

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Бурмистров
«09» 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.14 «Технологии защиты оборудования от коррозии»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки Технология защиты от коррозии

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет Институт нефти, химии и нанотехнологий,
факультет химических технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы «Технология электрохимических
производств»

Курс, семестр 3 курс, 6 семестр; 4 курс, 7 семестр

	Часы		Зачетные единицы	
	3 курс	4 курс	3 курс	4 курс
Лекции	18	9	0,50	0,25
Практические занятия	-	-	-	-
Семинарские занятия	-	-	-	-
Лабораторные занятия	45	27	1,25	0,75
Самостоятельная работа	54	36	1,50	1,00
Контроль	27	-	0,75	-
Форма аттестации:	экзамен	зачет		
Всего	144	72	4	2

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 1005 от 11.08.2016

(номер, дата утверждения)

по направлению 18.03.01 – Химическая технология

(шифр, наименование)

по профилю Технология защиты от коррозии

(наименование)

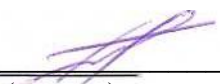
в соответствии с учебным планом, утвержденным 04.06.2018, протокол № 7

(дата, год)

для набора обучающихся 2016, 2017, 2018 года

Разработчик программы:

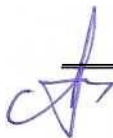
доцент
(должность)


(подпись)

И.О. Григорьева
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТЭП,
протокол от «03» сентября 2018 г. № 69-7/18

Зав. кафедрой ТЭП


(подпись)

А.Ф. Дресвянников
(Ф.И.О)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета или института, к которому относится кафедра-разработчик РП
от «06» сентября 2018 г., протокол № 1

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

С.С. Виноградова
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ


(подпись)

Л.А. Китаева
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Технологии защиты оборудования от коррозии» являются:

- а) формирование представлений о многообразии технологических применений электрохимических явлений и процессов;
- б) ознакомление с физико-химическими основами защиты оборудования от коррозии;
- в) формирование знаний об электрохимических методах защиты оборудования от коррозии;
- г) приобретение навыков защиты оборудования и его отдельных элементов от коррозии электрохимическими способами (гальванотехника, анодная и катодная защита);
- д) обучение принципам разработки и управления технологическими процессами в области защиты от коррозии;
- е) подготовка специалиста, способного самостоятельно решать практические и исследовательские задачи в профессиональной области.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ОД.14 «Технологии защиты оборудования от коррозии» относится к вариативной части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 – «Химическая технология» (профиль «Технология защиты от коррозии») набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательского, производственно-технологического, организационно-управленческого, проектного видов деятельности, например, конкретной научно-исследовательской работы, информационного поиска по предмету исследования и т.д.

Для успешного освоения дисциплины «Технологии защиты оборудования от коррозии» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 – «Химическая технология» (профиль «Технология защиты от коррозии») должен освоить материал следующих предшествующих дисциплин:

- 1) Б1.Б.6 Математика;
- 2) Б1.Б.8 Физика;
- 3) Б1.Б.10 Общая и неорганическая химия;
- 4) Б1.В.ОД.3 Дополнительные главы неорганической химии. Химия элементов;
- 5) Б1.Б.11 Органическая химия;
- 6) Б1.Б.12 Физическая химия;
- 7) Б1.В.ОД.4 Дополнительные главы физической химии;
- 8) Б1.Б.13 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа;
- 9) Б1.Б.14 Коллоидная химия;
- 10) Б1.Б.20 Процессы и аппараты химической технологии;
- 11) Б1.В.ОД.10 Техническая термодинамика и теплотехника;
- 12) Б1.В.ОД.12 Термодинамика и кинетика коррозионных процессов.

В таблице 1 представлены темы предшествующих дисциплин, которые необходимо изучить студенту-бакалавру для успешного освоения материалов дисциплины «Технологии защиты оборудования от коррозии»

Таблица 1 – Дисциплины и их темы, используемые при изучении дисциплины

Индекс и наименование дисциплины по учебному плану	Перечень тем
Б1.Б.6 Математика	Элементы теории функций и функционального анализа, Дифференциальные уравнения; вероятность и статистика: элементарная теория вероятностей, математические основы теории вероятностей
Б1.Б.8 Физика	Три начала термодинамики, термодинамические функции состояния, фазовые равновесия и фазовые превращения, электричество и магнетизм: электростатика и магнетостатика в вакууме и веществе
Б1.Б.10 Общая и неорганическая химия Б1.В.ОД.3 Дополнительные главы неорганической химии. Химия элементов	Растворы электролитов; равновесия в растворах; окислительно-восстановительные реакции; протолитическое равновесие; гидролиз солей; скорость химических реакций
Б1.Б.11 Органическая химия	Классификация, строение и номенклатура органических соединений; классификация органических реакций
Б1.Б.12 Физическая химия Б1.В.ОД.4 Дополнительные главы физической химии	Основы химической термодинамики, термодинамические функции, химический потенциал и общие условия равновесия систем
Б1.Б.13 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Физико-химические методы анализа: физико-химические, электрохимические методы анализа. Сущность методов, область применения
Б1.Б.19 Процессы и аппараты химической технологии	Классификация основных аппаратов химической технологии, принцип их функционирования, сущность протекающих в аппаратах физико-химических процессов
Б1.Б.14 Коллоидная химия	Термодинамика поверхностных явлений; адсорбция, смачивание, капиллярные явления (адсорбция на гладких поверхностях и пористых адсорбентах, капиллярная конденсация); адгезия и смачивание; поверхностно-активные вещества;
Б1.В.ОД.10 Техническая термодинамика и теплотехника	Законы термодинамики
Б1.В.ОД.12 Термодинамика и кинетика коррозионных процессов	Электрохимические системы, механизмы образования и строение двойного электрического слоя, основы термодинамики коррозионных процессов

Дисциплина «Технологии защиты оборудования от коррозии» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- 1) Б1.В.ДВ.9 Защита гальваническими покрытиями;
- 2) Б1.В.ДВ.9 Защита лакокрасочными покрытиями
- 3) Б1.В.ДВ.10 Оборудование гальванических производств;
- 4) Б1.В.ДВ.10 Оборудование для электрохимической защиты нефтепромыслового оборудования;
- 5) Б1.В.ДВ.11 Инженерные расчеты систем электрохимической защиты;

- 6) Б1.В.ДВ.11 Стандартизованные методы коррозионных испытаний;
- 7) Б1.В.ДВ.12 Прогнозирование коррозионных процессов;
- 8) Б1.В.ДВ.12 Физические методы исследования коррозионных процессов.

Знания, полученные при изучении дисциплины *«Технологии защиты оборудования от коррозии»* могут быть использованы при прохождении производственной и преддипломной практики, в научно-исследовательской деятельности, при выполнении курсовых проектов, а также выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.01 – «Химическая технология» по профилю «Технология защиты от коррозии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Технологии защиты оборудования от коррозии»

В результате освоения дисциплины *«Технологии защиты оборудования от коррозии»* бакалавр, обучающийся по направлению 18.03.01 – «Химическая технология» по профилю «Технология защиты от коррозии» должен обладать следующими компетенциями:

1) общепрофессиональные:

ОПК-6 владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;

2) профессиональные:

а) ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;

б) ПК-18 готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

знать:

- физико-химические процессы, лежащие в основе электрохимических явлений и коррозионных процессов;
- основные технологические применения электрохимических явлений и процессов в промышленности;
- методы борьбы с коррозией металлов и разрушением конструкционных материалов в различных естественных и технологических средах;
- основные методы защиты оборудования от коррозии на стадиях проектирования, изготовления, хранения, транспортировки, эксплуатации и утилизации;
- актуальные проблемы в области коррозии и защиты оборудования;
- электрохимические технологии защиты, в том числе катодная, протекторная, анодная, электродренажная защита;
- основные методы исследования эффективности защиты оборудования от коррозии;
- основные методы измерения и контроля параметров коррозионного процесса;
- основные методы прогнозирования последствий коррозионного воздействия на конструкционные материалы;

уметь:

- проводить информационный поиск и анализ в области защиты оборудования от коррозии;
- наладить экспериментальную установку и проводить в лабораторных условиях электролиз водных растворов с целью получения защитных покрытий;
- проводить анализ параметров коррозионного процесса в конкретных условиях;
- грамотно выбирать мероприятия и средства защиты оборудования от коррозионного воздействия в конкретных условиях;
- осуществлять выбор вида и толщины металлопокрытия по назначению и условиям его эксплуатации, электролита и технологического режима его нанесения;
- самостоятельно решать задачи в области защиты от коррозии, старения и биоповреждений;
- применять методы и средства познания для интеллектуального развития, повышения культурного уровня и профессиональной компетентности;

владеть:

- практическими навыками работы на экспериментальном оборудовании;
- методиками проведения электрохимических исследований и измерений основных параметров коррозионного процесса и характеристик средств защиты;
- навыками оценки и анализа эксплуатационных и коррозионных характеристик объекта и средств защиты;
- навыками обработки эмпирических и экспериментальных данных и оформления результатов исследования;
- методами исследования защитной способности и коррозионной стойкости;
- навыками поиска и обработки информации по отдельным задачам производства.

4. Структура и содержание дисциплины «Технологии защиты оборудования от коррозии»

Дисциплина «Технологии защиты оборудования от коррозии» изучается бакалаврам на третьем и четвертом курсах (шестой и седьмой семестры) на кафедре «Технология электрохимических производств». Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, которые распределяются по семестрам следующим образом: 6-й семестр – 4 зачетные единицы, общее количество часов – 144, из них: лекции – 18 часов, лабораторные работы – 45 часов, СРС – 54 часа, контроль (экзамен) – 27 часов; 7-й семестр – 2 зачетные единицы, общее количество часов – 72, из них: лекции – 9 часов, лабораторные работы – 27 часов, СРС – 36 часов. Кроме того, в 7-м семестре предусмотрено выполнение курсового проекта (работы).

Распределение учебного времени по видам занятий (лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента) в рамках изучения дисциплины Б1.В.ОД.14 «Технологии защиты оборудования от коррозии» представлено в таблице 2.

**Таблица 2 – Распределение учебного времени по видам занятий в рамках дисциплины
«Технологии защиты оборудования от коррозии»**

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лек-ции	Семи-нар	Лабора-торные работы	СР*		
1	Теоретические основы электрохимической технологии	6	4		5	15	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа	Экспресс-опрос на лекции, тест, отчет по лабораторной работе, доклад, презентация, реферат**
2	Технологии противокоррозионной защиты	6	6	-	4	15	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа	Экспресс-опрос на лекции, тест, отчет по лабораторной работе, доклад, презентация, реферат
3	Гальванотехника и ее роль в системе защиты от коррозии	6	4	-	23	12	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа, дискуссия	Экспресс-опрос на лекции, тест, отчет по лабораторным работам, доклад, презентация, реферат, контрольная работа
4	Методы и способы защиты металлов от коррозии	6	4	-	13	12	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа, дискуссия	Экспресс-опрос на лекции, отчет по лабораторным работам, доклад, презентация, реферат, контрольная работа
Итого 6-й семестр			18		45	54		
4	Методы и способы защиты металлов от коррозии	7	3		12	12	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа, дискуссия	Экспресс-опрос на лекции, тест, отчет по лабораторным работам, доклад, презентация, реферат, контрольная работа
5	Электрохимическая защита	7	4		15	12	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа, дискуссия	Экспресс-опрос на лекции, отчет по лабораторным работам, доклад, презентация, реферат, контрольная работа
6	Методы защиты металлов от коррозии в некоторых областях техники	7	2	-	-	12	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа, дискуссия	Экспресс-опрос на лекции, доклад, презентация, реферат
Итого 7-й семестр			9		27	36		
Всего			27		72	90		
Форма аттестации								Экзамен

*СР – самостоятельная работа студента

**Студент пишет один реферат по выбору из разделов дисциплины

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Теоретические основы электрохимической технологии	2	Тема 1. Основные понятия и определения в области электрохимических технологий и производств <i>Лекция-беседа</i>	Цель, задачи, научные основы и содержание курса. Отличие электрохимической технологии от химической. Классификация электрохимических производств и технологий. Особенности, преимущества и недостатки электрохимических технологических процессов. Электрохимическая система. Законы сохранения энергии и их использование при практических расчетах. Определение наиболее общих понятий и терминов.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		2	Тема 2. Электрохимические объекты, устройства и процессы <i>Лекция визуализация</i>	Электрохимические объекты, устройства: схемы, параметры, режимы работы. Классификация и характеристики электродов. Скорость и селективность электрохимических процессов. Учет режимов протекания процессов коррозии, пассивации, введения ингибиторов, питтингового растворения, транспассивности.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
2	Технологии противокоррозионной защиты	1	Тема 3. Актуальность коррозионной проблемы. <i>Лекция-беседа</i>	Коррозия как гетерогенный процесс. Основные причины коррозии металлов. Виды коррозионных процессов. Оценка коррозионной стойкости, скорости коррозии металлов, показатели коррозии. Аспекты коррозионной проблемы.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		2	Тема 4. Металлические защитные покрытия. <i>Лекция визуализация</i>	Способы нанесения металлических покрытий: традиционные и перспективные. Горячие, металлизационные, термодиффузионные покрытия. Плакирование, вакуумная металлизация, механический, газофазный, трибогальванический способ нанесения.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		2	Тема 5. Неметаллические защитные покрытия. <i>Лекция визуализация</i>	Пассивные методы защиты от коррозии. Лакокрасочные, полимерные, эмалевые покрытия. Технологии и особенности нанесения, свойства, область применения. Оценка защитных свойств и коррозионной стойкости неметаллических покрытий.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		1	Тема 6. Консервация металлоизделий <i>Лекция-беседа</i>	Способы защиты изделий на период хранения и транспортировки, классификация, выбор способа. Масла и смазки, осушители, инертные атмосферы, ингибиторы коррозии, барьерные материалы.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
3	Гальванотехника и ее роль в системе защиты от коррозии	2	Тема 7. Основы гальванотехники. <i>Лекция пресс-конференция</i>	Теоретические основы электролиза, механизм кристаллизации. Классификация покрытий: по характеру защиты, назначению, природе, способу нанесения и т.д. Металлические, неметаллические, функциональные, многослойные покрытия. Структура и свойства гальванических осадков. Преимущества и недостатки гальванических покрытий.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		2	Тема 8. Гальванические покрытия. <i>Лекция-беседа</i>	Химические покрытия, металлизация пластмасс, полупроводников, изоляторов. Конверсионные покрытия. Пассивирование металлов и покрытий. Хроматные, фосфатные, оксидные, фторидные, сульфатные покрытия. Технологии нанесения, защитные свойства. Оксидирование и анодизация. Механизм возникновения и роста пленки при химическом и анодном оксидировании. Силикатные эмали, портландцементные покрытия.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18

4	Методы и способы защиты металлов от коррозии	1	Тема 9. Коррозионно-стойкие металлические материалы. <i>Лекция пресс-конференция</i>	Коррозиологическая характеристика металлов. Материалы защитных покрытий и компонентов сплава: цинк, олово, свинец, медь, серебро, золото, ниобий и тантал, хром, молибден, никель и кобальт. Железо как основной конструкционный материал, его сплавы. Коррозионная стойкость металлических материалов.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		2	Тема 10. Принципы создания новых коррозионно-стойких металлических материалов. <i>Лекция-беседа</i>	Рациональное конструирование: правильный выбор материала, рациональное сочетание и компоновка деталей из различных материалов, оптимальная форма деталей, минимальная слитность сечения, возможность нанесения и возобновления защитных покрытий. Легирование металлов: объемное (металлургическое), поверхностное (ионное). Граница устойчивости. Характеристика и область применения сплавов. Жаростойкие сплавы.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		2	Тема 11. Изменение свойств коррозионной среды <i>Лекция визуализация</i>	Способы уменьшения агрессивности коррозионной среды. Введение ингибиторов коррозии: механизм и виды защитного действия, ингибирующий эффект, ингибиторы травления. Удаление или снижение концентрации окислителей, активаторов коррозии: нейтрализация кислотных растворов, удаление кислорода (химическая, термическая деаэрация, сорбционно-десорбционный способ).	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		2	Тема 12. Защита от газовой коррозии <i>Лекция визуализация</i>	Обработка газовой коррозионной среды: изменение состава, создание и расчет состава защитных атмосфер. Основные методы защиты: жаростойкое легирование сплава, защитные металлические и неметаллические покрытия, защитные или контролируемые атмосферы (при термообработке), уменьшение окисления металлов	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
5	Электрохимическая защита	2	Тема 13. Катодная электрохимическая защита <i>Лекция пресс-конференция</i>	Катодная и протекторная защита металлической конструкции. Сущность метода, область применения. Причина снижения скорости коррозии металла при катодной поляризации. Технические приемы смещения потенциала защищаемого металла в катодную область. Защищаемый эффект, коэффициент защитного действия – выбор оптимальной плотности тока, радиуса действия протектора.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		2	Тема 14 Анодная электрохимическая защита <i>Проблемная лекция</i>	Перевод металла при анодной поляризации из активного состояния в пассивное (смещение потенциала в область более положительных значений). Применение в промышленности, увеличение срока службы оборудования, упрощение его конструкции, уменьшение загрязнения агрессивной среды продуктами коррозии.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
6	Методы защиты металлов от коррозии в некоторых областях техники	2	Тема 15 Методы защиты от коррозии в некоторых областях техники	Защита от коррозии в нефтегазодобывающей промышленности: ингибирование, применение неметаллических покрытий труб, катодная защита обсадных колонн и магистральных нефтепроводов, защита от коррозии при кислотной обработке скважин, защита нефтепромыслового оборудования от биологической коррозии. Коррозия блуждающими токами и защита от нее: секционирование, электрический дренаж. Технологии защиты от коррозии в системах водоснабжения	ОПК-6 ПК-4 ПК-18

6. Содержание семинарских, практических занятий

Учебным планом по направлению 18.03.01 - «Химическая технология» по профилю «Технология защиты от коррозии» проведение практических занятий по дисциплине «Технологии защиты оборудования от коррозии» не предусмотрено.

7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом по направлению 18.03.01 - «Химическая технология» по профилю «Технология защиты от коррозии» предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Технологии защиты оборудования от коррозии». Цель и задачи проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, экспериментальное подтверждение основных теоретических положений и принципов технологий защиты оборудования от коррозии в различных областях промышленности (защитные металлические и неметаллические покрытия, катодная и анодная электрохимическая защита, обработка коррозионной среды и др.), а также выработка студентами определенных умений и навыков, в частности, подготовка экспериментальной установки, выбор оптимальных режимов проведения электрохимического процесса и методик его исследования, оценка эффективности и грамотный выбор способа защиты конкретного оборудования и технологии его осуществления.

Таким образом, основными задачами лабораторного практикума являются: 1) систематизация знаний по основам физической химии и электрохимии; 2) овладение практическими навыками в области методов защиты металлических материалов от коррозии. Основная цель лабораторного практикума – научить обучающегося самостоятельно с первых шагов своей профессиональной деятельности решать конкретные практические задачи.

В ходе выполнения конкретной задачи студенту необходимо ознакомиться с методическими указаниями и руководством по выполнению лабораторной работы, а также с предлагаемой литературой по данной конкретной теме, самостоятельно спланировать и провести эксперимент, исследовать и проанализировать параметры электрохимического процесса, свойства коррозионно-стойких материалов, коррозионной среды. Как правило, выполнение одной задачи поручается бригаде из двух-четырех студентов. Каждая лабораторная работа завершается обработкой экспериментальных результатов, написанием отчета и докладом по результатам работы. Конкретное содержание лабораторных занятий и формируемые компетенции представлены в таблице 3.

Учитывая быстрое изменение приоритетов и тенденций в области прикладной электрохимии, защиты оборудования от коррозии, электрохимической коррозии, объекты исследования могут отличаться от приведенных в содержании при сохранении методической основы выполнения задачи.

Таблица 3 – Содержание лабораторных занятий и формируемые компетенции по дисциплине «Технологии защиты оборудования от коррозии»

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы*	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Теоретические основы электрохимической технологии	5	Баланс напряжения ванны электролиза воды	Изучение влияние плотности тока, материала электродов, размера зазора между электродом и дном электролизера на баланс напряжения монополярной и биполярной ванны электролиза воды с целью получения водорода. Экспериментальное и расчетное определение величин составляющих уравнения баланса, расхода электроэнергии и газонаполнения электролита. Определение утечки тока графическим методом. Оборудование: прямоугольная ячейка, потенциостат, никелевые и стальные электроды, диафрагмы.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
2	Технологии противокоррозионной защиты	4	Изучение коррозии и анодного растворения железного и/или никелевого электрода	Объекты исследования (никель, железо, различные марки стали) – по указанию преподавателя (различные для каждой бригады). Измеряют стационарный потенциал электрода в специальных растворах (сульфат натрия с добавками хлорида и бихромата калия, серной кислоты) в условиях разомкнутой цепи, снимают анодные поляризационные кривые (скорость развертки потенциала 10 мВ/с), определяют потенциал пассивации и плотность тока в области пассивации металла, ток саморастворения и наклон тафелевских участков. Оборудование: трехэлектродная электрохимическая ячейка, потенциостат.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
3	Гальванотехника и ее роль в системе защиты от коррозии	5	Электролитическое цинкование (никелирование, меднение)	Процесс нанесения металлического покрытия – по указанию преподавателя. По заданному режиму вычисляют требуемую силу тока; определяют продолжительность электролиза для получения покрытия требуемой толщины. Проводят электролиз, определяют выход металла по току (гравиметрическим методом), толщину слоя покрытия (капельным методом), пористость и полярность покрытия по отношению к стали. Снимают вольтамперные характеристики, определяют оптимальные параметры процесса. Оборудование: потенциостат, источник тока, электролитическая ячейка, стальной (медный) катод, растворимые аноды из металла покрытия.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		6	Электрохимические измерения при оценке состояния поверхности стали перед нанесением гальванических покрытий	Ознакомление с методикой электрохимического анализа для оценки состояния поверхности стали для гальванопокрытий. Выбор растворов и образцов обрабатываемых сталей – по указанию преподавателя (для каждой бригады даются конкретные варианты заданий). Этапы работы: 1) выбор растворов и образцов обрабатываемых сталей; 2) подготовка потенциостата и трехэлектродной ячейки; 3) поляризационные измерения на эталонных образцах (40% NaOH, 3,6 В/ч); 4) проведение химических или электрохимических операций подготовки поверхности образцов; 5) снятие ПК на образцах после операций подготовки.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18

		4	Электрохимический метод определения пористости цинковых покрытий	Цель: ознакомление с методикой электрохимических измерений для оценки пористости цинкового покрытия, определении критической толщины цинкового покрытия. Методика: наличие пор определяется путем сравнения катодных поляризационных кривых стали, цинка и оцинкованной стали, снятых в буферном растворе. Метод основан на значительной разнице в перенапряжении выделения водорода на стали и цинке. Осаждение цинка проводят при $j=1 \text{ А/дм}^2$, варьируя время осаждения в пределах от 0.5 до 10-20 минут. Пористость покрытия определяют из соотношения токов при заданном значении потенциала. Оборудование: потенциостат, источник тока, трехэлектродная электрохимическая ячейка,	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		4	Химическое осаждение металлических покрытий	По выбору – осаждение никеля или меди. Исследование скорости процесса химического никелирования в зависимости от покрываемого металла, состава раствора, pH и температуры. Изучение влияния типа лиганда и pH раствора на скорость осаждения меди и качество покрытия. Определение стабильности раствора в различных условиях проведения эксперимента.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		4	Оксидирование меди и медных сплавов	Цель: получение оксидных пленок на меди и ее сплавах химическим и электрохимическим методами; изучение влияния режима оксидирования на качество и физико-химические свойства оксидных пленок. По указанию преподавателя выполняют конкретные задания: 1) изучить влияние температуры химического оксидирования и концентрации окислителя на качество и физико-химические свойства оксидных пленок (защитные свойства, механическая прочность, эластичность); 2) изучить влияние материала (медь, оловянистая бронза, латунь) образцов на свойства оксидной пленки; 3) изучить влияние плотности тока и температуры на качество оксидных пленок; 4) изучить влияние состава электролита и температуры на процесс электрохимического оксидирования.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
4	Методы и способы защиты металлов от коррозии	4	Влияние состава коррозионной среды на коррозионно-электрохимическое поведение металлов	Цель: определение параметров поляризации материалов в растворах кислот в присутствии активирующих анионов; определение тока саморастворения на основе поляризационных измерений. Выбор растворов и образцов обрабатываемых сталей – по указанию преподавателя (для каждой бригады даются конкретные варианты заданий). Этапы работы: 1) подготовка к работе потенциостата и ячейки; 2) измерение потенциала коррозии образца; 3) включение катодной поляризации ($j=10 \text{ мА/см}^2$) и активирование 5 минут; 4) снятие КПК в потенциодинамическом режиме (4,8 В/ч); 5) снятие АПК (4,8 В/ч) до потенциала выделения кислорода; 6) проведение измерений по пп 4-6 на свежеподготовленном электроде (2,4 В/ч); 7) построение ПК и нахождение токов саморастворения металла.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18

		4	Защитный эффект ингибиторов коррозии стали в кислой среде	Цель: ознакомление с методикой изучения эффективности действия ингибитора. Материалы образцов, агрессивные среды, ингибиторы, условия эксперимента (температура, перемешивание, экспозиция) – по указанию преподавателя (для каждой бригады даются конкретные варианты заданий). Этапы работы: 1) подготовка электродов; 2) измерение потенциала исследуемого электрода (катода и анода) при его поляризации; 3) определение скорости коррозии стальных образцов в неингибированных и ингибированных растворах кислот; 4) построение поляризационных кривых; 5) определение плотности коррозионного тока в исследуемых растворах (графической экстраполяцией); 6) определение защитного эффекта исследуемого ингибитора и механизма ингибирования.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		5	Электрохимические методы оценки склонности нержавеющей сталей к межкристаллической коррозии	Цель: ознакомление с методикой электрохимической оценки склонности сталей и никелевых сплавов к МКК. В зависимости от задачи, могут применяться три варианта методики: 1) электрохимические потенциодинамические измерения для построения кривых прямого и обратного ходов со скоростью развертки потенциала 2,4 В с образцами сталей, имеющих разную степень сенсibilизации, т.е. склонности к МКК; 2) потенциостатические и параллельные испытания по методу ГОСТ с последующими металлографическими измерениями глубины МКК для построения калибровочного графика $\lg j$ – глубина МКК; 3) потенциостатические испытания на склонность к МКК образцов.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		6	Электрохимические методы оценки склонности конструкционных металлических материалов к питтинговой коррозии	Цель: ознакомление с методикой определения склонности металлов к питтинговой коррозии; с особенностями питтинговой коррозии сталей; способами установления условий устойчивости эксплуатации этих материалов в средах, содержащих активизирующие анионы. Выбор растворов и образцов обрабатываемых сталей – по указанию преподавателя (для каждой бригады даются конкретные варианты заданий). Этапы работы: 1) подготовка потенциостата и ячейки; 2) измерение потенциала коррозии образца; 3) включение катодной поляризации ($j=10 \text{ мА/см}^2$) и активирование 2 минуты; 4) выключение поляризующего тока, выдержка в растворе без тока до установившегося значения потенциала коррозии; 5) включение потенциостатической поляризации с заданной скоростью при тщательном наблюдении за током в области пассивности; регистрация тока после наступления анодного активирования с изменением масштабов в 10^3 раз; 6) переключение на обратный ход и регистрация тока до пересечения кривой, полученной на прямом ходе; 7) исследование поверхности электрода под микроскопом; 8) построение ПК в полулогарифмических координатах и нахождение значений потенциалов питтингообразования и репассивации.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18

		6	Контактная коррозия металлов	Цель: изучение влияние контакта железа (алюминия) с другими металлами (цинк, медь, алюминий, сталь) на скорость его коррозии. Методы: 1) весовой (без наложения тока, время экспозиции 1-2 часа, расчет массового показателя скорости коррозии, защитный эффект, коэффициент защитного действия); 2) поляризационные измерения (снятие поляризационных кривых при контакте двух металлов, определение компромиссного потенциала и тока коррозии), коррозионная среда – 5% раствор H_2SO_4 , влажный грунт. Объекты исследования – по указанию преподавателя.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
5	Электрохимическая защита	6	Выбор условий анодной электрохимической защиты оборудования	Цель: ознакомление с методикой определения условий анодной защиты путем снятия стационарных поляризационных кривых на образцах металла, подлежащего защите, и способами оценки ее эффективности. По указанию преподавателя для каждой бригады даются конкретные варианты заданий. Этапы работы: 1) проверка и подготовка оборудования; 2) измерение потенциала коррозии образца; 3) снятие анодной ПК при линейной развертке потенциала со скоростью 9,6 В/ч; 4) снятие анодной ПК при линейной развертке потенциала со скоростью 1 В/ч на образце со свежеподготовленной поверхностью; 5) снятие катодной ПК с изменением потенциала 1 В/ч (масштаб изменения тока в пределах трех логарифмических единиц); 6) снятие кривых «плотность тока - время» для нескольких значения потенциала в области оптимальной пассивированности; 7) определение скорости растворения металла в отсутствие защиты гравиметрическим методом (выдержка в вытяжном шкафу несколько дней); 8) определение тока саморастворения по ПК; 9) оценка эффективности анодной защиты; 10) расчет степени загрязнения агрессивной среды продуктами растворения материала; 11) расчет глубинного показателя коррозии аппарата.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
		5	Катодная протекторная защита	Цель: ознакомление с принципом протекторной катодной защиты; освоение приемов экспериментальных измерений на лабораторной модели, проведение расчетов параметров технического объекта. Методика: 1) подготовить пластинчатые образцы из углеродистой или низколегированной стали (по указанию преподавателя) и из металла анодного протектора (Zn, Cd, Al, Mg и др. – по указанию преподавателя); 2) собрать установку (потенциостат, магазин сопротивлений, амперметр, вольтметр); 3) измерить потенциалы электродов, падения напряжения в межэлектродном промежутке при разомкнутой цепи и значениях поляризующего ток. Обработка опытных данных: построение поляризационной диаграммы и находят на ней требуемые электрические характеристики: поляризующий ток, потенциалы защищаемой конструкции и протектора.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18

		4	Электрохимическая защита с использованием катодной станции	Цель: ознакомление с принципом катодной защиты с использованием внешнего источника поляризующего тока; освоение приемов экспериментальных измерений на лабораторной модели, проведение расчетов параметров технического объекта. Определяют параметры электрохимической системы, включающей два стальных плоских электрода (один из которых моделирует защищаемый объект, а другой – анодный заземлитель) в 3% растворе NaCl или 3% растворе Na₂SO₄. С помощью потенциостата измеряют ток в поляризующей цепи и потенциалы обоих электродов и падение напряжения в межэлектродном промежутке при разомкнутой цепи и постепенном возрастании поляризующего тока. По экспериментальным данным строят поляризационную диаграмму, рассчитывают параметры технического объекта и находят требуемые электрические характеристики: поляризующий ток и напряжение на клеммах поляризующего тока, его номинальную мощность.	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
--	--	---	--	---	------------------------

**лабораторные работы проводятся в специализированных учебных лабораториях кафедры с использованием специального оборудования.*

8. Самостоятельная работа бакалавра

8.1 Темы и формы СРС

№ п/п	Раздел дисциплины	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Теоретические основы электрохимической технологии	Этапы развития прикладной электрохимии. Основные задачи и перспективные направления развития электрохимической технологии в мире и России. Электрохимические системы и их термодинамическая особенность. Равновесные и неравновесные электродные потенциалы и их различные типы. Термодинамическая оценка возможности электрохимических реакций, включая анодное растворение и катодное осаждение. Электродная поляризация, перенапряжение и его виды, скорость электродного процесса. Энергетика необратимых электродных процессов в конкретных прикладных задачах.	15	Доклад, реферат, презентация, тест, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, изучение теоретического материала,	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
2	Технологии противокоррозионной защиты	Классификация коррозионных процессов исходя из условий их протекания: газовая, атмосферная, почвенная коррозия, в электропроводящих и неэлектропроводящих жидкостях, коррозия металлов при неполном погружении в жидкость. Виды коррозии: общая и местная (локальная), поверхностная и подповерхностная, компонентно-избирательная. Локальные виды коррозии: пятнами, язвами, точечная (питтинговая), межкристаллитная, транскристаллитная, расслаивающая. Совместное действие на металл коррозионной среды и механических нагрузок (коррозия и коррозионное растрескивание под напряжением, коррозионная усталость).	15	Доклад, реферат, презентация, тест, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, изучение теоретического материала	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
3	Гальванотехника и ее роль в системе защиты от коррозии	Классификация гальванических покрытий. Износостойкие, антифрикционные, магнитные покрытия. Покрытия под пайку, электрических контактов, благородными металлами, легких металлов и сплавов. Современные функциональные металлопокрытия в автомобилестроении, космонавтике, авиационной промышленности. Тампонная гальванотехника. Микрогальваника, наноструктурированные покрытия. Прогрессивные технологии неметаллических конверсионных покрытий (оксидирование, хромирование, фосфатирование).	12	Доклад, реферат, презентация, тест, подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов изучение теоретического материала	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
4	Методы и способы защиты металлов от коррозии	Характеристика и коррозионные свойства основных конструкционных материалов. Коррозионно-стойкие стали, современная теория коррозионно-стойкого легирования. Влияние легирующих элементов на коррозионное поведение нержавеющей сталей с учетом условий эксплуатации. Роль неметаллических включений, интерметаллидов, скопления (сегрегации) некоторых компонентов на границах зерен на коррозионное поведение сплавов. Коррозионное поведение алюминия и его сплавов, применение в химическом аппаратостроении, антикоррозионной технике. Коррозионное поведение и применение титана и его сплавов. Снижение агрессивности среды, обескислороживание. Активаторы и ингибиторы электрохимической коррозии, их роль.	24	Доклад, реферат, презентация, тест, подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов изучение теоретического материала	ОПК-6 ПК-4 ПК-18

5	Электрохимическая защита	Принцип действия электрохимических методов защиты от коррозии. Катодная защита с помощью протектора, область применения. Материалы анодных протекторов, распределение защитного потенциала на поверхности защищаемой конструкции, расчет параметров защиты с помощью протектора. Катодная защита внешним током – применимость метода, его достоинства и недостатки, его организация и расчет параметров, анодные заземлители. Вторичные явления при катодной защите, электрические измерения при ее эксплуатации. Определение возможности и целесообразности анодной защиты, определение ее параметров. Анодная защита катодными протекторами и от внешнего источника тока. Электроды сравнения в промышленных системах анодной защиты. Комбинированная анодная и анодно-протекторная защита. Экономика электрохимической защиты.	12	Доклад, реферат, презентация, подготовка лабораторным работам, оформление отчетов изучение теоретического материала	ОПК-6 ПК-4 ПК-18
6	Методы защиты металлов от коррозии в некоторых областях техники	Определение коррозионной активности грунтов вдоль трассы защищаемого сооружения, измерение удельного сопротивления, определение участков затопления трубопроводов, измерение разности потенциалов «сооружение-грунт». Возникновение блуждающих токов, способы защиты, ограничение силы блуждающих токов, защита подземных сооружений от их проникновения. Способы электродренажной защиты, расчет параметров и электрические измерения. Защита металлических сооружений от подземной коррозии. Оптимальные варианты защиты от коррозии систем центрального отопления, холодного и горячего водоснабжения. Методы защиты оборудования на нефтяных промыслах.	12	Доклад, реферат, презентация, изучение теоретического материала	ОПК-6 ПК-4 ПК-18

8.2 Курсовая работа

Учебным планом по направлению 18.03.01 - «Химическая технология» по профилю «Технология защиты от коррозии» в рамках дисциплины *«Технологии защиты оборудования от коррозии»* предусмотрено выполнение студентами курсовой работы.

Курсовая работа выполняется студентами индивидуально. Необходимый материал для выполнения курсовой работы собирается во время прохождения производственной практики. Тема курсовой работы выбирается с учетом конкретного производства на промышленном предприятии, на котором проводится производственная практика, и предложенного руководителем-преподавателем из списка тем. Список тем курсовых работ по дисциплине *«Технологии защиты оборудования от коррозии»* ежегодно утверждается на заседании кафедры ТЭП.

Основные источники информации при выполнении курсовой работы – материалы, собранные в период производственной практики и представленные в отчете по практике, а также методические указания кафедры ТЭП и кафедр, консультирующих студентов при курсовом проектировании в соответствии с приказом по вузу.

Выполнение курсовой работы завершается оформлением студентом письменного отчета по установленной в вузе форме с последующей защитой результатов работы перед комиссией, назначаемой заведующим кафедрой ТЭП.

Примерная тематика курсовых работ, выполняемых на кафедре ТЭП

1. Расчет многоэлектродных коррозионных элементов. Расчет разностного эффекта.
2. Графический расчет коррозионного процесса. Определение скорости коррозии и соотношения катодной и анодной фаз.
3. Аналитический расчет коррозионного процесса с кислородной деполяризацией.
4. Пассивный метод защиты магистральных газопроводов на примере ОАО «Газпром».
5. Оценка защищенности подводящего участка газопровода на примере ОАО «Газпром»
6. Мониторинг коррозионного состояния трубопроводов методами неразрушающего контроля.
7. Стресс-коррозия магистральных газопроводов.
8. Никелирование стальных изделий на подвесках.
9. Технология износостойкого хромового покрытия.
10. Технология многослойного гальванического покрытия медь-никель-хром.
11. Технология анодирования радиатора из силумина (на базе гальванического участка ОАО «Волжский электромеханический завод»).
12. Технология анодирования крепежных деталей из алюминиевого сплава Д16 (на базе гальванического участка ОАО «Вертолетный завод»).
13. Технология цинкования стальных деталей (на базе гальванического участка ОАО «Радиоприбор»)
14. Электрохимическое поведение гибридного электрода на основе титана в водных средах.
15. Анодное растворение и коррозионное поведение титана в водных средах.
16. Анодное растворение гибридного электрода Fe-Ti в водных средах.
17. Анодное растворение гибридного электрода Al-Ti в водных средах.
18. Коррозионно-электрохимическое поведение стали под действием переменного тока.
19. Хромирование деталей бытовых холодильников.
20. Цинкование стальных изделий радиоаппаратуры на подвесках.
21. Цинкование стальных деталей компрессорных машин.
22. Катодная защита внешним током. Инженерные расчеты.
23. Подземная коррозия трубопроводов.
24. Распределение потенциала и тока в системах электрохимической защиты с электроизолирующими соединениями.
25. Моделирование и расчет коррозионных токов при контактной коррозии.
26. Особенности коррозионного поведения электроизолирующих соединений.
27. Перспективные технологии и методы защиты металлов от коррозии.
28. Технологический процесс никелирования стальных деталей (на базе гальванического участка ОАО «Казанькомпрессормаш»).
29. Анодное растворение комбинированного электрода в водных средах.
30. Использование метода Монте-Карло для расчета параметров протекторной защиты.
31. Расчет протекторной защиты РВС при уровне водной фазы менее (более) 2 м.
32. Защита от коррозии внешней поверхности резервуаров.
33. Химическое и электрохимическое осаждение покрытий никель-бор.
34. Электрохимическая коррозия и защита подземных трубопроводов.

35. Межкристаллитная коррозия нержавеющей сталей.
36. Теория инженерных расчетов систем электрохимической защиты.
37. Теория хаоса при исследовании коррозионных процессов.
38. Протекторная защита трубопроводов и резервуаров.
39. Электрохимическая коррозия и защита подземных трубопроводов.
40. Коррозионное поведение при анодном растворении алюминия в водных средах.
41. Технология серебрения латунных деталей.
42. Технология кадмирования стальных деталей.
43. Никелирование латунных изделий (на базе ОАО «Радиоприбор»).
44. Химические методы исследования питтинговой коррозии.
45. Электрохимическая защита обсадных колон нефтяных скважин.
46. Электрохимическая защита магистральных газопроводов.
47. Динамика питтинговой коррозии пассивирующихся металлов в растворах с окислителем.
48. Протекторная защита запорной арматуры.
49. Комплексная защита нефтяных резервуаров.
50. Ингибиторы коррозии для оборотной воды с высоким солесодержанием.

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «*Технологии защиты оборудования от коррозии*» используется рейтинговая система оценки знаний студентов на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО «КНИТУ», протокол №12 от 24 октября 2011 г.). Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в Положении о рейтинговой системе.

Изучение дисциплины «*Технологии защиты оборудования от коррозии*» изучается в двух семестрах и заканчивается экзаменом в 6-ом семестре и зачетом в 7-ом семестре. В обоих случаях рейтинг студента рассчитывается, исходя из максимальной оценки, равной 100 баллам. Предмет считается усвоенным, если выполнены все контрольные точки и сумма баллов за текущую работу составляет не менее 60.

Пример расчета рейтинга по дисциплине в 6-ом семестре.

Суммарный рейтинг по дисциплине $R_{\text{дис}}$ складывается из $R_{\text{тек}}$ и $R_{\text{ЭКЗ}}$

$$R_{\text{дис}} = R_{\text{тек}} + R_{\text{ЭКЗАМЕН}}$$

$R_{\text{тек}}$ складывается из $R_{\text{Л}}$, $R_{\text{КР}}$, $R_{\text{ЛАБ}}$ и $R_{\text{РЕФ}}$

$$R_{\text{тек}} = R_{\text{Л}} + R_{\text{ТЗ}} + R_{\text{ЛАБ}} + R_{\text{РЕФ}}$$

$R_{\text{Л}}$ – баллы, полученные за посещение лекций и ответы во время экспресс-опросов;

$R_{\text{ТЗ}}$ - баллы, полученные за выполнение тестовых заданий;

$R_{\text{ЛАБ}}$ – баллы, полученные за выполнение и сдачу лабораторных работ;

$R_{\text{РЕФ}}$ – баллы, полученные за защиту реферата (доклада, презентации).

При изучении дисциплины «Технологии защиты оборудования от коррозии» в 6-ом семестре предусматривается выполнение десяти лабораторных работ (3,5 балла за каждую лабораторную работу), выполнение контрольной работы (7,5 баллов), выполнение и защита реферата (доклада, презентации) (6 баллов), прохождения тестирования (7,5 баллов). За посещение и активность на лекционных занятиях студент может дополнительно получить 4 балла. В результате выполнения этих контрольных точек максимальный текущий рейтинг составит 60 баллов.

На экзамен студент допускается, имея не менее 36 баллов (интервал баллов от 36 до 60) и проставленный дифференцированный зачет по курсовому проекту (работе). За экзамен студент может получить максимальное количество баллов – 40 (интервал баллов от 24 до 40). При этом вводится следующая шкала перевода 100-бальной шкалы в 4-х бальную:

- от 87 до 100 баллов – «отлично»
- от 73 до 86 баллов – «хорошо»
- от 60 до 72 баллов – «удовлетворительно»
- 60 и менее баллов – «неудовлетворительно».

Пример расчета рейтинга по дисциплине в 7-ом семестре.

При изучении дисциплины «Технологии защиты оборудования от коррозии» в 7-ом семестре предусматривается выполнение пяти лабораторных работ (12 баллов за каждую лабораторную работу), одного тестового задания (10 баллов). До 15 баллов студент может получить за каждую дополнительную самостоятельно подготовленную работу (реферат, доклад, презентация), за посещение лекций студент может получить 5 баллов, за активность на лекционных и лабораторных занятиях максимальное количество баллов составляет 10. В результате выполнения этих контрольных точек максимальный рейтинг составит 100 баллов.

В таблице 4 приведен примерный расчет максимального рейтинга по отдельным видам работ в 6-ом и 7-ом семестрах.

Таблица 4 - Расчет максимального рейтинга по отдельным видам работ

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
6-й семестр			
Посещение лекций и ответы во время экспресс-опросов	9	0	4
Выполнение и сдача лабораторных работ	10	14	35
Защита реферата	1	3	6
Сдача теста	1	3,5	7,5
Выполнение контрольной работы	1	3,5	7,5
Экзамен		24	40
Итого:		60	100
7-й семестр			
Посещение лекций и ответы во время экспресс-опросов	4	0	5
Выполнение и сдача лабораторных работ	5	40	60
Защита реферата	1	6	10
Сдача теста	1	8	15
Выполнение контрольной работы	1	6	10
Итого:		60	100

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «**Технологии защиты оборудования от коррозии**» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Источники информации	Кол-во экз. в УНИЦ / ЭБС
1. Неверов А.С. Коррозия и защита материалов: Учебное пособие / А.С. Неверов, Д.А. Родченко, М.И. Цырлин. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 224 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=488262 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. – СПб.: Лань, 2015. – 672 с.	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/book/58166 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
3. Жарский И. М., Куис Д. В., Иванова Н. П. Коррозия и защита металлических конструкций и оборудования. – М.: Высшая школа, 2012. – 304 с.	ЭБС «Книга Фонд» www.knigafund.ru/books/181618 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
4. Мирзоев Р.А., Давыдов А.Д. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов. Учеб. пособие. – С-Пб: Изд-во С-Пб. гос. полит. ун-та, 2013.– 382 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/76036 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
5. Гамбург Ю.Д., Джованни Зангари. Теория и практика электроосаждения металлов. Монография. – БИНОМ: Лаборатория знаний, 2015. – 441 с.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329014.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
6. Попова А.А. Методы защиты от коррозии. Курс лекций – Санкт – Петербург: Изд-во Лань, 2014. – 198 с.	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/view/book/50169 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
7. Хохлачева Н. М. Романова Т. Г. Ряховская Е. В. Коррозия металлов и средства защиты от коррозии. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 118 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=891023 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
8. Смолич, А.К. Химическая стойкость материалов в средах нефтехимии и нефтепереработки. Справочник. Том 2. [Электронный ресурс] : справ. / А.К. Смолич, В.В. Бурлов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : НОТ, 2012. – 384 с.	ЭБС «Лань»: https://e.lanbook.com/reader/book/4283 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Источники информации	Кол-во экз. в УНИЦ / ЭБС
1. Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А. Тимонов А.М. Теоретическая электрохимия. – М.: ООО «ТИД «Студент», 2013. – 496с.	30 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Афанасьев Б.Н., Акупова Ю.П. Физическая химия. – СПб.: Лань, 2012. – 416 с.	ЭБС «Лань»: http://e.lanbook.com/book/4312 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
3. Березина С.Л. [и др.] Теоретические основы коррозионных процессов: Учебное пособие по курсу «Общая химия». – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 72 с.	ЭБС «Консультант студента»: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703837115.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
4. Пучков Ю.А., Орлов М.Р., Березина С.Л. Теория коррозии и методы защиты металлов. Метод. указ. к лаб. работам – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 68 с.	ЭБС «Лань»: http://e.lanbook.com/view/book/52569 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
5. Виноградова С.С., Кайдриков Р.А., Макарова А.Н., Журавлев Б.Л. Физические методы в исследованиях осаждения и коррозии металлов. Учеб. пособие. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. – 144 с.	40 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

1. Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию /Рос. информ. портал. Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

2. Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.

3. Znanium.com. [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства «Инфра-М» и других ведущих издательств учебной литературы и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Режим доступа: <http://www.znaniy.com>

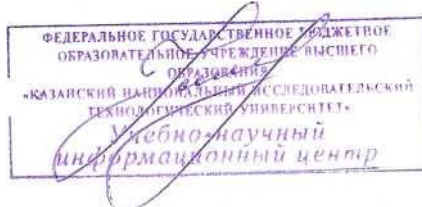
4. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]: содержит электронные версии книг, учебников, монографий, сборников научных трудов отечественных и зарубежных авторов, периодических изданий. Режим доступа: <http://www.rbe.ru>.

5. ЭБС «Книгафонд». Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>.

6. Электронный каталог КНИТУ: <http://www.ruslan.kstu.ru>.

7. Журнал «Вестник Казанского технологического университета»:
<http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8488>.

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ



11. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Технологии защиты оборудования от коррозии»

1. Материально-техническое обеспечение лекционных занятий:

- аудитория Е-525
- проектор EPSON EB-X6;
- настенный экран;
- ноутбук AcerAspire 3000;
- комплект электронных презентаций/слайдов.

2. Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума:

Учебная лаборатория для исследования электрохимических свойств наноструктурированных материалов:

- лабораторный потенциостат-гальваностат Р-30I («Элинс») + управляющий ПК и лабораторный рН-метр Анион 4100;
- термостат циркуляционный универсальный с ванной из нержавеющей стали ВТ25-1

Учебная лаборатория теоретической и прикладной электрохимии:

- потенциостат Пи-50-1-1 (2 шт);
- потенциостат П-5848 (4 шт);
- источник питания постоянного тока Б5-47 (2 шт);
- источник питания постоянного тока Б5-46 2 (шт);
- мультиметр ВР-11А;
- миллиамперметры МЛ-20 (2шт);
- весы ВЛТЭ-150;
- цифровой мультиметр ДТ-830В (3шт);
- магнитная мешалка ММ5 (2шт);
- лабораторная гальваническая ванна;
- электрохимическая ячейка (4 шт);
- электролизер (4 шт);
- вольтметр универсальный цифровой В7-38М (2 шт);
- микроскоп металлургический инвертированный Meiji IM7530;
- микроскоп МИМ-4;
- кондуктометр универсальный Эксперт-002;
- аналитические весы WLA-31;
- электроды (рабочие, вспомогательные, сравнения);
- реагенты (неорганические и органические вещества).

3. Прочее:

- 1) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- 2) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

13. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС при реализации различных видов учебной работы в процессе изучения дисциплины «Технологии защиты оборудования от коррозии» используются следующие образовательные технологии, активные и интерактивные (54 часа) формы проведения занятий:

- Лекции – лекция визуализация, лекция пресс – конференция, проблемная лекция, лекция – беседа;
- Лабораторные – дискуссия по основным направлениям и перспективам развития электрохимических технологий, средств электрохимической защиты, семинар – круглый стол, семинар в диалоговом режиме и семинар – развернутая беседа с обсуждением доклада;
- Дополнительные консультации по отдельным темам;
- Взаимный контроль студентов по тестам;
- Отработка пройденного материала при решении конкретных практических задач – группы студентов (3-4 человека) получают практические задания на одну тему и находят свой путь решения проблемы;
- Обмен знаниями между студентами в малых группах («каруселька»).