

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.10.2023 14:48:05
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
/Е. В.Сафонов/
_____ 2020 г.



Рабочая программа дисциплины

Разрушение материалов

Направление подготовки

22.03.01. Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки

Перспективные материалы и технологии

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва, 2020 г.

Программа дисциплины «Разрушение материалов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Программу составила:  /к. т. н., доцент О.А.Парфеновская/

Программа дисциплины «Разрушение материалов» по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» утверждена на заседании кафедры «Материаловедение»

« 22 » август 2020г. протокол № 12

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.  /А.Д.Шляпин/

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

 /И.А.Курбатова/

« 22 » август 2020г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии  /А.Н.Васильев/

« 29 » 16 2020г. Протокол: № 8-20

22.03.01 / 01 / 06

1. Цели и задачи освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Разрушения материалов» относятся:

- изучение основных факторов окружающей среды оказывающих влияние на эксплуатационные характеристики конструкционных материалов;
- приобретение навыков в разработке методов и средств защиты конструкций от влияния окружающей среды;
- прогнозирование поведения металлических материалов под воздействием окружающей среды.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Разрушения материалов» относятся:

- изучение взаимосвязи между параметрами окружающей среды и свойствами металлических материалов;
- изучение изменений эксплуатационных характеристик материалов под воздействием окружающей среды.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Разрушения материалов» относится к учебным дисциплинам по выбору основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Разрушения материалов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОП:

В базовой части блока:

- химия;
- физика.

В вариативной части блока:

- методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов;
- металлические материалы;
- технология конструкционных материалов.

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

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

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
-----------------	---	---

	обучающийся должен обладать	
ПК-6	Способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействие с окружающей средой, полями, частицами и излучением	<p>знать: основные методы комплексных исследований и оценки характеристик материалов при взаимодействия с окружающей средой;</p> <p>уметь: оценивать коррозионную стойкость металлов и сплавов в различных агрессивных средах</p> <p>владеть: эффективными методами защиты от разрушения;</p>
ОПК-2	способностью использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях	<p>знать: основные виды разрушения материалов под действием окружающей среды; физическую сущность явлений, происходящих в материалах при взаимодействия с окружающей средой;</p> <p>уметь: пользуясь справочными данными по химическому составу и свойствам материалов оценить возможность использования их в конструкциях, подверженных активному влиянию окружающей среды;</p> <p>владеть: навыками выбора материалов для конструкций с учетом условий эксплуатации;</p>

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, т.е. 144 академических часа (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Разрушение материалов» изучаются на пятом семестре третьего курса.

На третьем курсе в пятом семестре выделяется 3 зачетные единицы, т.е. 144 академических часа (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов): лекции – 2 часа в неделю (36 часов), семинарские занятия – 2 часа в неделю (36 часов), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Разрушения материалов» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Структура и содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. Предмет и задачи дисциплины и её значение для подготовки бакалавров. Классификация коррозионных процессов, виды коррозии, экологические проблемы коррозии

Тема 2. Влияние режимов технологической обработки на сопротивляемость металлических материалов коррозионной усталости.

Термическая обработка. Механическая обработка. Влияние этих обработок на вероятность разрушения материалов. Объемное пластическое деформирование. Поверхностное пластическое деформирование.

Механизмы коррозионно-усталостного разрушения металлических материалов. Адсорбционное воздействие поверхностно активных веществ. Локальное анодное растворение. Водородное охрупчивание. Влияние этих воздействий на вероятность разрушения материалов

Тема 3. Теоретическое обоснование влияния предварительной пластической деформации на сопротивляемость конструкционных материалов коррозионной усталости.

Влияние структуры и свойств поверхности на физические механизмы коррозионно-усталостного разрушения деформированных металлов и сплавов. Сравнительная оценка циклической долговечности конструкционных материалов в коррозионной среде и на воздухе. Сопротивляемость коррозионно-усталостному разрушению материалов с разной деформационной способностью при статическом нагружении. Сопоставление эффекта воздействия объемной и пластической обработки на сопротивляемость усталости материалов на воздухе и в коррозионных средах. Коррозионное растрескивание, эрозия и кавитация.

Основные закономерности влияния термической, механотермической и пластической обработки на эксплуатационные характеристики металлических материалов, их долговечность.

Тема 4. Повышение эксплуатационной долговечности конструкционных материалов.

Электрохимическая коррозия. Механизм и кинетика электрохимической коррозии. Поляризация электродных процессов. Коррозионные процессы с кислородной и водородной деполяризации. Влияние легирующих и примесных элементов на интенсивность протекания электрохимической коррозии. Особенности коррозии металлов в условиях возможного возникновения пассивности. Повышение коррозионной стойкости металлов и сплавов на основе повышения их пассивируемости. Электрохимическая коррозия железа и его

сплавов, сплавов меди, алюминия, никеля и титана. Механизмы и методы защиты от различных видов коррозии..

Блуждающие электрические токи. Борьба с блуждающими токами в трубопроводах. Защитные покрытия для труб. Катодная защита. Анодная защита

Металлические покрытия(катодные и анодные) и пигментированные металлом краски. Гальванические покрытия(никелевые, хромовые и оловянные). Термодифузионные покрытия. Неметаллические защитные покрытия. Неорганические покрытия(оксидирование, фосфатирование). **Тема 5. Деструкция полимеров.**

Понятие деструкции. Разрушение полимеров в жидких средах путём набухания и растворения. Влияние облучения в т.ч радиационного и ультрафиолетового на структуру и свойства полимеров. Влияние температуры на термическую стабильность полимеров. Химическая деструкция, её особенности Старение полимеров. Поведение полимерных материалов различных средах, их способность к разрушению

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Разрушение материалов» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы и содержанием дисциплины «Разрушение материалов » и в целом по дисциплине составляет 70% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 30% от объема аудиторных занятий.

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

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- выполнение индивидуального задания при подготовке к семинарским занятиям; Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают темы докладов и задания к семинарским занятиям; вопросы к зачёту.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-6	способностью использовать на практике современное представление о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов ,их взаимодействие с окружающей средой ,полями частицами и излучением
ОПК-2	способностью использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-6 - Способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов ,их взаимодействие с окружающей средой ,полями. частицами и излучением				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5

<p>знать: основные методы комплексных исследований и оценки характеристик материалов при взаимодействии с окружающей средой;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний о методах комплексных исследований по оценке влияния окружающей среды на эксплуатационные характеристики материалов</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний о методах комплексных исследований по оценке влияния окружающей среды на эксплуатационные характеристики материалов; проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний о методах комплексных исследований по оценке влияния окружающей среды на эксплуатационные характеристики материалов; физико-химической сущности явлений, происходящих в материалах при воздействии коррозионных сред, допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при описании процессов.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует знания о методах комплексных исследований по оценке влияния окружающей среды на эксплуатационные характеристик и металлических материалов; металлов; физико-химической сущности явлений, происходящих в материалах при воздействии коррозионных сред, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>уметь: оценивать коррозионную стойкость металлов сплавов в различных агрессивных средах</p>	<p>Обучающийся не может оценивать реакцию материалов на воздействие окружающей среды на основе анализа их физико-химических характеристик</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений: оценивать реакцию материалов на воздействие окружающей среды на основе анализа их физико-химических характеристик. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умения прогнозировать реакцию материалов на воздействие окружающей среды на основе анализа их физико-химических характеристик. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие умения прогнозировать реакцию материалов на воздействие окружающей среды на основе анализа их физико-химических характеристик. Свободно оперирует приобретенными</p>

		показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения.		ми умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: эффективными методами защиты от разрушения;	Обучающийся не владеет навыками и методами анализа исследований и испытаний материалов при воздействии окружающей среды;	Обучающийся владеет навыками и методами анализа исследований и испытаний материалов при воздействии окружающей среды; в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения.	Обучающийся частично владеет навыками и методами анализа исследований и испытаний материалов при воздействии окружающей среды; навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.	Обучающийся свободно владеет навыками и методами анализа исследований и испытаний материалов при воздействии окружающей среды;

ОПК-2 - способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях

знать: основные виды разрушения материалов под действием окружающей среды; физическую сущность явлений, происходящих в материалах при взаимодействии	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний по основным видам разрушения	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: классификации факторов окружающей среды по степени их влияния на материалы и основным видам разрушения Допускаются значительные	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний классификации факторов окружающей среды по степени их влияния на материалы и основным видам разрушения, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний по классификации и факторам окружающей среды по степени их влияния на материалы и основным видам разрушения, свободно оперирует
--	---	---	---	--

<p>вия с окружающей средой;</p>		<p>ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>описании процессов.</p>	<p>приобретенны ми знаниями.</p>
<p>уметь: пользуясь справочными данными по химическому составу и свойствам материалов оценить возможность использования их в конструкциях, подверженных активному влиянию окружающей среды;</p>	<p>Обучающийся не умеет пользоваться справочными данными по химическому составу и свойствам материалов, оценивать возможности использования их в конструкциях</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений использования справочных данных выбору материалов для конструкций в зависимости от наиболее значимых факторов влияния окружающей среды Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений пользоваться справочными данными по выбору материалов для конструкций в зависимости от наиболее значимых факторов влияния окружающей среды Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует умения пользоваться справочными данными по выбору материалов для конструкций в зависимости от наиболее значимых факторов влияния окружающей среды Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p>владеть: навыками выбора материалов для конструкций с учетом условий</p>	<p>Обучающийся не владеет навыками выбора материалов для конструкций с учётом условий эксплуатации;</p>	<p>Обучающийся владеет навыками работы с научно-технической литературой; навыками оценки факторов влияния окружающей среды</p>	<p>Обучающийся частично владеет навыками работы с научно-технической литературой; навыками оценки факторов влияния окружающей среды</p>	<p>Обучающийся свободно владеет навыками работы с научно-технической литературой;</p>

эксплуатаци и;		на материалы; специальной терминологией в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения.	на материалы; специальной терминологией, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.	навыками оценки факторов влияния окружающей среды на материалы;
-------------------	--	---	--	---

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание.

Форма промежуточной аттестации: экзамен (4 семестр).

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Защита материалов от факторов внешнего воздействия» (выступили с докладом, выполнили практические работы, выступили с презентацией)

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенных в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

	При этом могут быть допущены неточности или затруднения.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенных в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в различных ситуациях. При этом могут быть допущены незначительные ошибки.
Удовлетворительно	Не выполнен один вид учебной работы, предусмотренный учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, приведенных в таблицах показателей, допускает незначительные ошибки, проявляет частичное отсутствие знаний показателей, студент испытывает определенные затруднения в знаниях.
Неудовлетворительно	Не выполнены два или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенных в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями.

Приложение В

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

Направление подготовки: 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

ОП (профиль): «Перспективные материалы в инновационной технике»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:

научно-исследовательская и расчетно-аналитическая;

Кафедра: «Материаловедение»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Разрушение материалов »

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Темы докладов, сообщений.

Вопросы к экзамену.

Составитель:

к.т.н., доцент Парфеновская О.А.

Москва, 2019 год

Паспорт ФОС по дисциплине " Разрушение материалов"

Таблица 1

Разрушение материалов					
ФГОС ВО 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-6	Способность использовать на практике современное представление о влиянии микро-и нано –структуры на свойства материалов, их взаимодействие с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	<p>Знать: основные методы комплексных исследований и оценки характеристик металлических материалов при взаимодействии с окружающей средой;</p> <p>Уметь: оценивать стойкость металлов и сплавов в различных агрессивных средах изученными методами</p>	Лекции, самостоятельная работа, семинарские занятия	ДС	<p>Базовый уровень: - оценивает стойкость по результатам испытаний;</p> <p>Повышенный уровень: - способен выбрать методы исследования коррозионных характеристик материалов наиболее полно отражающих условия эксплуатации объекта;</p> <p>Базовый уровень: различными методами оценивает реальный уровень коррозионной опасности материалов</p> <p>Повышенный уровень: выносит рекомендации по защите от разрушения конкретного изделия из заданного материала</p>

		Владеть: Эффективными методами защиты от разрушения			Базовый уровень: основными методами защиты от разрушения Повышенный уровень: оптимизирует выбор материалов с целью снижения риска разрушения при эксплуатации в коррозионных средах
ОПК-2	Способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях	знать: основные виды разрушения материалов под действием окружающей среды; физическую сущность явлений, происходящих в материалах при взаимодействии с окружающей средой; уметь: пользуясь справочными данными по химическому составу и свойствам материалов оценить возможность использования их в конструкциях, подверженных активному влиянию окружающей среды; владеть: навыками выбора	Лекции, самостоятельная работа, семинары и занятия	ДС	Базовый уровень - основные виды разрушения для основных классов материалов под действием окружающей среды Повышенный уровень - способен оптимизировать выбор материалов для конструкций с учетом основных разрушения Базовый уровень: находить необходимые справочные данные по химическому составу и свойству материалов в соответствующей научной литературе. Повышенный уровень: пользуясь имеющимися данными (теоретическими и экспериментальными) оценивать возможность использования их в конструкция, подверженных влиянию окружающей среды. Базовый уровень: владеть навыками выбора необходимых методик и

		материалов для конструкций с учетом условий эксплуатации;			контроля процессов в материалах для реальных конструкций. Повышенный уровень: самостоятельно уметь корректировать и анализировать процессы в материалах для реальных конструкций с учетом условий эксплуатации.
--	--	---	--	--	--

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

Перечень оценочных средств по дисциплине

Таблица 2

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению изученной практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений

2	Вопросы к экзамену	Средство проверки знаний, умений, навыков Диалог преподавателя со студентом ,цель которого систематизация и уточнения ,имеющихся у студентов знаний.	Комплект экзаменационных вопросов
---	--------------------	---	-----------------------------------

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет
Направление подготовки:
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
ОП (профиль): «Перспективные материалы в инновационной технике»
Кафедра *Материаловедение*

Темы докладов, сообщений

по дисциплине «Разрушение материалов »

1. Полимерных плёнок при воздействии ультрафиолетового излучения поверхности.
2. Набухание и растворение полимеров..
3. Влияние температуры на структуру и свойства полимерных материалов.
4. Принципы защиты от радиационного излучения
5. Выбор лакокрасочных покрытий от атмосферной коррозии.
6. Требования к полимерным материалам при атмосферной коррозии.
7. Разрушение полимеров.
8. Химическая деструкция.
9. Требования к адгезии защитного полимерного покрытия в различных средах
10. Проницаемость полимерных покрытий в различных средах.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он подобрал материал, изучил, сделал сообщение;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не подготовил сообщение.

Семинар «Коррозионное растрескивание сварных соединений в различных условиях» (ОПК-2, ПК-6).

1. Влияние напряженно-деформированного состояния металлов и сплавов на интенсивность протекания коррозионных процессов.
2. Распространение коррозии, залечивание слабых мест в пленке (питтинг).
3. Анодное растворение и пассивность.
4. Межкристаллитная коррозия.

5. Влияние следов примесей на коррозионное поведение пограничных участков зерен.
6. Коррозионное растрескивание, его особенности
7. Относительная прочность зерен и их границ.
8. Растрескивание нержавеющей сталей.
9. Растрескивание сварных соединений у различных материалов, особенности
10. Роль водорода в коррозионном растрескивании.
11. Методы определения склонности материалов к межкристаллитной коррозии.
12. Методы определения склонности материалов к коррозионному растрескиванию.
13. Влияние напряженно-деформированного состояния металлов на сопротивляемость водородному охрупчиванию.
14. Коррозия в сварных соединениях.
15. Роль водорода в разрушении металлических материалов.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он подобрал материал, изучил, сделал сообщение;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не подготовил сообщение.

Семинар «Коррозионное растрескивание и коррозионная усталость, особенности и механизмы» (ОПК-2, ПК-6).

Семинар «Коррозия и эрозия. Коррозионное растрескивание, особенности и механизмы» (ПК-6, ОПК-2).

1. Коррозионная среда как фактор изменения свойств металлов.
2. Пути рассмотрения коррозионных проблем.
3. Совместное действие коррозии и эрозии.
4. Коррозионное растрескивание.
5. Процессы окисления при повышенных температурах.
6. Роль легирующих элементов в формировании пленки.
7. Факторы, стимулирующие рост окисной пленки.
8. Электрохимическая коррозия.
9. Роль кристаллографических факторов в коррозии.
10. Роль внутренних напряжений сплава на сопротивляемость коррозионному разрушению.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он подобрал материал, изучил, сделал сообщение;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не подготовил сообщение.

Семинар «Влияние легирующих и примесных элементов на интенсивность протекания электрохимической коррозии» (ПК-6.).

1. Окисление шлифованных поверхностей металла.
2. Покрyтия слоем сплава железо-алюминий.
3. Хромирование.
4. Влияние второго элемента в металлической фазе.
5. Влияние углерода на окисление.
6. Межкристаллитное проникновение в металл.
7. Никель-хромистые сплавы.
8. Хромистые стали.
9. Микролегирование сталей.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он подобрал материал, изучил, сделал сообщение;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не подготовил сообщение.

Семинар «Влияние напряженно-деформированного состояния металлов на интенсивность коррозионных процессов» (ОПК-2, ПК-6.).

1. Влияния напряжений на распространение коррозионных поражений.
2. Влияния напряжений на залечивание слабых мест в окисной пленке.
3. Процесс питтингообразования.
4. Оцинкование сталей.
5. Коррозия биметаллических контактов.
6. Щелевая коррозия.
7. Влияния напряжений на пассивацию.
8. Влияния напряжений на интенсивность анодного растворения.
9. Анодное растворение и пассивность.
10. Влияния напряжений на соотношение между коррозией и пассивностью.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он подобрал материал, изучил, сделал сообщение;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не подготовил сообщение.

Семинар «Влияние поверхностных концентраторов напряжений на интенсивность коррозионных процессов» (ОПК-2, ПК-6,).

1. Эксплуатационные и технологические концентраторы напряжений.
2. Анодное растворение и пассивность вершины концентратора.

3. Электрохимическая гетерогенность в концентрате напряжений.
4. Влияние характеристик нагружения конструкции на электрохимические процессы в концентрате напряжений.
5. Влияния концентрации напряжений на интенсивность анодного растворения.
6. Зарождение механического разрушения в вершине коррозионного концентратора напряжений.
7. Катодные и анодные процессы в вершине концентратора напряжений.
8. Механизм образования барьерного слоя.
9. Анодное поведение алюминия.
10. Анодное поведение сплавов на основе железа.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он подобрал материал, изучил, сделал сообщение;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не подготовил сообщение.

Семинар «Разрушение блуждающими токами труб подземной прокладки в различных условиях» (ОПК-2).

1. Природа возникновения блуждающих токов
2. Разрушение блуждающими токами труб.
3. Разрушение оболочек кабелей блуждающими токами.
4. Борьба с блуждающими токами в кабелях.
5. Борьба с блуждающими токами в трубопроводах .
6. Другие виды электрохимической коррозии труб.
- 7 Влияние природы чугуна на почвенную коррозию.
8. Влияние природы стали на почвенную коррозию.
9. Сущность биологической коррозии.
10. Ингибиторы- как способ защиты.
11. Защита от биологической коррозии.
12. Принципы катодной защиты.
13. Принципы анодной защиты.
14. Электрохимическая коррозия сварных соединений.
15. Электрохимическая коррозия биметаллов различного структурного класса.
16. Контактная электрохимическая коррозия.
17. Процессы наводороживания трубопроводов при катодной защите.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он подобрал материал, изучил, сделал сообщение;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не подготовил сообщение.

Семинар «Микробиологическая коррозия и методы защиты» (ОПК-2).

1. Классификация видов микробиологической коррозии.
2. Климатические особенности микробиологической коррозии.
3. Микробиологическая коррозия в нейтральных средах.
4. Микробиологическая коррозия в углеводородных средах.
5. Механизмы микробиологической коррозии водород редуцирующих бактерий.
6. Защита от микробиологической коррозии.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он подобрал материал, изучил, сделал сообщение;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не подготовил сообщение.

Семинар «Поведение сталей и сплавов в смеси азотной и серной кислот» (ПК-6)

1. Классификация металлов по их поведению при окислении.
2. Окисление при комнатной температуре.
3. Окисление при относительно низких температурах.
4. Окисление при относительно высоких температурах.
5. Влияние второго элемента в металлической фазе.
6. Влияние углерода на окисление.
7. Межкристаллитное проникновение в двухфазных сталях.
8. Межкристаллитное проникновение в аустенитных сталях.
9. Никелевые сплавы.
10. Хромистые стали.
11. Электрохимическая коррозия.
12. Влияние легирующих и примесных элементов на интенсивность протекания электрохимической коррозии.
13. Дефекты поверхности.
14. Влияние напряженно-деформированного состояния металлов и сплавов на интенсивность протекания коррозионных процессов.
15. Анодное поведение сплавов железа.
16. Анодное поведение сплавов хрома.
17. Механизм образования барьерного слоя.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он подобрал материал, изучил, сделал сообщение;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не подготовил сообщение.

Семинар «Деструкции полимеров» (ОПК-2, ПК-6).

11. Основные положения защиты от деструкции.

12. Влажная атмосфера, характеристики ее активности и влияние на полимеры

13. Принцип критической влажности для выбора защиты материалов

Разрушение

1. Влияние температуры на водородное охрупчивание.

2. Механизмы Механизмы усталостного разрушения материалов.

3. водородной хрупкости.

4. Пластическая деформация кристаллических материалов в присутствии диффузионно подвижного водорода.

5. Влияние параметров наводороживающей среды на интенсивность протекания водородной хрупкости кристаллических материалов.

6. Влияние примесей на интенсивность протекания процесса наводороживания металлов и сплавов.

7. Коррозионные испытания для оценки стойкости материалов в водород содержащей среде.

8. Механизмы коррозионной усталости.

9. Влияние структуры на сопротивляемость водородной хрупкости.

10. Связь между усталостью, коррозионной усталостью и коррозионным растрескиванием.

11. Влияние серы и фосфора на работоспособность сталей в водород содержащих средах.

12. Коррозионное растрескивание и коррозионная усталость материалов.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он подобрал материал, изучил, сделал сообщение;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не подготовил сообщение.

Вопросы к экзамену

по дисциплине «Разрушение материалов»

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.
2. В билет включено два вопроса:
 - 1.. Вопрос для проверки теоретических знаний по металлическим материалам.
 2. Вопрос для проверки теоретических знаний по неметаллическим материалам
3. Комплект билетов для экзамена включает 27 билетов.
4. Регламент экзамена: - Время на подготовку тезисов ответов - до 40 мин
- Способ контроля: устные ответы.
5. **Критерии оценки:**

"Отлично"- если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.

"Хорошо"- если студент твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

"Удовлетворительно" - если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных тем, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

"Неудовлетворительно" - если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Каждое задание экзаменационного билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округлённое до целого значения.

Вопрос	Шифр компетенции
--------	------------------

1. Влияние режимов технологической обработки на сопротивляемость металлических материалов коррозионной усталости. Термическая обработка.	ПК-6
2. Коррозия и эрозия, их совместное действие.	ПК-6,
3. Коррозионное растрескивание	ПК-6
4. Влияние режимов технологической обработки на сопротивляемость металлических материалов коррозионной усталости. Механическая обработка.	ПК-6, ОПК-2
5. Влияние режимов технологической обработки на сопротивляемость металлических материалов коррозионной усталости. Механотермическая обработка.	ПК-6, ОПК-2
6. Влияние режимов технологической обработки на сопротивляемость металлических материалов коррозионной усталости. Объемное пластическое деформирование.	ПК-6, ОПК-2
7. Электрохимическая коррозия.	ПК-6
8. Влияние режимов технологической обработки на сопротивляемость металлических материалов коррозионной усталости. Поверхностное пластическое деформирование.	ПК-6
9. Межкристаллитное проникновение в металле. Никель-хромистые сплавы.	ПК-6
10. Классификация полимеров по их поведению при деструкции.	ОПК-2, ПК-6
11. Влияние режимов технологической обработки на сопротивляемость металлических материалов коррозионной усталости Сварка.	ПК-6
12. Электрохимическая коррозия.	ПК-6
13. Влияние облучения на структуру и свойства полимеров.	ПК-6
14. Покрытие стали слоем сплава железо-алюминий. Хромирование.	ПК-6
15. Дефекты поверхности. Влияние напряженно-деформированного состояния металлов и сплавов на интенсивность протекания коррозионных процессов.	ПК-6, ОПК-2
16. Адсорбционное воздействие поверхностно активных веществ.	ПК-6
17. Коррозия биметаллических контактов и щелевая коррозия.	ПК-6
18. Локальное анодное растворение.	ПК-6
19. Основные принципы торможения коррозии ингибиторами.	ПК-6
20. Разрушение полимерных материалов.	ПК-6
21. Анодирование, электрополирование, химическое	ОПК-2, ПК-6

полирование.	
22.Подземные и подводные металлические сооружения.	ОПК-2
23.Особенности набухания и растворения полимеров..	
24.Разрушение блуждающими токами труб.	ОПК-2
25.Водородное охрупчивание.	ОПК-2, ПК-6
26.Влияние структуры и свойств поверхности на физические механизмы коррозионно-усталостного разрушения деформированных металлов и сплавов.	ОПК-2, ПК-6
27.Плётки на металлических материалах;математические законы их роста.	ОПК-2, ПК-6
28.Сравнительная оценка циклической долговечности конструкционных материалов в коррозионной среде и на воздухе.	ОПК-2, ПК-6
29.Микробиологическая коррозия.	ОПК-2
30.Методы защиты от коррозии с помощью полимерных покрытий.	ОПК-2
31.Катодная защита. Принципы катодной защиты.	ОПК-2, ПК-6
32.Типы катодных реакций. Общие положения.	ПК-6
33.Основные закономерности влияния термической обработки на эксплуатационные характеристики металлических материалов.	ПК-6,
34.Основные закономерности влияния механотермической обработки на эксплуатационные характеристики металлических материалов.	ПК-6
35.Основные закономерности влияния пластической обработки на эксплуатационные характеристики металлических материалов.	ОПК-2
36.Коррозионностойкие материалы для специальных условий. Поведение нержавеющей сталей в кислотах.	ПК-7, ОПК-2
37.Покрытие стали слоем сплава железо-алюминий.	ОПК-2
38.Хромирование.	ОПК-2
39.Оцинкование сталей.	ОПК-2
40.Сопrotивляемость коррозионно-усталостному разрушению материалов с разной деформационной способностью при статическом нагружении	ОПК-2, ПК-6,
41.Атмосферная коррозия. Основные положения.	ОПК-2
42.Анодирование.	ОПК-2
43.Влияние радиационного излучения на структуру и свойства полимеров.	ОПК-2, ПК-6
44.Плётки , их классификация.	ОПК-2, ПК-6
45.Мокрая атмосферная коррозия. Защита от атмосферной коррозии.	ПК-6 ОПК-2

46.Химическое полирование.	ПК-6
47.Теория защитного действия красок.	ПК-6
48.Принципы катодной защиты.	ОПК-2, ПК-6
49.Поведение металлических покрытий в условиях агрессивных сред.	ОПК-2, ПК-6
50.Металлические покрытия и пигментированные металлом краски.	ПК-6, ОПК-2,
51.Математические законы роста плёнок	ПК-6
52.Методы защиты металлов от коррозии под напряжением	ОПК-2
53.Морская коррозия	ПК-6
54.Химическая коррозия в неэлектролитах	ОПК-2

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Жуков А.П., Малахов А.И. Основы материаловедения и теории коррозии//М.: Высшая школа. – 1991.- 168с. (у.ф. – 18 экз.)
2. Шлугер М.А., Ажогин Ф.Ф., Ефимов Е.А. Коррозия и защита металлов //М.: Металлургия.- 1976.- 472 с. (у.ф. – 13 экз.)
3. Парфеновская О.А. Изменение свойств материалов в процессе работы и хранения. М.:МГИУ – 2012.-114с. (у.ф. – 3бэкз.)

б) дополнительная литература:

3. Ульянин Е.А. Коррозионностойкие стали и сплавы // М.: Металлургия.- 1980.- 208с. (у.ф. – 99 экз.)
4. Лайнер В.И. Справочное руководство по гальванотехнике //М.: Металлургия.- 1972.- 424с. (у.ф. – 28 экз.)

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы Московского Политеха в разделе «Библиотека. Электронные ресурсы»

<http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog>

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

[http:// mospolytech.ru/index.php?id=309](http://mospolytech.ru/index.php?id=309)

http://metall-2006.narod.ru/metall_slaid_lekcia.html

<http://materiall.ru/>

<http://supermetalloved/narod.ru/12.pdf>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Образовательный процесс по дисциплине «Разрушение материалов »" обеспечен достаточной материально-технической базой для проведения всех видов занятий, предусмотренных учебным планом.

Аудитория для лекционных, лабораторных и практических занятий №Ав1318. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	Столы учебные со стульями, аудиторная доска, переносной проектор, экран, наглядные пособия. Рабочее место преподавателя: стол, стул.. Подсобные помещения: рабочее место инженера –стол, стулья, шкафы для хранения образцов и методических пособий, комплекты образцов.
--	--

Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1316 . 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул. Учебное лабораторное оборудование: наглядные пособия
--	--

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. К самостоятельной работе студентов относятся: повторение учебного материала с целью закрепления, ознакомление с литературой по данному разделу, подготовка к семинарам. Во время самостоятельной работы студенты должны усвоить пройденный материал, ознакомиться с дополнительной литературой с целью более глубокого понимания изучаемых вопросов и расширения кругозора.(ПК-6,ОПК-2)

Подготовка к семинарам включает подбор литературы по заданной теме, работа с выбранными источниками, составление конспекта и подготовка презентации.(ПК-6,ОПК-2) При подборе источников в сети Internet необходимо ориентироваться только на достоверную информацию, исключив студенческие работы. Желательно составлять свою собственную картотеку достоверных источников, тщательно фиксируя необходимые данные (авторы, название, год издания и др). Для более тщательной подготовки к выполнению задания желательно изучить несколько источников (не менее трех) разных лет, обратив внимание на самые современные. Особый интерес представляют случаи, когда существуют альтернативные точки зрения на одну и ту же проблему.(ОПК-2-,ПК-6) При подготовке к докладу можно подробно остановиться на сравнении различных вариантов, указав по возможности плюсы и минусы каждого. Если объем подобранного материала достаточно велик, будет весьма полезно сгруппировать его по каким-либо признакам и провести сравнительный анализ.

При подготовке презентации к сообщению необходимо иметь в виду, презентация – это сопровождение выступления, а не его замена, поэтому на слайде не следует размещать большое количество текста, гораздо выигрышнее будут смотреться слайды, где сочетаются графики, рисунки, таблицы. Однако, не следует делать слайды слишком пестрыми. Использование трех-четырех цветов улучшает восприятие.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-поисковый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. Они должны исполняться на высоком концептуально-теоретическом уровне, носить проблемно-поисковый характер, раскрывать наиболее сложные вопросы курса в тесной связи с практикой будущей деятельности бакалавров по направлению подготовки. Каждую лекцию целесообразно завершать конкретным заданием студентам на самостоятельную работу с указанием вопросов, которые они должны самостоятельно отработать.

Основные рекомендации по использованию лекционной формы изложения учебного материала:

- Прежде чем читать лекцию, следует выбрать её тип. Вводные лекции наиболее уместны в условиях, когда необходимо познакомить студентов с общей характеристикой изучаемого предмета, его крупной отдельной темы или проблемы. Установочные лекции, в ходе которых даётся сжатое, компактное и при этом неполное изложение (некоторые аспекты оставляются для самостоятельного изучения) основного содержания какой-либо темы, необходимы в случае, если требуется создание прочной основы для формирования на последующих занятиях определённых знаний и умений. Текущие лекции целесообразны при разъяснении сложной темы, если для её самостоятельного освоения у студентов отсутствует необходимый запас умений и навыков. Обобщающие лекции предпочтительны в случаях, когда необходимо осуществить анализ проблем на основе обобщения и систематизации знаний, полученных студентами на предшествующих занятиях по теме.

- Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

- Изложение конкретного материала должно быть образным, доступным, но вместе с тем системным и последовательным и обязательно содержать формулировку выводов в рамках каждого из тех логических блоков, на которые членится содержание темы.

- Желательно, чтобы лекция не представляла собой монолог преподавателя, а включала в себя элементы его беседы со студентами: необходимо прерывать лекционное изложение исторического материала вопросами, побуждающими студентов к активной работе. Это помогает не только удерживать внимание студентов, но и обеспечить их более глубокое проникновение в суть изучаемых явлений и процессов. В завершение лекции новый материал может быть закреплён в ходе краткого опроса, тестирования или проблемно-логического задания.

- В ходе лекций могут быть использованы наглядные пособия, схемы, таблицы, графики, раздаточный материал.

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.

ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе

- А. Структура и содержание дисциплины.
- Б. Тематика семинарских занятий.
- В. Фонд оценочных средств.

**Структура и содержание дисциплины «Разрушение материалов» 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.	Защ лаб	Инд зад	К/р	Э	З
1.	Четвёртый семестр														
1.1	Общие сведения об окружающей среде как факторе изменения эксплуатационных свойств металлов	4	1	2			2								
1.2	Коррозия и эрозия. Коррозионное растрескивание..	4	1	2			2								
1.3	Семинар «Коррозия и эрозия. Коррозионное растрескивание., особенности и механизмы.	4	2		2							+			

1.4	Семинар «Роль кристаллографических факторов в коррозии»	4	3		2		2					+			
1.4	Классификация металлов по их поведению при окислении. Окисление.	4	3	2			2								
1.5	Электрохимическая коррозия.	4	4	2			2								
1.6	Семинар «Влияние легирующих и примесных элементов на интенсивность протекания электрохимической коррозии»	4	5		2		2					+			
1.7	Семинар «Влияние напряженно-деформированного состояния металлов на интенсивность коррозионных процессов»	4	5-6		4		4					+			
1.8	Семинар «Влияние поверхностных концентраторов напряжений на интенсивность коррозионных процессов»	4	7		4		4					+			
1.9	Основные принципы торможения коррозии ингибиторами.	4	8	2			2								

	Другие методы защиты металлов от коррозии													
1.10	Семинар «Анодирование. Электрополирование. Химическое полирование»	4	9	2		2								
1.11	Семинар «Электрохимическая коррозия. Особенности»	4	9	2		2					+			
1.12	Семинар «Разрушение блуждающими токами труб подземной прокладки в различных условиях»	4	10	2		2					+			
1.13	Семинар «Микробиологическая коррозия и методы защиты»	4	11	2		2					+			
1.14	Семинар «Влияние катодной защиты на интенсивность протекания коррозионных процессов»	4	11	2		2					+			
1.15	Водородное растрескивание и вспучивание	4	12	2		2								
1.16	Семинар «Виды разрушения, вызываемые водородом»	4	13	2		2					+			
1.17	Семинар «Роль водорода при	4	13	2		2								

	коррозии под напряжением»														
1.18	Влияние различных факторов на разрушение полимеров и методы защиты от них. Коррозия керамических материалов	4	14	2			2								
1.19	Семинар «Деструкция полимеров»	4	15		2		2								
1.20	Межкристаллитная коррозия и коррозия в напряженном состоянии	4	15	2			2								
1.21	Семинар «Коррозионное растрескивание под напряжением»	4	16	2			2					+			
1.22	Семинар «Коррозионное растрескивание сварных соединений, особенности и механизмы»	4	17		4		4					+			
1.23	Семинар «Фреттинг-коррозия и коррозионная усталость материалов»	4	18		2		2								
	<i>Всего часов по дисциплине в четвёртом семестре</i>	108		18	36		54								э