Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.07.2026 15:11:53
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ /Е.В. Сафонов/
«26» февраля 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации»

Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль

«Перспективные материалы и технологии»

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2026 г.

Разработчик:

профессор, д.т.н., профессор  /В.В. Овчинников/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
д.т.н., профессор  /В.В. Овчинников/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 8
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
   - 4.1. Основная литература ... 9
   - 4.2. Дополнительная литература ... 10
   - 4.3. Электронные образовательные ресурсы ... 10
   - 4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 10
   - 4.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 10
5. Материально-техническое обеспечение ... 11
6. Методические рекомендации ... 11
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 11
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 12
7. Фонд оценочных средств ... 13

Приложение 1 ... 14

Приложение 2 ... 18

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации» следует отнести:

– формирование знаний о влиянии условий эксплуатации на структуру и свойства функциональных материалов;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений по оценке возможности продления срока эксплуатации различных конструкций.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации» следует отнести:

– освоение способов оценки эволюции структуры и свойств функциональных материалов, а также механизмов изменения структуры и свойств материалов под влиянием эксплуатационных факторов.

Обучение по дисциплине «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций в соответствии с ФГОС 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждённым приказом Минобрнауки России от 02.06.2020 N 701:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки
ПК-1 Способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований	ИПК-1.1 Знает: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; ИПК-1.2 Умеет: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты; ИПК-1.3 Имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных
ПК-2Способен осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств	ИПК-2.1 Знает: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения,

	технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов ИПК-2.2 Умеет: выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров; ИПК-2.3 Имеет навыки: выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):

– Металлические материалы;
– Неметаллические материалы;
– Выбор материалов для изготовления изделий;
– Технологические процессы получения и обработки материалов.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 7 семестр
	Аудиторные занятия	**72**	**72**
	В том числе:		
1	Лекции	36	36
2	Семинарские/практические занятия	36	36
	Лабораторные занятия	-	-

3			
	Самостоятельная работа		
	В том числе:		
1	Подготовка к семинарским/практическим занятиям	72	72
	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**экзамен**
	Итого	**144**	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Введение. Основные термины и определения

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами. Старение материалов в процессе эксплуатации. Эксплуатационные факторы, влияющие на структуру и свойства материалов.

Тема 1. Влияние внешних воздействий на металлические конструкционные элементы.

Внешние воздействия на металлические материалы. Действие нагрузок, температуры, физических полей, агрессивных сред, сил трения.

Тема 2. Влияние нагрузок на структуру и свойства металлических конструкционных материалов

Классификация сил, воздействующих на конструкции. Классификация внешних сил. Сосредоточенные и объемные силы. Нагрузки статические и переменные. Малоцикловое и многоцикловое нагружение. Динамическое ударное нагружение.

Снижение сопротивления разрушения материала. Концентраторы напряжений механического происхождения. Влияние внешних воздействий на металлические конструкционные элементы.

Эволюция структуры и свойств металлических материалов под влиянием статических и знакопеременных нагрузок.

Влияние скорости деформации на сопротивление разрушению металлов. Влияние температуры. Длительная прочность. Релаксация напряжений. Влияние низких температур.

Тема 3. Влияние температуры и длительности выдержки при повышенной температуре на структуру и свойства конструкционных материалов.

Кратковременный и длительный нагрев. Влияние высоких температур на структуру и свойства материалов. Влияние отрицательных температур на свойства материалов. Скоростной нагрев материалов. Влияние высоких температур на прочностные свойства металлоконструкций.

Влияние температуры на материалы электротехнических изделий. Полимерные материалы: влияние условий эксплуатации на прочность полимеров.

Длительный нагрев и его параметры. Термоциклирование. Последствия работы металла при высокой температуре и исчерпание ресурса. Характеристики жаростойкости и

жаропрочности металла. Основные сведения о жаростойких и жаропрочных сплавах. Влияние температуры и длительности эксплуатации сварных изделий на их свойства.

Тема 4. Влияние физических полей на структуру и свойства конструкционных материалов.

Понятие радиационной стойкости материалов. Виды излучений и вызываемые ими повреждения. Особенности воздействия радиационных сред на материалы конструкций и характеристики этого воздействия. Характеристики, определяющие эффект радиационного воздействия на материалы и конструкции.

Эффекты радиационного воздействия. Влияние радиационных сред на прочностные и деформационные характеристики металлов и сплавов. Влияние облучения на коррозионную стойкость. Влияние нейтронного облучения на пластические характеристики сталей и сплавов. Радиационное охрупчивание сталей при низких температурах. Влияние радиационного облучения на ползучесть сталей и сплавов.

Влияние реакторного облучения на длительную прочность стали при различных видах напряженного состояния.

Тема 5. Влияние агрессивных сред на структуру и свойства конструкционных материалов.

Коррозионная стойкость. Основные виды коррозии. Количественная оценка коррозионной стойкости материалов. Виды коррозионных разрушений.

Химическая коррозия металлов. Показатель коррозии. Массовый показатель коррозии. Глубинный показатель коррозии. Объемный показатель коррозии. Механический показатель коррозии.

Химическая коррозия. Трибохимическая коррозия. Жидкости неэлектролиты. Стадии химической коррозии в жидкостях неэлектролитах.

Термодинамика газовой коррозии. Основные стадии газовой коррозии. Пленки на поверхности металлов. Механизм газовой коррозии. Влияние внутренних и внешних факторов на скорость газовой коррозии. Способы защиты металлов от газовой коррозии.

Низкотемпературная и высокотемпературная коррозия. Кислородная коррозия. Внутренняя коррозия поверхностей нагрева. Пароводяная коррозия. Щелочная коррозия. Подшламовая коррозия поверхностей нагрева.

Внутренние факторы коррозии. Внешние факторы коррозии. Влияние кислотности среды.

Гомогенный и гетерогенный механизмы электрохимической коррозии. Причины возникновения местных гальванических элементов. Свойства металла. Условия коррозии. Двойной электрический слой и электродные потенциалы металлов. Равновесный потенциал. Катодная реакция. Гальванические элементы с разнородными электродами. Термогальванические элементы. Диффузионная кинетика. Концентрационная поляризация. Катодная реакция. Общая поляризационная кривая. Кислородная деполяризация. Сущность водородной деполяризации. Термодинамическая устойчивость металлов в водной среде. Понятие о диаграмме Пурбе. Влияние различных факторов на скорость коррозии.

Питтинговая коррозия. Язвенная коррозия. Щелевая коррозия. Межкристаллитная коррозия. Контактная коррозия. Коррозионное растрескивание. Коррозионная усталость. Коррозионная кавитация. Коррозионная эрозия. Комбинированное воздействие растягивающих напряжений и коррозионной среды. Типы коррозионного растрескивания. Факторы коррозионного растрескивания. Причины коррозионного растрескивания под напряжением. Меры по сокращению риска коррозионного растрескивания. Химическая коррозия сталей. Электрохимическая коррозия стальных конструкций. Коррозия арматуры в

бетоне. Подземная коррозия. Коррозия, вызванная блуждающими токами. Атмосферная коррозия стальных конструкций. Атмосферная коррозия алюминия. Коррозия алюминия в воде. Коррозия алюминия в кислотах. Коррозия алюминия в соляной кислоте. Коррозия алюминия в азотной кислоте. Коррозия алюминия в уксусной кислоте. Коррозия алюминия в щелочах. Виды и особенности коррозионных разрушений сварных соединений. Особенности общей электрохимической коррозии сварных соединений. Коррозионное разрушение сварных соединений в напряженном состоянии.

Классификация мер борьбы с коррозией металлических конструкций. Способы нанесения металлических защитных покрытий. Выбор металла для антикоррозионного покрытия. Плюсы и минусы различных методов цинкования. Электролитическое осаждение металлов и сплавов. Электролитическое осаждение комбинированных покрытий. Наплавка. Вакуумно-плазменные покрытия. Неметаллические неорганические покрытия. Покрытия полимерами. Эмалевые покрытия. Сущность электрохимической защиты металлических конструкций от коррозии. Катодная защита от коррозии. Протекторная защита. Анодная защита от коррозии. Ингибиторы коррозии. Классификация ингибиторов коррозии. Адсорбционные ингибиторы. Пассивирующие ингибиторы. Неорганические и органические ингибиторы коррозии. Решения, направленные на предотвращение КРН. Решения, направленные на своевременное выявление и ремонт дефектов КРН.

Тема 6. Влияние сил трения на структуру и свойства конструкционных материалов.

Виды трения. Трение скольжения. Трение качения. Сухое трение. Граничное трение. Жидкостное трение. Смешанное трение.

Основные характеристики изнашивания. Предельный и допустимый износ. Механизм изнашивания. Стадии изнашивания пар трения. Разрушение поверхностей трения.

Виды изнашивания. Классификация видов изнашивания. Абразивное изнашивание. Усталостное изнашивание. Изнашивание вследствие пластической деформации. Кавитационное изнашивание. Молекулярно-механическое изнашивание. Коррозионно-механическое изнашивание. Изнашивание при фреттинг-коррозии. Окислительное изнашивание. Водородное изнашивание. Изнашивание при избирательном переносе. Эрозионное изнашивание.

Тема 7. Классификация методов измерения износа.

Требования, предъявляемые к материалам пар трения. Выбор материалов пары трения. Правила сочетания материалов. Методика подбора материалов пар трения.

Конструкторские способы повышения износостойкости. Технологические методы обеспечения износостойкости узлов трения.

Тема 8. Роль смазочных материалов.

Виды смазки и смазочных материалов. Присадки к смазочным материалам. Жидкие смазочные материалы. Пластичные смазочные материалы. Металлоплакирующие смазочные материалы. Твердые смазочные материалы. Самосмазывающиеся материалы.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия

Семинар 1 «Внешние воздействия на металлические материалы в процессе эксплуатации изделий».

Семинар 2 «Виды нагружения конструкций в процессе эксплуатации».

Семинар 3 «Длительная прочность. Релаксация напряжений».

Семинар 4 «Влияние высоких температур на прочностные свойства металлоконструкций».

Семинар 5 «Последствия работы металла при высокой температуре и исчерпание ресурса. Характеристики жаростойкости и жаропрочности металла».

Семинар 6 «Основные сведения о жаростойких и жаропрочных сплавах».

Семинар 7«Виды излучений и вызываемые ими повреждения. Особенности воздействия радиационных сред на материалы конструкций и характеристики этого воздействия».

Семинар 8 «Эффекты радиационного воздействия».

Семинар 9 «Коррозионная стойкость. Основные виды коррозии.

Семинар 10 «Химическая коррозия металлов. Показатель коррозии».

Семинар 11«Термодинамика газовой коррозии. Основные стадии газовой коррозии».

Семинар 12 «Гомогенный и гетерогенный механизмы электрохимической коррозии».

Семинар 13 «Классификация мер борьбы с коррозией металлических конструкций».

Семинар 14 «Электролитическое осаждение металлов и сплавов. Электролитическое осаждение комбинированных покрытий».

Семинар 15 «Виды трения. Характеристики изнашивания».

Семинар 16 «Выбор материалов пары трения. Правила сочетания материалов. Методика подбора материалов пар трения».

Семинар 17 «Конструкторские способы повышения износостойкости. Технологические методы обеспечения износостойкости узлов трения».

3.4.2.Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по данной дисциплине не предусмотрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы по данной дисциплине не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. Полюшкин, Н.Г. Основы теории трения, износа и смазки: учеб. пособие / Н.Г. Полюшкин; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 192 с.

2. Новиков Л.С. Радиационные воздействия на материалы космических аппаратов. Учебное пособие. – М.: Университетская книга, 2010 – 192 с.

3. Фролова, О.А. Особенности разрушения конструкционных материалов при различных условиях нагружения [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.А. Фролова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019 – 91 с. ISBN 978-5-7410-2210-8.

4. Коррозия и защита металлов от коррозии: учеб. пособие для студентов технических специальностей / Ю. П. Перелыгин, И. С. Лось, С. Ю. Киреев. – 2-е изд., доп. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015 – 88 с.

4.2 Дополнительная литература

1. В.В. Салюков, Ф.Г. Тухбатуллин, М.И. Королев, Н.И. Волгина, Я.В. Воробьев, В.С. Иванов, В.С. Урусов. Влияние технологии производства труб на их предрасположенность к коррозионному растрескиванию под напряжением. ООО «ИРЦ Газпром», 2007. – 116 с.

2. Александров В.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебное пособие. Часть 1 Материаловедение. Стандарт третьего поколения / В.М. Александров. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2015 – 327 с.

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка на курс
Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации	

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	Мой Офис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети	http:// www.consultant.ru	Доступно

	КонсультантПлюс		
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Номер аудитории	Оборудование
ав.1313, ав.1315, ав.1316	Ноутбук, проектор, экран

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха);

- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;

- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к лабораторному и практическому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.10. Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха) как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;

- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе и включает разделы:

1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

3. Оценочные средства

3.1. Текущий контроль

3.2. Промежуточная аттестация

Приложение 1

Тематический план изучения дисциплины «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации» по направлению подготовки22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Седьмой семестр														
1.1	Введение. Основные термины и определения	**7**	1	**2**	**2**		**4**								
1.2	Тема 1. Влияние внешних воздействий на металлические конструкционные элементы. *Семинарское занятие: «Внешние воздействия на металлические материалы в процессе эксплуатации изделий» Семинарское занятие: «Виды нагружения конструкций в процессе эксплуатации»*	**7**	**2-3**	**4**	**4**		**8**					+			
1.3	Тема 2. Влияние нагрузок на структуру и свойства металлических конструкционных материалов *Семинарское занятие: «Длительная прочность. Релаксация напряжений» Семинарское занятие: «Влияние*	7	**4-5**	**4**	**4**		**8**					+			

	высоких температур на прочностные свойства металлоконструкций»														
1.4	Тема 3. Влияние температуры и длительности выдержки при повышенной температуре на структуру и свойства конструкционных материалов. *Семинарское занятие: «Последствия работы металла при высокой температуре и исчерпание ресурса. Характеристики жаростойкости и жаропрочности металла» Семинарское занятие: «Основные сведения о жаростойких и жаропрочных сплавах»*	7	**6-7**	**4**	**4**		**8**					+			
1.5	Тема 4. Влияние физических полей на структуру и свойства конструкционных материалов. *Семинарское занятие «Виды излучений и вызываемые ими повреждения. Особенности воздействия радиационных сред на материалы конструкций и характеристики этого воздействия» Семинарское занятие «Эффекты радиационного воздействия».*	7	**8-9**	**4**	**4**		**8**					+			
1.6	Тема 5. Влияние агрессивных сред на структуру и свойства		**10-12**	**6**	**6**		**12**					+			

	конструкционных материалов. *Семинарское занятие «Коррозионная стойкость. Основные виды коррозии. Количественная оценка коррозионной стойкости материалов. Виды коррозионных разрушений»* *Семинарское занятие «Химическая коррозия металлов. Показатель коррозии»* *Семинарское занятие «Термодинамика газовой коррозии. Основные стадии газовой коррозии»*	7													
1.7	Тема 6. Влияние сил трения на структуру и свойства конструкционных материалов. *Семинарское занятие «Гомогенный и гетерогенный механизмы электрохимической коррозии»* *Семинарское занятие «Классификация мер борьбы с коррозией металлических конструкций»*	7	**13-14**	**4**	**4**		**8**					+			
1.8	Тема 7. Классификация методов измерения износа. *Семинарское занятие «Электролитическое осаждение металлов и сплавов. Электролитическое осаждение*		**15-16**	**4**	**4**		**8**					+			

	комбинированных покрытий» Семинарское занятие «Виды трения. Характеристики изнашивания»	7													
1.9	Тема 8. Роль смазочных материалов. *Семинарское занятие «Выбор материалов пары трения. Правила сочетания материалов. Методика подбора материалов пар трения»* *Семинарское занятие «*Конструкторские способы повышения износостойкости. Технологические методы обеспечения износостойкости узлов трения*»*	7	**17-18**	**4**	**4**		**8**					+			
	Форма аттестации		**19-21**											**Э**	
	Всего часов по дисциплине			**36**	**36**		**72**					**1 реферат**		**Э**	

Приложение 2
к рабочей программе «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации»

ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (зачет, экзамен).

2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации, предусмотренная учебным планом: 7 семестр - экзамен.

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях обычной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Не удовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков

	приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

3. Оценочные средства

3.1. Текущий контроль

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачетно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Семинарские занятия	Оформление выступлений на семинарских занятиях в виде докладов, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено». Перечень тем семинарских занятий представлен в пункте 3.4.1 настоящей рабочей программы.
Коллоквиум	Отметка в журнале преподавателем о присутствии и активном участии обучающегося на обсуждении темы коллоквиума.
Реферат	Оформленный реферат с отметкой преподавателя «зачтено», подготовленная презентация по теме реферата, отметка преподавателем в журнале о выступлении обучающегося на занятии.

Если студентом не пройден один или более видов текущего контроля, преподаватель имеет право выставить ему оценку «не зачтено» или «неудовлетворительно» на промежуточной аттестации.

3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация – (экзамен) проводится по билетам в устной форме Регламент проведения аттестации:

– время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;

– время на ответ на заданные вопросы не более 10 мин.

Содержание экзаменационного задания: билет состоит из трех теоретических вопросов. Перечень вопросов, выносимых преподавателем на аттестацию по дисциплине и из которых формируются экзаменационные билеты изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 2).

Темы рефератов

по дисциплине *«***Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации***»*

1. Эксплуатационные факторы, влияющие на структуру и свойства материалов.
2. Классификация сил, воздействующих на конструкции
3. Сосредоточенные и объемные силы.

4. Нагрузки статические и переменные.

5. Малоцикловое и многоцикловое нагружение.

6. Динамическое ударное нагружение.

7. Концентраторы напряжений механического происхождения.

8. Эволюция структуры и свойств металлических материалов под влиянием статических и знакопеременных нагрузок.

9. Влияние скорости деформации на сопротивление разрушению металлов.

10. Длительная прочность.

11. Релаксация напряжений.

12. Кратковременный и длительный нагрев.

13. Влияние высоких температур на структуру и свойства материалов.

14. Влияние отрицательных температур на свойства материалов.

15. Скоростной нагрев материалов.

16. Влияние температуры на материалы электротехнических изделий.

17. Полимерные материалы: влияние условий эксплуатации на прочность полимеров.

18. Длительный нагрев и его параметры.

19. Термоциклирование.

20. Последствия работы металла при высокой температуре и исчерпание ресурса.

21. Характеристики жаростойкости и жаропрочности металла. Основные сведения о жаростойких и жаропрочных сплавах.

22. Влияние температуры и длительности эксплуатации сварных изделий на их свойства.

23. Понятие радиационной стойкости материалов.

24. Виды излучений и вызываемые ими повреждения.

25. Особенности воздействия радиационных сред на материалы конструкций и характеристики этого воздействия.

26. Эффекты радиационного воздействия.

27. Влияние радиационных сред на прочностные и деформационные характеристики металлов и сплавов.

28. Влияние облучения на коррозионную стойкость.

29. Влияние нейтронного облучения на пластические характеристики сталей и сплавов.

30. Радиационное охрупчивание сталей при низких температурах.

31. Влияние радиационного облучения на ползучесть сталей и сплавов.

32. Влияние реакторного облучения на длительную прочность стали при различных видах напряженного состояния.

33. Коррозионная стойкость. Основные виды коррозии.

34. Количественная оценка коррозионной стойкости материалов. Виды коррозионных разрушений.

35. Химическая коррозия металлов.

36. Показатели коррозии.

37. Основные стадии газовой коррозии.

38. Пленки на поверхности металлов.

39. Механизм газовой коррозии.

40. Способы защиты металлов от газовой коррозии.

Перечень вопросов на экзамен

по дисциплине *«**Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации**»*

1. Эксплуатационные факторы, влияющие на структуру и свойства материалов.

2. Классификация сил, воздействующих на конструкции

3. Сосредоточенные и объемные силы.

4. Нагрузки статические и переменные.

5. Малоцикловое и многоцикловое нагружение.

6. Динамическое ударное нагружение.

7. Концентраторы напряжений механического происхождения.

8. Эволюция структуры и свойств металлических материалов под влиянием статических и знакопеременных нагрузок.

9. Влияние скорости деформации на сопротивление разрушению металлов.

10. Длительная прочность.

11. Релаксация напряжений.

12. Кратковременный и длительный нагрев.

13. Влияние высоких температур на структуру и свойства материалов.

14. Влияние отрицательных температур на свойства материалов.

15. Скоростной нагрев материалов.

16. Влияние температуры на материалы электротехнических изделий.

17. Полимерные материалы: влияние условий эксплуатации на прочность полимеров.

18. Длительный нагрев и его параметры.

19. Термоциклирование.

20. Последствия работы металла при высокой температуре и исчерпание ресурса.

21. Характеристики жаростойкости и жаропрочности металла. Основные сведения о жаростойких и жаропрочных сплавах.

22. Влияние температуры и длительности эксплуатации сварных изделий на их свойства.

23. Понятие радиационной стойкости материалов.

24. Виды излучений и вызываемые ими повреждения.

25. Особенности воздействия радиационных сред на материалы конструкций и характеристики этого воздействия.

26. Характеристики, определяющие эффект радиационного воздействия на материалы и конструкции.

27. Эффекты радиационного воздействия.

28. Влияние радиационных сред на прочностные и деформационные характеристики металлов и сплавов.

29. Влияние облучения на коррозионную стойкость.

30. Влияние нейтронного облучения на пластические характеристики сталей и сплавов.

31. Радиационное охрупчивание сталей при низких температурах.

32. Влияние радиационного облучения на ползучесть сталей и сплавов.

33. Влияние реакторного облучения на длительную прочность стали при различных видах напряженного состояния.

34. Коррозионная стойкость. Основные виды коррозии.

35. Количественная оценка коррозионной стойкости материалов.

36. Виды коррозионных разрушений.

37. Химическая коррозия металлов.

38. Показатели коррозии.

39. Химическая коррозия.

40. Трибохимическая коррозия. Жидкости неэлектролиты.

41. Стадии химической коррозии в жидкостях неэлектролитах.

42. Термодинамика газовой коррозии.

43. Основные стадии газовой коррозии.

44. Пленки на поверхности металлов.

45. Механизм газовой коррозии.

46. Влияние внутренних и внешних факторов на скорость газовой коррозии.

47. Способы защиты металлов от газовой коррозии.

48. Низкотемпературная и высокотемпературная коррозия.

49. Кислородная коррозия.

50. Внутренняя коррозия поверхностей нагрева. Пароводяная коррозия. Щелочная коррозия.

51. Подшламовая коррозия поверхностей нагрева.

52. Внутренние факторы коррозии. Внешние факторы коррозии. Влияние кислотности среды.

53. Гомогенный и гетерогенный механизмы электрохимической коррозии.

54. Причины возникновения местных гальванических элементов. Свойства металла. Условия коррозии.

55. Двойной электрический слой и электродные потенциалы металлов. Равновесный потенциал.

56. Катодная реакция.

57. Гальванические элементы с разнородными электродами.

58. Термогальванические элементы. Диффузионная кинетика. Концентрационная поляризация.

59. Катодная реакция. Общая поляризационная кривая. Кислородная деполяризация. Сущность водородной деполяризации.

60. Термодинамическая устойчивость металлов в водной среде. Понятие о диаграмме Пурбе. Влияние различных факторов на скорость коррозии.

61.Питтинговая коррозия.

62. Язвенная коррозия.

63. Щелевая коррозия.

64. Межкристаллитная коррозия.

65. Контактная коррозия.

66. Коррозионное растрескивание.

67. Коррозионная усталость.

68.Коррозионная кавитация.

69. Коррозионная эрозия.

70.Комбинированное воздействие растягивающих напряжений и коррозионной среды.

71. Типы коррозионного растрескивания.

72. Факторы коррозионного растрескивания.

73. Причины коррозионного растрескивания под напряжением.

74. Меры по сокращению риска коррозионного растрескивания.

75. Химическая коррозия сталей.

76. Электрохимическая коррозия стальных конструкций.

77. Коррозия арматуры в бетоне.

78. Подземная коррозия.

79. Коррозия, вызванная блуждающими токами.

80. Атмосферная коррозия стальных конструкций.

81. Атмосферная коррозия алюминия.

82. Коррозия алюминия в воде.

83. Коррозия алюминия в кислотах.

84. Коррозия алюминия в соляной кислоте.

85. Коррозия алюминия в азотной кислоте.
86. Коррозия алюминия в уксусной кислоте.
87. Коррозия алюминия в щелочах.
88. Виды и особенности коррозионных разрушений сварных соединений.
89. Особенности общей электрохимической коррозии сварных соединений.
90. Коррозионное разрушение сварных соединений в напряженном состоянии.
91. Классификация мер борьбы с коррозией металлических конструкций.
92. Способы нанесения металлических защитных покрытий.
93. Выбор металла для антикоррозионного покрытия. Плюсы и минусы различных методов цинкования.
94. Электролитическое осаждение металлов и сплавов. Электролитическое осаждение комбинированных покрытий.
95. Наплавка.
96. Вакуумно-плазменные покрытия.
97. Неметаллические неорганические покрытия.
98. Покрытия полимерами.
99. Эмалевые покрытия.
100. Сущность электрохимической защиты металлических конструкций от коррозии.
101. Катодная защита от коррозии. Протекторная защита.
102. Анодная защита от коррозии. И
103. Ингибиторы коррозии. Классификация ингибиторов коррозии.
104. Адсорбционные ингибиторы.
105. Пассивирующие ингибиторы.
106. Неорганические и органические ингибиторы коррозии.
107. Решения, направленные на предотвращение КРН.
108. Решения, направленные на своевременное выявление и ремонт дефектов КРН.
109. Виды трения.
110. Трение скольжения.
111. Трение качения.
112. Сухое трение.
113. Граничное трение.
114. Жидкостное трение.
115. Смешанное трение.
116. Основные характеристики изнашивания.
117. Предельный и допустимый износ.
118. Механизм изнашивания.
119. Стадии изнашивания пар трения. Разрушение поверхностей трения.
120. Виды изнашивания. Классификация видов изнашивания.
121. Абразивное изнашивание.
122. Усталостное изнашивание.
123. Изнашивание вследствие пластической деформации.
124. Кавитационное изнашивание.
125. Молекулярно-механическое изнашивание.
126. Коррозионно-механическое изнашивание.
127. Изнашивание при фреттинг-коррозии.
128. Окислительное изнашивание.
129. Водородное изнашивание.
130. Изнашивание при избирательном переносе.
131. Эрозионное изнашивание.
132. Классификация методов измерения износа.
133. Общие сведения о материалах.

134. Требования, предъявляемые к материалам пар трения.

135. Выбор материалов пары трения. Правила сочетания материалов. Методика подбора материалов пар трения.

136. Конструкторские способы повышения износостойкости. Технологические методы обеспечения износостойкости узлов трения.

137. Роль смазочных материалов. Виды смазки и смазочных материалов.

138. Присадки к смазочным материалам.

139. Жидкие смазочные материалы.

140. Пластичные смазочные материалы.

141. Металлоплакирующие смазочные материал.

142. Твердые смазочные материалы.

143. Самосмазывающиеся материалы.

Темы коллоквиумов

по дисциплине ***«Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации»***

1. Внешние воздействия на металлические материалы в процессе эксплуатации изделий.

2. Виды нагружения конструкций в процессе эксплуатации.

3. Длительная прочность. Релаксация напряжений.

4. Влияние высоких температур на прочностные свойства металлоконструкций.

5. Последствия работы металла при высокой температуре и исчерпание ресурса. Характеристики жаростойкости и жаропрочности металла.

6. Основные сведения о жаростойких и жаропрочных сплавах.

7. Виды излучений и вызываемые ими повреждения. Особенности воздействия радиационных сред на материалы конструкций и характеристики этого воздействия.

8. Эффекты радиационного воздействия.

9. Коррозионная стойкость. Основные виды коррозии. Количественная оценка коррозионной стойкости материалов. Виды коррозионных разрушений.

10. Химическая коррозия металлов. Показатель коррозии.

11. Термодинамика газовой коррозии. Основные стадии газовой коррозии.

12.Гомогенный и гетерогенный механизмы электрохимической коррозии.

13. Классификация мер борьбы с коррозией металлических конструкций.

14. Электролитическое осаждение металлов и сплавов. Электролитическое осаждение комбинированных покрытий.

15. Виды трения. Характеристики изнашивания.

16. Выбор материалов пары трения. Правила сочетания материалов. Методика подбора материалов пар трения.

17. Конструкторские способы повышения износостойкости. Технологические методы обеспечения износостойкости узлов трения.

18. Роль смазочных материалов. Виды смазки и смазочных материалов. Самосмазывающиеся материалы.