



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
КГЭУ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор института Теплоэнергетики

 Н.Д. Чичирова

« 27 » 10 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Коррозия энергетического оборудования, методы защиты от коррозии

Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) 13.04.01 Водородная и электрохимическая энергетика.  
Автономные энергетические системы

Квалификация магистр

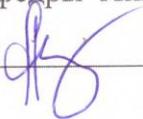
г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146)

Программу разработал:

доцент, к.х.н. \_\_\_\_\_  Гайнутдинова Д.Ф.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика, выпускающей кафедры Химия, протокол № 2 от 08.09.2020г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  А.А.Чичиров

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020

Зам. директора института Теплоэнергетики \_\_\_\_\_  С.М. Власов

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цели освоения дисциплины (модуля) является - формирование системы знаний по обоснованию и реализации ресурсосберегающих решений при выборе конструкционных материалов, защите энергетического оборудования от коррозии во всех сферах

природного воздействия и производственной деятельности.

Задачи дисциплины(модуля) - усвоение основных положений современной теории коррозии металлов, способы защиты металлов от коррозии.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование комп	Код и наименование	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
ПК-3 Способен систематизировать и обобщать данные научных исследований в области водородной и электрохимической энергетик и, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов и научных публикаций	ПК-3.1	<p><i>Знать:</i> основы теории коррозионных процессов в газовых и жидких электропроводящих средах; общие сведения о состоянии и изменении свойств энергетического оборудования под влиянием техногенных и антропогенных факторов; основные источники коррозионного воздействия на оборудование в производственной деятельности, их качественные и количественные характеристики</p> <p><i>Уметь:</i> оценить характер влияния окружающей или производственной среды на закономерности течения коррозионных процессов</p> <p><i>Владеть:</i> методами оценки коррозионной стойкости металлических материалов</p>
	ПК-3.2	<p><i>Знать:</i> методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия; концепцию комплексного обеспечения защиты материалов от коррозии</p> <p><i>Уметь:</i> выбрать материал энергетического оборудования; обосновать комплекс мероприятий по защите оборудования от коррозионного воздействия окружающей среды.</p> <p><i>Владеть:</i> методологией оценки коррозии оборудования, а также способам защиты оборудования от коррозии.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Коррозия энергетического оборудования, методы защиты от коррозии относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ПК-2; ПК-3		Специальные вопросы электрохимии
ПК-1	Избранные главы физической химии	

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** сущность химических процессов, происходящих в природе и используемых в технике, критерии, определяющие направление и глубину самопроизвольного протекания коррозионных процессов.

**Уметь:** использовать знания зависимости химических свойств веществ от их строения, основные закономерности протекания химических и электрохимических процессов при коррозии.

**Владеть:** навыками позволяющими определять факторы влияющие на скорость коррозии оборудования.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем: занятия лекционного типа 8 час., практические занятия 16 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА) - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 44 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 3 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		2
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	108	108

КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	29	29
Лекционные занятия (Лек)	8	8
Практические занятия (Пр)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	44	44
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе	
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена						Итого
<b>Раздел 1. Классификация коррозионных процессов</b>															
1. Коррозия металлов в различных условиях	2	2				10				12	ПК-3.1 -31, ПК-3.2 -B1	Л1.1, Л2.1 Л2.2	КнтР		10
<b>Раздел 2. Электрохимическая коррозия</b>															
2. Влияние различных факторов на скорость электрохимической коррозии	2	2	4			6				12	ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.1 -B1, ПК-3.2 -31, ПК-3.2 -У1, ПК-3.2 -B1	Л1.1, Л2.1 Л2.2	КнтР		10

**Раздел 3. Химическая коррозия**

3. Виды химической коррозии	2	2	4			8				14	ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.2 -31, ПК-3.2 -У1, ПК-3.2 -В1	Л1.1, Л2.1 Л2.2	КнТр		10
-----------------------------	---	---	---	--	--	---	--	--	--	----	---------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------	------	--	----

**Раздел 4. Классификация методов защиты энергетического оборудования от коррозии**

4. Металлические и неметаллические защитные покрытия	2	2	4			10				18	ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.2 -31, ПК-3.2 -У1, ПК-3.2 -В1	Л1.1, Л2.1 Л2.2	КнТр		20
------------------------------------------------------	---	---	---	--	--	----	--	--	--	----	---------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------	------	--	----

**Раздел 5. Методы исследования и контроля коррозионных процессов**

5. Методы коррозионных испытаний	2		4			10	2			17	ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.1 -В1, ПК-3.2 -31, ПК-3.2 -У1, ПК-3.2 -В1	Л1.1, Л2.1 Л2.2	КнТр		10
Подготовка к промежуточной аттестации					2			35		37					
<b>Экзамен</b>									1	1				Эк	40
<b>ИТОГО</b>		8	16		2	44	2	35	1	108					100

**3.3. Тематический план лекционных занятий**

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Классификация коррозионных процессов	2
2	Электрохимическая коррозия металлов	2



4	Меры борьбы с коррозией	2
Всего		8

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Расчет скорости электрохимической коррозии	4
2	Газовая коррозия и коррозия в неэлектролитах	4
3	Защита металлов от коррозии	4
4	Методы коррозионных испытаний	4
Всего		16

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Роль термодинамики и кинетики в учении о коррозии и защите металлов. Классификация коррозионных процессов по механизму, условиям протекания и характеру разрушения. Прямые и косвенные показатели коррозии.	10
2	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Теоретические основы электрохимической коррозии. Термодинамика электрохимической коррозии. Анодные и катодные поляризационные кривые. Влияние состава коррозионной среды и продуктов коррозии на кинетику анодной реакции. Катодные реакции с водородной и кислородной депполяризацией. Влияние природы металла, структуры сплава, состава и температуры коррозионной среды на протекание катодных реакций с водородной или кислородной депполяризацией.	6

3	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Виды химической коррозии. Термодинамические условия ее протекания. Газовая коррозия металлов. Жаропрочность, жаростойкость и жароупорность металлов. Процесс образования окисной пленки. Классификация пленок и их защитные свойства. Условие сплошности Пиллинга-Бедвортса. Кинетика газовой коррозии. Газовая коррозия железоуглеродистых сплавов и ее отрицательная роль при термообработке. Диаграмма состояния железо-кислород. Оксидные пленки на поверхности железа.	8
4	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Основные пути защиты металлических материалов от коррозии: воздействие на металл, коррозионно-стойкие защитные покрытия, воздействие на коррозионную среду, комбинированное воздействие, воздействие на конструкцию.	10
5	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Методы исследования и контроля коррозионных процессов	10
Всего			44

#### 4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии - лекции в сочетании с практическими занятиями, семинарами, самостоятельное изучение определённых разделов и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: интерактивные лекции, групповые дискуссии, работа в команде, контекстное обучение, обучение на основе опыта, индивидуальное обучение, междисциплинарное обучение, опережающая самостоятельная работа.

В образовательном процессе используются:

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru>.

#### 5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	незачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков	При решении стандартных задач	Имеется минимальный набор	Продemonстрированы базовые навыки	Продemonстрированы навыки при

(владение опытом)	не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			незачтено
ПК-3	ПК-	Знать				

	<p>основы теории коррозионных процессов в газовых и жидких электропроводящих средах; общие сведения о состоянии и изменении свойств энергетического оборудования под влиянием техногенных и антропогенных факторов; основные источники коррозионного воздействия на оборудование в производственной деятельности, их качественные и количественные характеристики</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок</p>	<p>Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки</p>
3.1	Уметь				
	<p>оценить характер влияния окружающей или производственной среды на закономерности течения коррозионных процессов</p>	<p>Демонстрирует умение определять характер влияния окружающей среды на закономерности течения коррозионных процессов, без ошибок</p>	<p>Демонстрирует умение определять характер влияния окружающей среды на закономерности течения коррозионных процессов, допускает при этом ряд небольших ошибок</p>	<p>Демонстрирует умение определять характер влияния окружающей среды на закономерности течения коррозионных процессов, допускают ошибки, задание выполняется не в полном объеме</p>	<p>Не сформировано умение, допускает грубые ошибки</p>
	Владеть				
	<p>методами оценки коррозионной стойкости металлических материалов</p>	<p>Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов</p>	<p>Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами</p>	<p>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</p>	<p>При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки</p>

Знать				
методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия; концепцию комплексного обеспечения защиты	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
Уметь				
выбрать материал энергетического оборудования; обосновать комплекс мероприятий по защите оборудования от коррозионного воздействия окружающей среды.	Демонстрирует умение выбирать комплекс мероприятий по защите оборудования от коррозии, без ошибок	Демонстрирует умение выбирать комплекс мероприятий по защите оборудования от коррозии, допускает при этом ряд небольших ошибок	Демонстрирует умение выбирать комплекс мероприятий по защите оборудования от коррозии, допускает ошибки, задание выполняется не в полном объеме	Не сформировано умение, допускает грубые ошибки
Владеть				
методологией оценки коррозии оборудования, а также способа защиты оборудования от коррозии.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Местоиздания, издательство	Год издания	Адресэлектронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Чичирова Н. Д., Абасев Ю. В., Залаев Э. М.	Коррозия металла теплоэнергетического оборудования	Учебное пособие	Казань: КГЭУ	2010		60

### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Местоиздания, издательство	Год издания	Адресэлектронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Миронова Е. А.	Основы эксплуатации и электроэнергетического оборудования	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2019	<a href="https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/225эл.pdf">https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/225эл.pdf</a>	2
2	Акользин П. А.	Предупреждение коррозии оборудования технического водоснабжения	производственно-практическое издание	М.: Металлургия	1988		10

## **6.2. Информационное обеспечение**

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	ЭОР «Химия» на площадке LMS Moodle	<a href="http://lms.kgeu.ru/course/view.php">http://lms.kgeu.ru/course/view.php</a>
3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	<a href="https://minenergo.gov.ru/opendata">https://minenergo.gov.ru/opendata</a>	<a href="https://minenergo.gov.ru/opendata">https://minenergo.gov.ru/opendata</a>
2	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>

3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
4	eLIBRARY.RU	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	Международная реферативная база	<a href="http://link.springer.com">http:// link.springer.com</a>	Открытый
2	Справочная правовая система	<a href="http://consultant.ru">http://consultant.ru</a>	Открытый

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	"ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ "Читатель", АРМ "Книговыдача"	Система автоматизации библиотек, отвечающая всем международным требованиям, предъявляемым к современным библиотечным системам	ГУ здравоохранения "Республиканский медицинский библиотечно-информационный центр" №61/2008 от 17.06.2008 Неискл. право. Бессрочно
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Самостоятельная работа	Кабинет СРС	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокamer), проектор, экран, доска магнитно-маркерная

1	Лекционные занятия	Учебная аудитория	доска аудиторная, акустическая система, проектор, усилитель-микшер для систем громкой связи, экран, микрофон, миникомпьютер, монитор
		Учебная аудитория	доска аудиторная, устройство выпрямительное ВСА-5К, штативы металлические (2 шт.), химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 2 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электронов"
	Практические	Учебная аудитория	доска аудиторная, устройство выпрямительное ВСА-5К, штативы металлические (2 шт.), химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 2 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электронов"
		Учебная аудитория	доска аудиторная, таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица стандартный ряд электронов

## 8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по

губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20\_\_ /20\_\_  
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

*Указываются номера страниц, на которых  
внесены изменения,  
и кратко дается характеристика этих  
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «\_\_» \_\_\_\_\_ 20г.,  
протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Чичиров А.А.

Программа одобрена методическим советом института \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Коррозия энергетического оборудования, методы защиты от коррозии

Направление  
подготовки

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность  
(профиль)

13.04.01 Водородная и электрохимическая энергетика.  
Автономные энергетические системы

Квалификация

магистр

г. Казань, 2020

## **РЕЦЕНЗИЯ / ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

на основную профессиональную образовательную программу высшего образования  
квалификации выпускника магистр  
по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника,  
разработанную кафедрой «Химия и водородная энергетика»  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»  
(далее – университет, КГЭУ)».

Рецензируемая основная профессиональная образовательная программа по направлению «Водородная и электрохимическая энергетика. Автономные энергетические системы» представляет собой систему документов, разработанную на основе Федерального государственного образовательного стандарта подготовки высшего образования (ФГОС ВО) по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от «28» февраля 2018 г. № 146.

Общая характеристика: основная профессиональная образовательная программа содержит следующую информацию: квалификация выпускника, форма и срок обучения; дана краткая характеристика направления и характеристика деятельности выпускников; приведен полный перечень компетенций, которыми должен обладать выпускник в результате освоения образовательной программы.

Программа содержит обязательную часть и часть формируемую участниками образовательных отношений. Все обязательные в соответствии с ФГОС ВО дисциплины базовой части предусмотрены в учебном плане. Дисциплины обязательной части составляют 24 зачетных единиц, что соответствует 30 процентам от общего объема программы подготовки выпускника.

Дисциплины учебного плана по рецензируемой основной профессиональной образовательной программе формируют весь необходимый перечень универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по соответствующим областям и сферам профессиональной деятельности.

Качество содержательной составляющей учебного плана не вызывает сомнений. Включенные в план дисциплины раскрывают сущность актуальных на сегодняшний день проблем в области водородной и электрохимической энергетики, разработки и внедрении топливных элементов, автономных энергетических установок. Структура плана в целом логична и последовательна.

Оценка рабочих программ и оценочных материалов учебных дисциплин (модулей) и практик позволяет сделать вывод, что их содержание соответствует компетентностной модели выпускника.

Рабочие программы рецензируемой основной профессиональной образовательной программы наглядно демонстрируют использование как традиционных форм проведения занятий, лекций, лабораторных работ, семинарские и практические занятия, а также интерактивных форм, включая дискуссии, деловые игры, разбор конкретных ситуаций. При реализации ОПОП используются элементы дистанционных технологий и электронного обучения.

Разработанная основная профессиональная образовательная программа предусматривает профессионально-практическую подготовку обучающихся в виде практики, а именно:

учебная практика – 12 з.е. в 2 семестре,  
производственная практика – 33 з.е. в 2, 3 и 4 семестрах,  
преддипломная практика – 6 з.е. в 4 семестре.

Содержание программ практик свидетельствует об их способности сформировать практические навыки обучающихся.

Анализ программ дисциплин и практик показал, что при реализации программы используются разнообразные формы и процедуры текущей и промежуточной аттестации: контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, лабораторных работ, зачетов и экзаменов; примерные тестовые задания; приведена примерная тематика курсового проектирования и ВКР.

При разработке оценочных материалов для контроля качества изучения модулей, дисциплин, практик учитываются все виды связей между включенными в них знаниями, умениями

ями, навыками, позволяющие установить качество сформированных у обучающихся компетенций по видам деятельности и степень общей готовности выпускников к профессиональной деятельности.

Следует отметить, что созданы условия для максимального приближения системы оценки и контроля компетенций обучающихся к условиям их будущей профессиональной деятельности. С этой целью кроме преподавателей конкретной дисциплины в качестве внешних экспертов активно привлекаются работодатели.

Рецензируемая основная профессиональная образовательная программа имеет высокий уровень обеспеченности учебно-методической документацией и материалами, материально-технической базой для проведения всех запланированных видов работ. Образовательный процесс осуществляется высококвалифицированным кадровым составом научно-педагогических работников.

В качестве сильных сторон рецензируемой основной профессиональной образовательной программе следует отметить: актуальность ОПОП; привлечение для реализации ОПОП опытного профессорско-преподавательского состава, а также ведущих представителей работодателя; учет требований работодателей при формировании дисциплин профессиональной направленности; углубленное изучение отдельных областей знаний; практико-ориентированность ОПОП; НИРС, инноватику, отраженную в темах курсового проектирования и ВКР.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом, рецензируемая основная профессиональная образовательная программа отвечает основным требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и способствует формированию универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Рецензент Филимонов А.Г., АО Татэнерго, начальник ПТУ, к.т.н.  
(Фамилия И.О. место работы, должность, ученая степень)

  
(Личная подпись)

Дата



Оценочные материалы по дисциплине «Коррозия энергетического оборудования, методы защиты от коррозии» – комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенный для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-3 Способен систематизировать и обобщать данные научных исследований в области водородной и электрохимической энергетики, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов и научных публикаций

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: контрольная работа.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 2 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

## 1. Технологическая карта

### Семестр 2

Номер раздела/темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплин			
				неудов-лет	удов-но	хоро	отлич
				незачт	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	КНР	ПК-3.1, ПК-3.2	менее 5	5-7	7-8	8-10
2	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	КНР	ПК-3.1, ПК-3.2	менее 5	5-7	7-8	8-10
3	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	КНР	ПК-3.1, ПК-3.2	менее 5	5-7	7-8	8-10

4	Изучение теоретического материала, подготовка контрольной работы	КнТР	ПК-3.1, ПК-3.2	менее 10	10-11	12-17	18-20
5	Изучение теоретического материала, подготовка контрольной работы	КнТР	ПК-3.1, ПК-3.2	менее 5	5-7	7-8	8-10
<b>Всего баллов</b>				<b>менее 30</b>	<b>30-39</b>	<b>40-49</b>	<b>50-60</b>
Промежуточная аттестация							
	Экзамен	Экзамен	ПК-3.1, ПК-3.2	менее 25	25-29	30-34	35-40
<b>Всего баллов</b>				<b>0-54</b>	<b>55-69</b>	<b>70-84</b>	<b>85-100</b>

## 2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме и в разделе	Комплект контрольных заданий по вариантам

## 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Контрольная работа
----------------------------------	--------------------

<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Комплект типовых контрольных заданий по вариантам. Всего 10 вариантов по каждому разделу.</p> <p><u>Пример контрольной работы по разделу «Классификация коррозионных процессов»:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите металлы, которые могут корродировать с выделением водорода в водном растворе, имеющем рН: а) 2; б) 7; в) 10.</li> <li>2. Определите область температур, в которой невозможна коррозия железа (Fe) под действием H<sub>2</sub>S до FeS в стандартном состоянии. Составьте уравнения процессов.</li> <li>3. Объясните, почему в атмосферных условиях цинк корродирует, а золото нет? Ответ подтвердите расчетами.</li> </ol> <p><u>Пример контрольной работы по разделу «Электрохимическая коррозия»:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрохимическая коррозия с водородной депполяризацией. Возможна ли электрохимическая коррозия олова (Sn) в водном растворе при рН 6 при контакте с воздухом. Напишите уравнения реакций анодного и катодного процессов. При каких значениях рН возможна коррозия с выделением водорода?</li> <li>2. Определите, будет ли корродировать медь (Cu) в деаэрированном (без содержания кислорода) растворе CuSO<sub>4</sub> в кислом растворе с рН = 0 и выделением водорода при его относительном давлении водорода рН<sub>2</sub> = 0,1.</li> <li>3. Определить возможность электрохимической коррозии с водородной депполяризацией изделия из сплава Cu–Zn в водном растворе ZnSO<sub>4</sub> (с = 0,01 моль/л) при температуре 25 °С. Как изменится ЭДС коррозионного элемента в результате концентрационной поляризации анода, если концентрация раствора возрастет до 0,05 моль/л?</li> </ol> <p><u>Пример контрольной работы по разделу «Химическая коррозия»:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определите термодинамическую возможность газовой коррозии изделия из углеродистой стали, протекающей по реакции <math display="block">\text{Fe(т)} + \text{H}_2\text{O(г)} = \text{FeO(т)} + \text{H}_2(\text{г}),</math> если это изделие эксплуатируется при 700 °С под действием водяного пара с относительным давлением рН<sub>2</sub>O = 6, рН<sub>2</sub> = 1.</li> <li>2. Определите скорость равномерной коррозии железа в (г/м<sup>2</sup> год) и в (мм/год), если плотность коррозионного тока составляет 0,02 А/м<sup>2</sup>.</li> <li>3. Во сколько раз возрастает толщина пленки при увеличении продолжительности равномерной газовой коррозии титана от 8 до 100 ч при температуре 300 °С?</li> </ol> <p><u>Пример контрольной работы по разделу «Классификация методов защиты энергетического оборудования от коррозии»:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как происходит атмосферная коррозия луженого железа и луженой меди при нарушении покрытия? Составьте уравнения анодной и катодной реакции.</li> <li>2. Напишите уравнение электрохимической коррозии сплава Cu–Zn при рН 12 и температуре T = 298 К. Сколько и какого металла прокорродировало, если в процессе коррозии поглотилось 56 мл кислорода и выделилось 22,4 мл водорода? Определите, чему равен коррозионный ток, если продолжительность коррозии составила 2 мин. Предложите анодное покрытие для защиты сплава от электрохимической коррозии.</li> <li>3. Стальное изделие имеет цинковое покрытие. Какой из металлов будет окисляться при коррозии, если эта пара металлов попадет в нейтральную среду с рН 7? Подсчитайте ЭДС коррозионного элемента для стандартных состояний всех веществ. При каких значениях рН прекратится процесс выделения водорода?</li> </ol> <p><u>Пример контрольной работы по разделу «Методы исследования и контроля</u></p>
--------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>2. В чем сущность протекторной защиты металлов от коррозии? Приведите пример протекторной защиты железа в электролите, содержащем растворенный кислород. Составьте уравнения анодного и катодного процессов.</p> <p>3. Какое покрытие металла называется анодным и какое катодным? Назовите металлы, которые можно использовать для анодного и катодного покрытия железа во влажном воздухе и сильноокислой среде.</p> <p>Контрольные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение и классификация коррозионных процессов.</li> <li>2. Химическая коррозия. Термодинамика химической коррозии. Кинетика химической коррозии.</li> <li>3. Газовая коррозия.</li> <li>4. Химическая коррозия в жидких неэлектролитах.</li> <li>5. Механизм электрохимической коррозии.</li> <li>6. Скорость электрохимической коррозии.</li> <li>7. Защита металлов от коррозии.</li> </ol>
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При оценке выполненного задания учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Знание материала содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 2 балла; содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 1 балл; не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов;</li> <li>2. Последовательность изложения содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 1 балла; последовательность изложения материала недостаточно продумана – 0,5 балл; путаница в изложении материала – 0 баллов;</li> <li>3. Правильность выполнения контрольного задания показано умение использовать формулы, выводы, сравнение – 2 балла; ход решения, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 1 балл; полное неумение выполнить задание, выводы, сравнения – 0 баллов;</li> </ol>

#### 4.Оценочныматериалыпромежуточнойаттестации

Наименование оценочного средства	Экзамен
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят из экзаменационных билетов с заданиями теоретического и практического характера для проверки знаний и практических умений. Всего 15 экзаменационных билетов, содержащих по 3 задания из разных разделов дисциплины. Задание 1 - теоретическийвопрос, задания 2 и 3 - расчетныезадачи</p> <p>Примеры типовых экзаменационных билетов.</p> <p><u>Билет 1.</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Определение и классификация коррозионных процессов.</li><li>2. Защита металлов от коррозии. Легирование металлов.</li><li>3. Определите, будет ли корродировать медь (Cu) в деаэрированном (без содержания кислорода) растворе при pH 0.</li></ol> <p><u>Билет 2.</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Механизм химической коррозии металла</li><li>2. Защитные металлические покрытия.</li><li>3. Определите область температур, при которой не возможна газовая коррозия алюминия (Al) под действием хлора в стандартном состоянии. Составьте уравнения процессов.</li></ol> <p><u>Билет 3.</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Виды химической коррозии.</li><li>2. Неметаллические защитные покрытия.</li><li>3.Определите термодинамическую возможность газовой коррозии изделия из углеродистой стали (Fe) до Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> под действием кислорода, находящегося под относительным давлением pO<sub>2</sub>= 0,2 и температуре 350 °С.</li></ol> <p><u>Билет 4</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Механизм электрохимической коррозии металла.</li><li>2. Электрохимическая защита металлов.</li><li>3.Во сколько раз возрастает толщина пленки при увеличении продолжительности равномерной газовой коррозии титана от 0 до 200 ч при температуре: а) 700 °С; б) 900 °С?</li></ol> <p><u>Билет 5</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Виды электрохимической коррозии.</li><li>2. Изменение свойств коррозионной среды. Ингибиторы коррозии.</li><li>3. Какие анодные и катодные процессы протекают при коррозии Ni–Pt сплава при комнатной температуре, если при этом поглотилось 56 мл O<sub>2</sub> и выделилось 56 мл H<sub>2</sub> в течение 4 мин? Сплав помещен в среду с pH 2. Пред положите анодные и катодные покрытия для защиты сплава от электрохимической коррозии.</li></ol>

<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии: 1. Правильность выполнения практического(их) задания(ий) 2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины 3. Владение специальными терминами и использование их при ответе. 4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы 5. Логичность и последовательность ответа 6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем.</p> <p>От 16 до 20 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.</p> <p>От 11 до 15 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.</p> <p>От 6 до 10 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.</p> <p>Максимальное количество баллов за выполнение практических заданий – 20</p> <p>Максимальное количество баллов за экзамен - 40</p>
----------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------