

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института химии  
д.х.н., профессор И.Ю. Горячева

"20" сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины  
Устойчивость строительных и конструкционных материалов  
в аварийных ситуациях


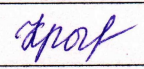
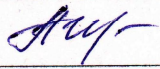
Направление подготовки бакалавриата  
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки бакалавриата  
Промышленная безопасность технологических процессов и производств

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Шмаков С.Л.		20.09.2021
Председатель НМК	Крылатова Я.Г.		20.09.2021
Заведующий кафедрой	Шиповская А.Б.		20.09.2021
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Устойчивость строительных и конструкционных материалов в аварийных ситуациях» являются:

- получение теоретических знаний о поведении строительных и конструкционных материалов в экстремальных и аварийных ситуациях;
- освоение методов оценки устойчивости строительных и конструкционных материалов в различных условиях эксплуатации на практике;
- приобретение навыков оценки свойств материалов, математической обработки результатов, работы с литературой, интернет-источниками, анализировать полученную информацию.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина по выбору «Устойчивость строительных и конструкционных материалов в аварийных ситуациях» (Б1.В.ДВ.03.02) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Блок 1 «Дисциплины (модули)») учебного плана по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», профиля «Промышленная безопасность технологических процессов и производств» и преподаётся в 5 семестре.

Материал дисциплины базируется на знаниях по высшей математике, физике, органической, физической, аналитической и коллоидной химии в объёме курсов ООП по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность», по профилю «Промышленная безопасность технологических процессов и производств». Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе обучения в 3-4 семестрах при изучении таких дисциплин, как «Органическая химия», «Физическая химия», «Аналитическая химия», «Технология химических процессов и производств», «Управление опасными производствами». Данная дисциплина обеспечивает логическую и содержательно-методическую взаимосвязь естественнонаучных и профессиональных дисциплин образовательной программы, учебной и научно-производственной практик с профессиональными дисциплинами по выбору.

Освоение дисциплины «Устойчивость строительных и конструкционных материалов в аварийных ситуациях» необходимо для последующего применения полученных знаний, умений и навыков при изучении дисциплин «Опасные производства химической технологии», «Оценка производственных факторов и защита от них», «Инженерная защита химических производств», прохождении технологической и преддипломной практики, выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональн	1.1 Б.УК-8. Обеспечивает безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте. 2.1 Б.УК-8. Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями	<b>Знать</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• основные классы и свойства строительных и конструкционных материалов,</li><li>• критерии выбора строительных и конструкционных материалов с учётом</li></ul>

<p>ой деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов</p>	<p>техники безопасности на рабочем месте.  <b>3.1 Б.УК-8.</b> Осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте.  <b>4.1 Б.УК-8.</b> Принимает участие в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.</p>	<p>особенностей эксплуатации сооружений, машин и оборудования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• влияние структуры на свойства современных металлических и неметаллических материалов и способы получения их заданного уровня качества; классификации и маркировки широко употребляемых в технике конструкционных материалов;</li> <li>• основные приёмы и методы анализа и моделирования физических процессов с использованием специализированного программного обеспечения;</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• оценивать применимость материалов для тех или иных целей;</li> <li>• оценивать основные свойства материалов и выбирать рациональный сплав по заданным условиям эксплуатации;</li> <li>• выбирать метод защиты от коррозионных разрушений, применять комплекс мер по уменьшению потерь от коррозионных разрушений на стадии проектирования и эксплуатации оборудования;</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методикой оценки основных показателей надёжности конструкционных и строительных материалов;</li> <li>• навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учётом требований технологичности, экономичности, надёжности и долговечности, экологических последствий их применения.</li> </ul>
<p><b>ПК-4.</b> Способность соблюдать правила техники безопасности при нахождении на химически опасных производственных объектах и при эксплуатации основного технологичес</p>	<p><b>ПК-4.1.</b> Соблюдает нормы и правила промышленной безопасности опасных химико-технологических объектов  <b>ПК-4.2.</b> Проводит контроль безопасной эксплуатации технологического оборудования химико-технологического процесса  <b>ПК-4.3.</b> Осуществляет контроль соблюдения требований</p>	<p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения, давления и т. п.), включая экстремальные, и их влияние на структуру;</li> <li>• причины возникновения опасных видов коррозионных разрушений материалов; основные показатели для проведения количественной и качественной оценок скорости коррозии металлов и сплавов; цели и задачи лабораторных, полевых и эксплуатационных испытаний металлов и сплавов;</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• обосновывать выбор рациональных методов термической обработки и упрочнения, повышения износостойкости и коррозионной стойкости сталей и сплавов;</li> <li>• оценивать и прогнозировать поведение</li> </ul>

когооборудования	нормативно-технической документации по промышленной безопасности технологического объекта	материала и причин отказов деталей и инструментов под воздействием на них различных эксплуатационных факторов; назначать обработку в целях получения заданной структуры и свойств, обеспечивающих высокую надёжность изделий; <b>Владеть</b> • современными компьютерными технологиями для решения научно-исследовательских задач материаловедения.
------------------	---	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические работы		СР	Контроль		Всего
					Общая трудоёмкость	Из них практическая подготовка				
1	Материаловедение и технология конструктивных материалов	5	1–6	12	12	1	24		48	Проверка конспектов лекций. Отчёты по практ. работам
2	Сопротивление материалов	5	7–12	12	12	2	24		48	Проверка конспектов лекций. Отчёты по практ. работам
3	Материалы в экстремальных условиях	5	13–18	12	12	1	24		48	Проверка конспектов лекций. Отчёты по практ. работам
4	Экзамен	5	—					36	36	Экзамен
<b>Итого</b>				<b>36</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>180</b>	

#### Содержание дисциплины

1. Материаловедение и технология конструктивных материалов.

Введение в дисциплину. Вещества и их смеси как материалы. Предмет, содержание, задачи дисциплины. Место и роль дисциплины в системе подготовки обучаемых. Связь с другими дисциплинами. Вещества и их смеси как материалы. Материаловедение — наука о связи состава, строения и свойств материалов. История развития материаловедения, её связь с производственной деятельностью человека. Выдающиеся учёные, внёсшие весомый вклад в развитие науки о материалах. Требования к современным материалам. Задачи создания новых материалов с заданными свойствами. Общие требования безопасности при применении веществ и материалов. Материаловедение и научно-технический прогресс.

Классификация и обзор основных классов конструкционных и строительных материалов. Природные каменные материалы. Искусственные каменные материалы (бетоны, силикатные материалы и изделия автоклавного твердения, строительные растворы). Плавленые каменные материалы. Разрыхлённые, дисперсные каменные материалы. Бетоны и растворы. Классификация бетонов, свойства бетонных и растворных смесей. Модифицированные бетоны, бетонополимеры и полимербетоны. Лёгкие бетоны. Бетоны на основе силикатных вяжущих. Способы регулирования структуры бетонов. Понятие о железобетоне, технология сборного и монолитного железобетона. Способы обработки поверхности каменных материалов и изделий. Древесные материалы. Пластические массы. Природные битумы, асфальты и асфальтобетоны. Теплоизоляционные, гидроизоляционные и акустические материалы. Лакокрасочные материалы. Силикатные и керамические материалы. Силикатные вяжущие, механизм твердения. Плавленые силикаты. Кислородная (оксидная) и бескислородная керамики. Органические вяжущие. Неорганические вяжущие вещества, природа твердения. Перспективные направления развития технологии строительных и конструкционных материалов.

Структура веществ и материалов. Строение веществ, металлов и сплавов. Фазы и фазовые превращения. Строение твёрдых тел. Атомная и молекулярная структуры. Виды химических связей: металлическая, ионная, ковалентная. Межмолекулярные связи. Кристаллическая и аморфная структуры. Кристаллические решётки. Полиморфизм. Анизотропия. Особенности формирования структуры материалов из расплавов, растворов и суспензий, при спекании и отверждении. Дефектность материалов. Виды дефектов. Влияние дефектов на свойства материалов. Диффузионные процессы в твёрдых телах.

Основные свойства материалов: механические, теплофизические, электрические и магнитные. Методы испытаний материалов. Физико-механические свойства материалов: прочность, твёрдость, упругость, пластичность, вязкость, хрупкость, жёсткость. Оценка предела прочности при растяжении и статическом изгибе, относительного удлинения при разрыве, модуля упругости, коэффициента Пуассона, ударной вязкости, твёрдости по Бринеллю. Долговечность и усталость, трение и износ.

Релаксационные явления. Основные теплофизические свойства: теплостойкость, термостойкость, температура плавления, теплопроводность, температуропроводность, удельная теплоёмкость. Методы термических испытаний материалов: оценка теплостойкости по Мартенсу и Вика, а также при изгибе. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Основные электрические и магнитные свойства материалов: удельная электропроводность, удельное объёмное и поверхностное электрическое сопротивление, электрическая прочность, магнитная восприимчивость, намагничённость насыщения, коэрцитивная сила. Методы электрических испытаний материалов: оценка удельного сопротивления (одинарный и двойной мосты, потенциометрический метод, метод амперметра-вольтметра, бесконтактные: методы вращающегося магнитного поля, вихревых токов, отражения энергии СВЧ колебаний). Методы магнитных испытаний материалов: оценка магнитной восприимчивости, намагничённости насыщения и коэрцитивной силы. Технологические и потребительские свойства. Связь состава и строения материалов с их свойствами. Способы воздействия на свойства веществ и материалов. Внутренние напряжения в изделиях (временные и остаточные). Методы оценки и расчёта макроскопических, микроскопических и субмикроскопических напряжений в изделиях.

Диаграммы состояния многофазных систем. Диаграммы состояния двухкомпонентных металлических систем при полной растворимости компонентов в твёрдом состоянии, при полной нерастворимости, при частичной растворимости. Эвтектическое равновесие, точка эвтектики. Эвтектоидное равновесие. Перитектика. Диаграммы состояния при полиморфизме одного из компонентов. Правило чтения диаграмм состояния.

Диаграмма фазового состояния железо–углерод. Железо, углерод и их полиморфизм. Феррит, аустенит. Ледебурит, перлит, мартенсит. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации.

Чугуны. Их обозначения (маркировка). Теоретические и технологические основы металлургического производства. Состав и структура чугунов. Способы выплавления белых и серых чугунов.

Стали. Их обозначения (маркировка). Углеродистые стали. Легированные стали. Конструкционные стали. Стали с особыми свойствами. Высокопрочные стали. Принципы жаропрочного, жаростойкого и коррозионностойкого легирования. Основы теории термической обработки стали. Технология термической обработки сталей: закалка, отпуск, отжиг. Влияние термической, деформационно-термической и термохимической обработки на свойства сталей. Поверхностное упрочнение стали. Нормализация, старение. Методы получения стали высокого качества.

Цветные металлы и сплавы на их основе. Их обозначения (маркировка). Диаграмма состояния сплавов. Цветные и редкие металлы и сплавы, области применения. Строение сплавов.

Полимерные и композиционные материалы. Классификации полимерных материалов. Химический состав и строение, надмолекулярные структуры. Физические состояния полимеров. Основные виды полимерных материалов: термопласты, реактопласты, эластомеры. Термопласты: теплофизические, механические и физико-химические свойства. Методы получения изделий из термопластов. Области применения термопластов. Реактопласты. Особенности строения реактопластов. Эксплуатационные свойства и области применения. Эластомеры. Виды каучуков, особенности строения и свойств. Резинотехнические изделия: состав, технология изготовления и области применения. Деструкция и структурирование полимеров под действием температуры и атмосферных факторов. Термофотоокислительная деструкция полимеров. Химическая деструкция полимеров. Композиционные материалы. Классификации композиционных материалов. Состав композитов: матрицы, наполнители. Межфазная граница, её роль и особенности формирования. Наполненные и армированные пластики. Особенности эксплуатационных свойств стеклопластиков, углепластиков, боропластиков и органопластиков. Композиты с металлической матрицей. Физико-химическая стойкость полимерных и композиционных материалов. Процессы переноса агрессивных сред в полимерных и композиционных материалах. Деформирование и разрушение полимерных и композиционных материалов в агрессивных средах. Методы защиты полимерных и композиционных материалов от действия агрессивных сред.

Коррозия материалов. Физико-химическая стойкость материалов и методы их защиты. Коррозия и защита металлов, сплавов, бетонов. Виды коррозии металлов. Методы контроля и оценки скорости коррозии. Механизм и кинетика химической и электрохимической коррозии металлов. Влияние различных факторов на коррозию металлов. Коррозионно-стойкие и жаростойкие стали и сплавы. Методы защиты металлов от коррозии. Защита от коррозии металлическими покрытиями, виды и способы нанесения. Защита металлов от коррозии неметаллическими покрытиями, виды покрытий и способы нанесения. Электрохимическая защита металлов и защита обработкой среды. Виды коррозии бетонов. Влияние различных факторов на коррозию бетонов. Методы защиты бетонов от коррозии.

Кинетическая теория прочности и долговечности твёрдых тел.  
Термофлуктуационный механизм и кинетика разрушения твёрдого тела.

## 2. Сопротивление материалов.

Основные понятия сопротивления материалов. Метод сечений. Основные допущения о свойствах материалов. Понятие о стержне, пластине, массиве. Внешние и внутренние силы. Понятие о напряжениях и деформациях.

Геометрические характеристики поперечных сечений. Понятие статического момента сечения осевого, полярного и центробежного моментов инерции. Связь между осевыми и полярными моментами инерции.

Изменение геометрических характеристик при параллельном переносе. Главные оси и главные моменты, радиусы инерции.

Центральное растяжение–сжатие. Расчёт статически определимых стержневых систем. Метод сил. Растяжение и сжатие прямого бруса. Определение внутренних усилий, напряжений и деформаций. Напряжения в поперечных сечениях. Построение эпюр продольных сил, напряжений, перемещений. Коэффициент запаса прочности, допускаемое напряжение. Условие прочности. Основные типы задач при расчёте на прочность. Расчёт статически определимых и статически неопределимых стержневых систем. Метод сил. Элементы рационального проектирования простейших систем. Расчёт по несущей способности. Закон Гука при одноосном напряжённом состоянии. Модуль упругости и коэффициент Пуассона. Жёсткость при растяжении-сжатии. Условие прочности.

Основы теории напряжённого и деформированного состояния. Анализ напряжённого и деформированного состояния в точке тела. Понятие и виды напряжённого состояния. Напряжение полное, нормальное и касательное. Напряжения в наклонном сечении при линейном и плоском напряжённом состоянии. Закон парности касательных напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Потенциальная энергия деформации. Теории прочности. Инварианты тензора напряжений. Определение главных напряжений. Обобщённый закон Гука. Формула для объёмной деформации; модуль объёмной деформации. Внешние нагрузки и внутренние силовые факторы. Деформации линейные и угловые, упругие и остаточные.

Прямой поперечный изгиб. Продольно-поперечный изгиб. Общие представления о плоском и чистом изгибе. Внутренние силовые факторы, правило знаков  $M_{из}$  и  $Q$ . Дифференциальная зависимость между  $M_{из}$  и  $Q$ ,  $q$ . Построение эпюр  $M_{из}$  и  $Q$ . Правила геометрического контроля правильности построения эпюр  $M_{из}$  и  $Q$ . Определение нормальных напряжений при изгибе. Условие прочности. Задачи расчёта на прочность балок при изгибе. Напряжения при чистом изгибе. Напряжения при поперечном изгибе. Проверка прочности балки по нормальным, касательным и главным напряжениям. Перемещение при изгибе.

Кручение. Напряжения в стержнях круглого сечения. Определение внутренних силовых факторов, построение эпюр крутящих моментов. Условие прочности. Деформации и перемещения стержней круглого сечения, условие жёсткости. Расчёт валов на прочность и жёсткость.

Сложное сопротивление. Расчёт по теориям прочности. Косой изгиб. Внецентровое растяжение–сжатие. Определение напряжений и положения нейтральной оси. Ядро сечения. Кручение с изгибом.

Устойчивость сжатых стержней. Понятие о потере устойчивости и критических параметрах конструкции. Условие устойчивости. Задача Эйлера. Понятие о гибкости стержня, её влияние на критические параметры. Расчёт на устойчивость с помощью коэффициента понижения напряжений.



Расчёт движущихся с ускорением элементов конструкций.  
Динамическое действие сил. Ударное действие нагрузки. Вычисление напряжений при равноускоренном движении. Проверка прочности при динамических напряжениях. Удар. Основные допущения в теории упругого удара. Напряжения при ударе. Динамический коэффициент при ударном действии нагрузки. Классификация динамических нагрузок. Учёт сил инерции. Напряжения и деформации при продольном, скручивающем и изгибающем ударе. Испытание на удар. Хрупкое и вязкое разрушение.

Усталость. Прочность материалов при циклически меняющихся напряжениях. Основные понятия о влиянии переменных напряжений на прочность материала. Циклические напряжения. Определение предела выносливости при симметричном и несимметричном циклах. Условие прочности при переменных напряжениях. Механизм усталостного разрушения. Кривые усталости и предел выносливости, вероятность разрушения. Влияние на выносливость качества поверхности, наклёпа, окружающей среды и абсолютных размеров. Концентрация напряжений и её влияние на выносливость. Диаграммы предельных напряжений при асимметричных циклах.

Критерии прочности и пластичности. Задачи теории упругости.

Энергетические методы расчёта деформаций упругих систем.

3. Материалы в экстремальных условиях.

Лавинообразное разрушение зданий. Прогрессирующее разрушение зданий. Причины, приводящие к разрушению. Признаки-предвестники приближающегося разрушения, способы реакции на них. Роль главных несущих конструкций объекта. Проектная аварийная ситуация. Проектное аварийное разрушение. Сопротивляемость конструкций лавинообразным разрушениям. Экономический фактор.

Климатическая стойкость строительных материалов. Методики испытаний на климатическую стойкость. Климатические станции, испытательные стенды. Стойкость к старению. Факторы климата. Механизмы старения полимерных материалов. Прогнозирование стойкости.

Поведение материалов в условиях пожара. Огнестойкость материалов. Проблемы горючести полимерных и композиционных материалов. Критерии и методы оценки горючести. Особенности процессов воспламенения и горения, механизмы и циклы. Добавки и реагенты, замедляющие горение органических материалов, антипирены. Повышение огнестойкости органических материалов, защитных тканей, полимерных композиционных материалов. Огнезащитные материалы и технология их применения.

Трещины и устойчивость материалов к растрескиванию. Зарождение и рост трещин, нарушение целостности. Методы расчёта динамики трещинообразования.

Живучесть строительных конструкций. Оценка единичной живучести. Определение понятия живучести. Стойкость системы в запроектной ситуации. Отказы конструктивных элементов. Принцип отсутствия

ключевых элементов в конструкции. Детерминистическая модель живучести. Логико-вероятностные модели. Тестовые повреждения. Критерии обеспечения живучести. Расчётные программы.

Радиационно-защитные материалы ядерных энергетических установок. Радиационно-защитные материалы ядерных энергетических установок (ЯЭУ): материалы защиты судовых и космических ЯЭУ, физические основы радиационного повреждения материалов корпусов ЯЭУ, радиационное упрочнение материалов корпусов реакторов, испытания материалов биологической защиты транспортных ЯЭУ, методы оценки основных характеристик материалов защиты ЯЭУ. Воздействие высоких энергий на материалы. Локальное воздействие излучений. Радиационные повреждения в металлах, силикатах и полимерных материалах. Радиационно-стойкие металлы и сплавы, полимерные и композиционные материалы. Повышение радиационной стойкости полимеров.

Характеристики реакторных материалов. Требования, предъявляемые к реакторным материалам: общие требования, требования, предъявляемые к материалам активной зоны, требования к материалам узлов, находящихся вне активной зоны, материалы, применяемые в реакторостроении.

Прочность, совместимость и радиационная стойкость реакторных материалов. Коррозия реакторных материалов. Дефекты кристаллической решётки, жаропрочность и деформация металлов, совместимость реакторных материалов, радиационная стойкость конструкционных материалов. Классификация коррозионных процессов, двойной электрический слой, кинетика катодных процессов, кинетика анодных процессов, местная коррозия, влияние различных факторов на коррозию реакторных материалов, влияние облучения на коррозионные процессы.

Конструкционные материалы активной зоны. Материалы корпуса реактора и других элементов ядерных энергетических установок. Конструкционные материалы активной зоны: бериллий, графит, материалы регулирующих систем и защиты, магний и его сплавы, алюминий и его сплавы, цирконий и его сплавы, аустенитные нержавеющие хромоникелевые стали. Материалы корпуса реактора и других элементов ядерных энергетических установок: перлитные стали, хромистые нержавеющие стали, медные сплавы, титан и его сплавы, многослойные радиационно-защитные конструкции. Химическое сопротивление материалов воздействию коррозионно-активных сред, необходимых для решения задач обеспечения бесперебойной работы аппаратов и машин в реальных условиях эксплуатации с риском аварий; обеспечения надёжности и долговечности проектируемого оборудования, а также принятие решений по выбору эффективных и экономичных методов защиты оборудования от воздействия окружающей коррозионной среды.

Конструкционные материалы АЭС с водо-водяными реакторами, с уран-графитовыми реакторами, с быстрыми реакторами, с газовым теплоносителем. Конструкционные материалы АЭС с водо-водяными

реакторами. Материалы корпусов реакторов (экспериментальных и АЭС). Влияние облучения, термоциклирования и старения на сопротивление хрупкому разрушению. Критическая температура перехода в хрупкое состояние. Материалы активной зоны: корзины, шахты, тепловыделяющих сборок (ТВС) и тепловыделяющих элементов. Материалы для дистанционирующих решёток ТВС. Материалы стержней и механизмов защиты реактора. Стали для корпусов парогенераторов и сосудов давления. Стали для трубопроводов и паропроводов. Стали и сплавы для трубчатых систем парогенераторов и теплообменных аппаратов. Стали для крепёжных деталей и пружин. Коррозия, общая и межкристаллитная коррозия под напряжением, эрозия и фреттинг-износ в среде первого и второго контуров. Термическая усталость. Наводороживание. Конструкционные материалы АЭС с уран-графитовыми реакторами. Особенности работы материалов в одноконтурной схеме. Материалы контура многократной принудительной циркуляции и трубопроводов. Материалы циркуляционных насосов и арматуры. Использование циркониевых сплавов в контуре, сталей, сплавов и графита в кладке реактора. Распухание, усадка, растрескивание графита. Стойкость сварных соединений аустенитных трубопроводов и оборудования к межкристаллитному растрескиванию под напряжением. Конструкционные материалы в АЭС с быстрыми реакторами. Специфика воздействия жидкометаллического теплоносителя (натрия, свинца и др.) на структуру и свойства металлов: массоперенос, обезуглероживание, самосвариваемость и др. Ползучесть, длительная статическая и циклическая прочность. Технология теплоносителей. Конструкционные материалы АЭС с газовым теплоносителем. Контроль состояния материалов оборудования и трубопроводов при эксплуатации. Зоны и методы контроля. Содержание типовой и рабочей программы контроля. Периодичность контроля. Требования к образцам-свидетелям. Управление сроком службы основного оборудования АЭС. Продление срока службы реакторных установок.

Влияние облучения на материалы. Влияние реакторных излучений на размерные изменения, распухание, ползучесть, охрупчивание и старение материалов. Влияние на свойства и поведение материалов термического и радиационного циклирования

Статистика аварий и поведения материалов в них.

### Структура практических занятий

№ п/п	Раздел дисциплины
1	Теоретический расчёт прочности металлических и полимерных материалов
2	Оценка характеристик полимерных материалов по методу Аскадского
3	Изучение деформационно-прочностных свойств полимерных плёнок на разрывной машине
4	Составление паспорта безопасности материала

5	Расчёт напряжённых состояний изделий из материалов
6	Расчёт упругих систем энергетическим методом
7	Расчёт изделий из полимерных материалов при динамических воздействиях
8	Расчёты на устойчивость элементов конструкций из полимерных материалов
9	Расчёты на прочность и жёсткость при кручении
10	Расчёты на устойчивость по коэффициентам продольного изгиба
11	Расчёты на прочность при переменных напряжениях и динамических нагрузках
12	Кинематическая оценка устойчивости каркасно-монолитных зданий к лавинообразным разрушениям
13	Расчёт строительных конструкций на единичную живучесть
14	Составление прогноза климатической стойкости полимерных материалов, применяемых в строительстве
15	Прогнозирование поведения неорганических вяжущих строительных материалов в условиях пожара
16	Расчёт температуры размягчения стеклообразных материалов при пожаре
17	Расчёт упругого и пластического параметров смешанности для трещины
18	Расчёт концентрации вакансий в дендритах жаропрочного сплава

## 5. Образовательные технологии

Теоретическая часть дисциплины излагается в лекционном курсе. Полученные знания закрепляются на практических занятиях.

Традиционные образовательные технологии включают также консультирование студентов, индивидуальные беседы со студентом и т.п.

Технологии, основанные на современных информационных средствах и методах научно-технического творчества: деловые игры, учебные дискуссии.

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при подборе методов для расчёта теоретической прочности конструкционных материалов, их пожаро- и взрывоустойчивости, устойчивости к химическим и радиационным воздействиям. Формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии аварийного материаловедения происходит в рамках индивидуальных отчётов, консультаций, разборов конкретных ситуаций. Иная контактная работа представляет собой индивидуальные консультации, оказываемые очно и дистанционно с использованием информационных и телекоммуникационных технологий с учётом образовательных возможностей обучающихся.

**Адаптивные образовательные технологии для лиц с ОВЗ и инвалидностью.** Формы обучения и проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учётом индивидуальных психофизических особенностей. Варианты промежуточной аттестации в данном случае могут быть следующими: только устный ответ без письменного конспекта на бумаге, только письменный ответ (конспект ответа) на бумаге или письменный ответ (конспект ответа) на компьютере без устного ответа, экзамен в форме тестирования. При

необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 30% аудиторных занятий.

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

Самостоятельная работа студентов заключается в чтении рекомендуемой основной и дополнительной литературы, подготовке к лекциям, поиска информации в Интернете.

- электронный банк тестовых заданий;
- банк аттестационных тестов;
- комплекты заданий для самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие виды контроля:

- устный опрос;
- письменные работы;
- контроль с помощью технических средств и информационных систем.

Каждый из видов выделяется по *способу выявления формируемых компетенций*:

- в процессе беседы преподавателя и студента;
- в процессе создания и проверки письменных материалов;
- путем использования компьютерных программ, приборов, установок и т.п.

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

*Письменные работы* позволяют экономить время преподавателя, проверить обоснованность оценки и уменьшить степень субъективного подхода к оценке подготовки студента, обусловленного его индивидуальными особенностями.

Использование *информационных технологий и систем* обеспечивает:

- быстрое и оперативное получение объективной информации о фактическом усвоении студентами контролируемого материала, в том числе непосредственно в процессе занятий;
- возможность детально и персонализировано представить эту информацию преподавателю для оценки учебных достижений и оперативной корректировки процесса обучения;
- формирования и накопления интегральных (рейтинговых) оценок достижений студентов по всем дисциплинам и модулям образовательной программы;

- привитие практических умений и навыков работы с информационными ресурсами и средствами;
- возможность самоконтроля и мотивации студентов в процессе самостоятельной работы.

Каждый из видов контроля осуществляется с помощью определённых форм, которые могут быть как *одинаковыми* для нескольких видов контроля (например, устный и письменный экзамен), так и *специфическими*. Соответственно, и в рамках некоторых форм контроля *могут сочетаться несколько его видов* (например, экзамен по дисциплине может включать как устные, так и письменные испытания).

#### *Формы контроля*

- собеседование;
- контрольная работа;
- отчёт;
- экзамен.

Определённые навыки приобретаются в процессе проведения практических работ, прохождения практики и т.п., а контроль над их формированием осуществляется в ходе проверки преподавателем результатов данных работ и выставления соответствующей оценки (отметки).

#### *Формы письменного контроля*

Письменные работы могут включать:

- тесты;
- контрольные работы;
- учебные отчёты по практическим работам.

При изучении дисциплины предусматриваются следующие виды контроля:

- Текущий;
- Рубежный;
- Итоговый.

*Текущий контроль* проводится на лекциях в виде тестов, состоящих из четырёх вопросов с четырьмя вариантами ответа. Тест охватывает тему предыдущей лекции и даёт возможность студентам упорядочивать знания, полученные на предыдущей лекции. Кроме того, тестирование позволяет преподавателю оценить усвоение студентами теоретического материала и отметить посещаемость лекций.

На практических занятиях проводится вводный контроль подготовки студентов к работе. Контроль проводится в виде теста, состоящего из пяти вопросов с четырьмя ответами. Контроль преследует цель проверки усвоения студентами теоретической части и навыков в выполнении самостоятельных работ, предусмотренных учебной программой. Выполнение работы оценивается устным опросом студентов о ходе выполнения работы, сформулированных выводах и понимании теоретического материала.

*Рубежный контроль* проводится путем трёх письменных работ. Первая и вторая работы проводятся в форме теста из десяти теоретических вопросов

по пройденным темам курса. Третья работа представляет собой производственную задачу, решение которой требует понимания всего курса.

Рубежный контроль преследует цель выработать у студентов потребность в систематической работе по освоению теоретического материала дисциплины.

*Итоговый контроль* проводится после завершения обучения студентов дисциплины в виде экзамена. Итоговый контроль преследует цель проверить студента по всему изученному курсу, понимания взаимосвязей различных его разделов и тем, связей с иными естественнонаучными и общепрофессиональными дисциплинами. Итоговый контроль предусматривает ответы на несколько вопросов теоретического курса.

## 7. Данные для учёта успеваемости студентов в БАРС

Табл. 1.1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
<b>5</b>	<b>18</b>	—	<b>30</b>	<b>22</b>	—	—	<b>30</b>	<b>100</b>

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### 5 семестр

##### **Лекции (от 0 до 18 баллов) 18 лекций**

Оценивается посещаемость и активность. Посещаемость 1 лекции – 0.5 балла, работа на лекции – 0.5 балла.

**Лабораторные занятия.** Не предусмотрены.

##### **Практические занятия (от 0 до 30 баллов) 15 заданий**

За каждое правильно выполненное задание — 2 балла. Если допущены ошибки и потребовалось обратиться к преподавателю, то, в зависимости от серьёзности ошибки, 0.5–1.5 балла.

##### **Самостоятельная работа (от 0 до 22 баллов)**

За поиск в Интернете альтернативных решений задачи — 1 балл.  
За нахождение ошибки, не найденной на занятиях — 2 балла.  
За оригинальную формулировку или полезное дополнение к заданию — 3 балла.

**Автоматизированное тестирование.** Не предусмотрено.

**Другие виды учебной деятельности.** Не предусмотрено.

##### **Промежуточная аттестация (от 0 до 30 баллов) экзамен**

Оценивается сдача экзамена: письменный конспект ответа на бумаге и устный ответ. Применяется следующее ранжирование:

- ответ на «отлично» оценивается от **25 до 30 баллов**
- ответ на «хорошо» оценивается от **20 до 24 баллов**
- ответ на «удовлетворительно» **от 15 до 19 баллов**
- ответ на «неудовлетворительно» **от 0 до 14 баллов.**

#### **Критерии балловой оценки при сдаче экзамена**

**25-30 баллов** ставится, если:

- полно раскрыто содержание вопросов,
- материал изложен грамотно, в определённой логической последовательности, точно используется терминология,
- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации,
- продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков,
- ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов,
- допущены одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию;

**20-24 баллов** ставится, если ответ удовлетворяет, в основном, вышеприведённым требованиям (на 31-40 баллов), но при этом имеет один из недостатков:

- в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа,
- допущены один-два недочёта при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя,
- допущена ошибка или более двух недочётов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя;

**15-19 баллов** ставится, если:

- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала,
- имеются существенные затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов,
- при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации;

**0-14 баллов** ставится, если:

- не раскрыто основное содержание учебного материала,
- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала,
- допущены ошибки в определении понятий и при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов,
- не сформированы компетенции, умения и навыки.

Форма проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Варианты промежуточной аттестации в данном случае могут быть следующими: только устный ответ без письменного конспекта на бумаге, только письменный ответ (конспект ответа) на бумаге или письменный ответ (конспект ответа) на компьютере без устного ответа. При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа при сдаче экзамена.



Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5 семестр по дисциплине «Устойчивость строительных и конструкционных материалов в аварийных ситуациях» составляет 100 баллов.

Табл. 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по итогам освоения дисциплины «Устойчивость строительных и конструкционных материалов в аварийных ситуациях» в оценку

80–100	«отлично»
70–79	«хорошо»
55–69	«удовлетворительно»
меньше 55 баллов	«неудовлетворительно»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) литература:

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учеб. для студентов вузов / под ред. В. Б. Арзамасова, А. А. Черепяхина. - 3-е изд., стер. – М.: Изд. центр "Академия", 2011. – 446 с. (всего экземпляров 12)

2. Сазонов, К. Е. Материаловедение [Электронный ресурс]: руководство к лабораторным работам / Сазонов К. Е. - Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2006. - 96 с. - Б. ц. (ЭБС IPRbooks).

3. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учеб. для вузов / С.Н. Колесов, И.С. Колесов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 2008. — 534 с. (всего экземпляров 15)

### б) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Microsoft Windows Pro 7 (Номер лицензии: Open License № 46312747 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07.) (70 шт.); Microsoft Windows Vista Business Номер лицензии: № 42226296, от 21.12.2009. (21 шт.);

2. Microsoft Office Standard 2003 SP3 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07.) (2 шт.);

3. Microsoft Office Professional 2003 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07); Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008) (10 шт.).

4. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499

5. Mathcad 14.0 M020 (14.0.2.5 [802141434]).

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР).  
<http://fcior.edu.ru/>

Интернет библиотека электронных книг Elibrus – <http://elibrus.lgb.ru/psi.shtml>

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/inorg.html> - учебные материалы по

<http://materiology.info>

<http://www.iumrs.org>

<http://www.nanometer.ru>

<http://www.plastinfo.ru>

Обучающиеся инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

#### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Учебная аудитория для чтения лекций.
2. Проектор для демонстрации иллюстрационного материала.
3. Кафедральная библиотека с научной литературой.
4. Разрывная машина Tinius Olssen H1KS.
5. Компьютерный класс Института химии.

**Место осуществления практической подготовки:** учебные лаборатории Института химии СГУ. Использование технических средств является доступным для широкого круга пользователей с ограниченными возможностями здоровья и позволяет осуществлять приём-передачу информации в доступных формах.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» и профилю подготовки «Промышленная безопасность технологических процессов и производств».

Автор: канд. хим. наук доцент

*Шмаков С.Л.*

Программа одобрена на заседании кафедры полимеров на базе ООО «АКРИПОЛ» 20 сентября 2021 года, протокол № 02.