Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 03.10.2023 15:03:54
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

23

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____/Е. В. Сафонов /
«13» сентября 2022 г.

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 (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022г.

Программа дисциплины «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки «Перспективные материалы и технологии»

Программу составил:

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

Программа дисциплины «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждена на заседании кафедры «Материаловедение».
«23» 06 2022 г., протокол № 11

Зам. зав. кафедрой «Материаловедение»
доц., к.т.н. _____ /Л.В. Давыденко/

Программа согласована с руководителем образовательной программы «Перспективные материалы и технологии»

_____ /С.В. Якутина/

«23» 06 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Машиностроения

Председатель комиссии _____ /А.Н. Васильев/

«13» 09 2022 г. Протокол № 14 - 22

Присвоен регистрационный номер:	**22.03.01.01/01.2022. 23**

1. Цели освоения дисциплины

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

– формированиезнаний 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.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации» относится к числу учебных дисциплин обязательной части Б.1основной образовательной программы бакалавриата.

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

– Металлические материалы;

– Неметаллические материалы;

–Выбор материалов для изготовления изделий;

– Технологические процессы получения и обработки материалов.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

УК-1	способностью 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
ОПК-4	способностью проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ИОПК-4.1. Знает устройство приборов, оборудования и методики проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности ИОПК-4.2. Умеет проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные ИОПК-4.3. Имеет навыки проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных
ОПК-5	способностью решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	ИОПК-5.1. Знает способы решения научно-исследовательских задач в профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий; ИОПК-5.2. Умеет решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств ИОПК-5.3. Имеет навыки проведения научно-исследовательских работ в профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. **144** академических часа (из них72 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации»изучаются на четвертом курсе.

Седьмой семестр: лекции– 2 часа в неделю (36 часов), семинарские занятия– 2 часа в неделю (36 часов),форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации» по срокам и видам работы отражены в Приложении 2.

Содержание разделов дисциплины

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

Основные термины и определения

Старение материалов в процессе эксплуатации. Эксплуатационные факторы, влияющие на структуру и свойства материалов.

1. Влияние внешних воздействий на металлические конструкционные элементы.

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

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.

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.

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.

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.

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.

Классификация методов измерения износа.

Общие сведения о материалах. 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.

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

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины«Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятийв сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме устного опроса.

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

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствием с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете".

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

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация.

6.1. Организация и порядок проведения текущего контроля

6.1.1. Формы проведения контроля

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: рефераты, коллоквиумы.

6.1.2. Содержание текущего контроля

Содержание форм текущего контроля и порядок их применения изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

6.1.3. Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов

Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

6.2. Промежуточная аттестация.Организация и порядок проведения.

6.2.1. Форма проведения промежуточной аттестации

Форма, предусмотренная учебным планом -зачет.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-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 (перечень семинарских занятий в приложении 1)	Оформление выступлений на семинарских занятиях в виде докладов, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Коллоквиум (темы для коллоквиумов в приложении 1)	Отметка в журнале преподавателем о присутствии и активном участии обучающегося на обсуждении темы коллоквиума.
Реферат (темы рефератов в приложении 1)	Оформленный реферат с отметкой преподавателя «зачтено», подготовленная презентация по теме реферата, отметка преподавателем в журнале о выступлении обучающегося на занятии.

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

6.2.2.Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные данной рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Не зачтено	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.

6.2.3. Организация и порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация – (зачет) проводится по вопросам в устной форме

Перечень вопросов, выносимых преподавателем на аттестацию по дисциплине изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1).

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВОНАУКИИВЫСШЕГООБРАЗОВАНИЯРОССИЙСКОЙФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕГОСУДАРСТВЕННОЕАВТОНОМНОЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕУЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГООБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙУНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ
ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»
Форма обучения: очная

Типы профессиональной деятельности:
научно-исследовательский, технологический

Кафедра: «Материаловедение»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

А. Темы рефератов
Б. Вопросы к зачету
В. Темы коллоквиума
Г. Перечень семинарских занятий

Составитель:
профессор, д.т.н.Овчинников В.В.

Москва, 2022год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ПОРОШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ					
ФГОС ВО **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **Профессиональныекомпетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
УК-1	способность 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	лекция, самостоятельная работа, семинарскиезанятия	Р, З. К	**Базовый уровень** - способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задачв стандартных учебных ситуациях **Повышенный уровень** - способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задачв конкретных производственных условиях

ОПК-4	способность проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ИОПК-4.1. Знает устройство приборов, оборудования и методики проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности ИОПК-4.2. Умеет проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные ИОПК-4.3. Имеет навыки проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	Р, З К	**Базовый уровень** - способен проводить измерения и наблюдения в сфере практической деятельности и представлять экспериментальные данные **Повышенный уровень** - способен проводить измерения и наблюдения в сфере практической деятельности и представлять экспериментальные данные

ОПК-5	способность решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	ИОПК-5.1. Знает способы решения научно-исследовательских задач в профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий; ИОПК-5.2. Умеет решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств ИОПК-5.3. Имеет навыки проведения научно-исследовательских работ в профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	Р, З К	**Базовый уровень** - способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств **Повышенный уровень** - способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств

**Сокращения форм оценочных средств см. в таблице 2.

Таблица 2

Перечень оценочных средств по дисциплине «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
2	Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися.	Темы коллоквиума
3	Устный опрос (З-зачет)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Перечень вопросов к зачету

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

Направление подготовки:
22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ
ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»

Кафедра *«Материаловедение»*
(наименование кафедры)

Темы рефератов

по дисциплине«**Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации**»
(наименование дисциплины)

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 зачет

по дисциплине«***Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации***»
(наименование дисциплины)

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***»
(наименование дисциплины)

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.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) 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 различныхусловиях 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 длястудентов технических специальностей / Ю. П. Перелыгин,И. С. Лось, С. Ю. Киреев. – 2-е изд., доп. – Пенза : Изд-воПГУ, 2015 – 88 с.

б) 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. Учебноепособие. Часть 1 Материаловедение. Стандарт третьего поколения / В.М.Александров. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2015 – 327 с.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Номер аудитории	Оборудование
1313	Проектор + ноутбук Микроскоп МИМ-7 (9 шт.)

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Самостоятельная работа сопровождается эффективным контролем и оценкой ее результатов. Предметно и содержательно самостоятельная работа определяется государственным образовательным стандартом, действующим учебным планом, рабочей программой дисциплины, средствами обеспечения самостоятельной работы. Самостоятельная работа – это важнейшая часть любого образования. Обязанность преподавателя – научить студента самостоятельно трудиться, самостоятельно пополнять запас знаний.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. Внимательное слушание требует умственного напряжения, волевых усилий. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно

слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки определений и законов, выводы основных уравнений и формул, то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Более подробно записывайте основную информацию и кратко – дополнительную. Не нужно просить лектора несколько раз повторять одну и ту же фразу для того, чтобы успеть записать. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками.

Лекция не должна превращаться в своеобразный урок-диктант. Поскольку в этом случае вы не учитесь мыслить и анализировать услышанное и лекция превращается в механический процесс.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи и рисунки, схемы и графики, цитаты и биографии выдающихся ученых и т.д.
Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись.

Главные задачи лабораторных работ таковы: 1) экспериментальная проверка основных положений; 2) освоение методики измерений и приобретение навыков проведения эксперимента; 3) изучение принципов работы приборов; 4) приобретения умения обработки результатов эксперимента.

Студент должен понимать, что методическое описание – это только основа для выполнения работы, что навыки экспериментирования зависят не от качества описания, а от отношения студента к работе и что формально, бездумно проделанные измерения – это потраченное впустую время.

Если в лабораторной работе исследуется зависимость одной величины от другой, эту зависимость следует представить графически. Число точек на различных участках кривой и масштабы выбираются с таким расчетом, чтобы наглядно были видны места изгибов, экстремумов и скачков. Вычисление искомой величины содержит и расчет погрешностей измерения.

Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается написанием вывода.

Экзамен – форма итоговой проверки и оценки полноты и прочности знаний студентов, а также сформированности умений и навыков; проводится в виде собеседования по важнейшим вопросам каждого раздела изученного курса или по курсу в целом в индивидуальном порядке. Основная цель

подготовки к экзамену — достичь понимания законов и явлений, а не только механически заучить материал. Но все же довольно много вещей придется просто выучить. При этом следует учитывать ваши индивидуальные особенности. К примеру, если у вас зрительный тип памяти, тогда следует уделить особое внимание внешней форме вашего краткого конспекта — недопустим небрежный, неразборчивый, мелкий почерк. Важные понятия должны быть выделены из текста, чтобы «бросаться в глаза» сразу. Конечно, аккуратный конспект потребует несколько большего времени, но в итоге время на заучивание сократится, и вы эффективнее подготовитесь к экзамену или зачету. Если у вас слуховой тип памяти, следует проговаривать наиболее важную часть материала, возможно даже использовать магнитофон для подготовки. Если же преобладающим у вас является моторный тип памяти, то конспект нужно переписать несколько раз, причем каждый раз надо вычеркивать то, что вы уже выучили достаточно хорошо, оставляя для переписывания только самое необходимое для запоминания.

9. Методические рекомендации для преподавателя

Методические указания по чтению лекций.

Наименование тем лекций и их содержание приведено в разделе 4 рабочей программы по курсу. В приложении указано распределение времени по темам курса.

В начале лекции называется: тема лекции, основные вопросы, выносимые на лекцию, а также указывается литература, где изложен материал лекции. После каждого раздела делаются обобщающие выводы и даются указания по самостоятельной работе над материалом лекции.

В условиях информатизации всех сфер деятельности человека чтение лекций у доски с мелом становится не эффективным. Предлагается использовать в помощь лектору, созданные средствами MicrosoftOfficePowerPoint. Демонстрация слайдов должна сопровождаться отступлениями от режима демонстрации и пояснениями лектора. Значительную часть слайдов должны занимать иллюстрации. В процессе изложения материала такой лекции необходимо акцентировать внимание слушателей на ключевых понятиях ее темы.

Если требуется к ним возвращаться, то для этого целесообразно прокручивать материал (слайды) назад. При этом следует активизировать внимание студентов вопросами, которые, как правило, касаются весьма простых, но ключевых понятий. Одновременно следует давать студентам время для пометок и записей в своих конспектах.

Изложенный вариант даёт более высокий эффект, если во время лекции на руках у студентов будет раздаточный материал (тезисы или полный конспект лекций, слайды презентации).

Практические занятия предусматривают изучение нового и закрепление проработанного на лекциях теоретического материала. После

того, как студенты разберут теоретический материал по данной работе, им предлагается выполнить задание или презентацию по пройденной теме. Часть заданий может выполняться студентами в качестве самостоятельной подготовки к занятиям. Темы практических работ студентам известны заранее, поэтому к каждому занятию студенты приходят подготовленными. Задания по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием программного обеспечения, имеющегося на кафедре.

Приложение 2

Структура и содержание дисциплины «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации» по направлению подготовки
22.03.01 «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** Предмет, задачи и содержание дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами. **Выдача задания на реферат**	**7**	1-2	**2**	**2**		**4**								
1.2	**Классификация сил, воздействующих на конструкции.** Классификация внешних сил. Сосредоточенные и объемные силы. Нагрузки статические и переменные. Малоцикловое и многоцикловое нагружение. Динамическое ударное нагружение. *Семинарское занятие: «Внешние воздействия на металлические*	**7**	**1-2**	**2**	**2**		**4**					**+**			

	материалы в процессе эксплуатации изделий»														
1.3	**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. *Семинарское занятие: «Виды нагружения конструкций в процессе эксплуатации»*	7	**3-4**	**2**	**2**		**4**					+			
1.4	**Влияние скорости деформации на сопротивление разрушению металлов.** Влияние температуры. Длительная прочность. Релаксация напряжений. Влияние низких температур. *Семинарское занятие: «Длительная прочность. Релаксация напряжений»*	7	**3-4**	**2**	**2**		**4**					+			
1.5	**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	7	**5-6**	**2**	**2**		**4**					+			

	металлоконструкций. *Семинарское занятие: «Влияние высоких температур на прочностные свойства металлоконструкций»*														
1.6	**Влияние температуры на материалы электротехнических изделий.** Полимерные материалы: влияние условий эксплуатации на прочность полимеров. *Семинарское занятие: «Последствия работы металла при высокой температуре и исчерпание ресурса. Характеристики жаростойкости и жаропрочности металла» Сдача рефератов*	7	**5-6**	**2**	**2**		**4**					**+**			
1.7	**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. *Семинарское занятие: «Основные сведения о жаростойких и жаропрочных сплавах» Сдача рефератов*	7	**7-8**	**2**	**2**		**4**					**+**			
1.8	**Понятие радиационной**		**7-8**	**2**	**2**		**4**					**+**			

	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. *Семинарское занятие «Виды излучений и вызываемые ими повреждения. Особенности воздействия радиационных сред на материалы конструкций и характеристики этого воздействия»*	7													
1.9	**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. *Семинарское занятие «Эффекты радиационного воздействия»* *Сдача рефератов*	7	**9-10**	**2**	**2**		**4**					**+**			

1.10	**Влияние реакторного облучения** на длительную прочность стали при различных видах напряженного состояния. *Семинарское занятие «Коррозионная стойкость. Основные виды коррозии. Количественная оценка коррозионной стойкости материалов. Виды коррозионных разрушений»*	7	**9-10**	**2**	**2**		**4**					+			
1.11	**Коррозионная стойкость. Основные виды коррозии.** Количественная оценка коррозионной стойкости материалов. Виды коррозионных разрушений. *Семинарское занятие «Химическая коррозия металлов. Показатель коррозии»*	7	**11-12**	**2**	**2**		**4**					+			
1.12	**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.	7	**11-12**	**2**	**2**		**4**					+			

	Концентрационная поляризация. Катодная реакция. *Семинарское занятие «Термодинамика газовой коррозии. Основные стадии газовой коррозии» Сдача рефератов*														
1.13	**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. *Семинарское занятие «Гомогенный и гетерогенный механизмы электрохимической коррозии»*	7	**13-14**	**2**	**2**		**4**					**+**			
1.14	**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.	7	**13-14**	**2**	**2**		**4**					**+**			

	Коррозия алюминия в азотной кислоте. Коррозия алюминия в уксусной кислоте. Коррозия алюминия в щелочах. Виды и особенности коррозионных разрушений сварных соединений. *Семинарское занятие «Классификация мер борьбы с коррозией металлических конструкций»*														
1.15	**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. *Семинарское занятие «Электролитическое осаждение металлов и сплавов. Электролитическое осаждение комбинированных покрытий»*	7	**15-16**	**2**	**2**		**4**					**+**			
1.16	**Виды трения.**Трение скольжения. Трение качения. Сухое трение. Граничное трение. Жидкостное		**15-16**	**2**	**2**		**4**					**+**			

	трение. Смешанное трение. *Семинарское занятие «Виды трения. Характеристики изнашивания»*	7													
1.17	**Классификация методов измерения износа.** *Семинарское занятие «Выбор материалов пары трения. Правила сочетания материалов. Методика подбора материалов пар трения»* *Сдача рефератов*	7	**17-18**	**2**	**2**		**4**					**+**			
1.18	**Конструкторские способы повышения износостойкости.** Технологические методы обеспечения износостойкости узлов трения. *Семинарское занятие* «Конструкторские способы повышения износостойкости. Технологические методы обеспечения износостойкости узлов трения.» *Сдача рефератов*	7	**17-18**	**2**	**2**		**4**					**+**			
	Всего часов по дисциплине			36	36		72					**1 реферат**			**3**