. Помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с выходом в сеть "Интернет", и необходимым программным обеспечением.
3. Библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотеки и доступом в электронную информационно-образовательную среду.

### **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Надежность и долговечность строительных материалов и конструкций АЭС и ПП» читаются лекции, проводятся практические занятия

и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета остаточного ресурса строительных конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП