

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  
05 2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.9.2 «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки «Технология электрохимических производств»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

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

Кафедра-разработчик рабочей программы Технологии электрохимических производств

Курс, семестр 4 курс, 8 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	27	0,75
Практические занятия	-	0
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	36	1,0
Самостоятельная работа	45	1,25
Форма аттестации	зачет	
Всего	108	3

Казань, 2018 г.



## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов» являются:

- а) формирование у студентов системы знаний, необходимых для анализа и расчета параметров коррозионных систем;
- б) освоение методов и алгоритмов расчета коррозионных систем;
- в) развитие у студентов навыков самостоятельного изучения и анализа литературных данных в области защиты металлов от коррозии;
- г) освоение инженерных расчетов систем электрохимической защиты;
- д) подготовка к профессиональной исследовательской деятельности.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов» относится к *вариативной* части ДВ и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно – исследовательского, производственно - технологического, организационно – управленческого, проектного и педагогического *видов деятельности*.

Для успешного освоения дисциплины «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов» *бакалавр* по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Математика;
- б) Физика;
- в) Общая и неорганическая химия;
- г) Органическая химия;
- д) Физическая химия;
- е) Аналитическая химия и физико-химические методы анализа;
- ж) Теоретическая электрохимия;
- з) Электрохимические технологии;
- и) Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств;
- к) Защита от коррозии;
- л) Реакционная способность химических соединений.

Дисциплина «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Методы исследования электрохимических процессов;
- б) Методы исследования коррозионных процессов;
- в) Электрохимические нанотехнологии;
- г) Диагностика коррозионного состояния объектов;
- д) Оборудование и основы проектирования электрохимических систем;

е) Основы проектирования электрохимической защиты нефтепромышленного оборудования.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов» могут быть использованы при прохождении практик (учебной, производственной, преддипломной) и выполнении выпускных квалификационных работ, могут быть использованы в научно-исследовательской и преподавательской деятельности по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

1. ОПК – 1: способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

2. ПК - 2: готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования;

3. ПК – 3: готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности.

#### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

1) Знать:

а) основные используемые термины и параметры коррозионных расчетов;

б) методы, алгоритмы и примеры коррозионных расчетов;

в) расчет параметров проектируемых систем электрохимической защиты;

г) аналитические и графические методы расчета токов в коррозионных системах;

д) применение методов и алгоритмов коррозионных расчетов для реальных электрохимических систем.

2) Уметь:

а) применять полученные знания для оценки состояния и определения параметров расчета коррозионных систем;

б) использовать аналитический подход при работе с научно-технической литературой в области защиты металлов от коррозии;

в) самостоятельно применять методы для расчета скорости коррозии электрохимических систем с использованием стандартных алгоритмов и

справочных величин, проводить коррозионные расчеты электрохимических систем;

г) проводить научные исследования с использованием современных методик и аппаратного оформления.

3) Владеть:

а) терминологией в области защиты металлов от коррозии;

б) методами и алгоритмами коррозионных расчетов;

в) знаниями, умениями и навыками, которые позволят принимать планомерные решения в рамках профессиональной компетенции.

#### **4. Структура и содержание дисциплины «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ 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
			Лекции	Семинар	Лабораторные работы	Практические работы	СРС		
1	Введение	8	2	-	-	-	6	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат
2	Основы коррозионных расчетов	8	4	-	-	-	6	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат
3	Методы расчета токов в коррозионных системах	8	6	-	12	-	12	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат, контрольная работа
4	Расчет и моделирование контактной коррозии	8	9	-	12	-	9	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат
5	Расчет систем электрохимической защиты	8	6	-	12	-	12	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат
	Всего		27	-	36	-	45		108
Форма аттестации									Зачет

**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	Введение	2	Тема 1. Задачи и научные основы курса	Предмет и содержание курса. Основные термины и расчетные формулы. Цели и методы расчетов. Расчетные модели коррозионных систем.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
2	Основы коррозионных расчетов	2	Тема 2. Расчет коррозионных систем.	Расчет скорости коррозии металла в агрессивной среде. Построение поляризационной диаграммы корродирующего металла. Уравнение Стерна-Гири для расчета скорости коррозии металла. Метод экстраполяции тафелевских участков поляризационных кривых. Уравнения Лапласа и Пуассона.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
3	Методы расчета токов в коррозионных системах	2	Тема 3. Расчет коррозионных пар	Общие положения о коррозионных парах и коррозионных системах. Потенциалы коррозии. Схема коррозионной пары с равномерным распределением плотностей тока. Эквивалентная электрическая схема коррозионной пары.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
		2	Тема 4. Расчет многоэлектродных систем	Графический расчет многоэлектродной системы. Поляризационная диаграмма системы из четырех электродов, соединенных «звездой». Определение направления и силы тока для каждого электрода.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
		2	Тема 5. Аналитические и графические методы расчета.	Графический расчет тока коррозионных пар с равномерным распределением плотности тока по поверхности металлов. Определение токов коррозионных пар, образованных железом с другими металлами. Аналитический расчет. Закон Ома для определения силы тока коррозионных пар.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
4	Расчет и моделирование контактной коррозии	2	Тема 6. Контактная коррозия металлов.	Характеристика процессов контактной коррозии металлов. Распределение потенциала и плотности тока по поверхности металлов. Этапы расчета распределения потенциала и тока.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
		2	Тема 7. Расчет коррозионной системы, состоящей из двух контактирующих протяженных плоских электродов.	Определение расчетной модели и безразмерных величин. Связь размерных значений потенциала и плотности тока с безразмерными значениями. Расчет распределения потенциала по поверхности металла. Расчет распределения плотности по поверхности металла. Пример расчета.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3

		2	Тема 8. Расчет коррозионной системы, состоящей из полосового электрода на бесконечно протяженной поверхности другого металла	Определение расчетной модели и безразмерных величин. Связь размерных значений потенциала и плотности тока с безразмерными значениями. Расчет распределения потенциала по поверхности металла. Расчет распределения плотности по поверхности металла. Пример расчета.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
		2	Тема 9. Расчет системы, состоящей из дискового электрода на плоской протяженной поверхности другого металла.	Определение расчетной модели и безразмерных величин. Связь размерных значений потенциала и плотности тока с безразмерными значениями. Расчет распределения потенциала по поверхности металла. Расчет распределения плотности по поверхности металла. Пример расчета.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
5	Расчет систем электрохимической защиты	3	Тема 10. Протекторная защита.	Основные параметры систем протекторной защиты. Эффективность протекторной защиты. Потенциал или плотность тока на защищаемой поверхности.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
		2	Тема 11. Полосовой протектор на плоской поверхности защищаемого металла.	Определение расчетной модели и безразмерных величин. Связь размерных значений потенциала с безразмерными значениями. Расчет распределения защитного потенциала, создаваемого на плоской линейно поляризующейся поверхности полосовым протектором. Расчет распределения плотности тока по защищаемой поверхности металла.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
		2	Тема 12. Дисковый протектор на плоской поверхности защищаемого металла.	Определение расчетной модели и безразмерных величин. Связь размерных значений потенциала с безразмерными значениями. Расчет распределения защитного потенциала, создаваемого на плоской линейно поляризующейся поверхности дисковым протектором. Расчет распределения плотности тока по защищаемой поверхности металла.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
		2	Тема 13. Катодная защита.	Основные параметры, характеризующие эффективность и срок службы систем катодной защиты. Критерии электрохимической защиты. Зависимость скорости растворения материала анода от плотности тока. Определение зон защитного действия анодов и их износа.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3

## 6. Содержание семинарских, практических занятий

Учебным планом по направлению 18.03.01 «Химическая технология» по профилю «Технология электрохимических производств» проведение

семинарских и практических занятий по дисциплине «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов» не предусмотрено.

### 7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося исследования коррозионных процессов двух- и многоэлектродных систем и определения параметров электрохимической защиты их от коррозии.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Введение	-	-	-
2	Основы коррозионных расчетов	4	1. Определение скорости коррозии металлов по результатам поляризационных измерений	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
3	Методы расчета токов в коррозионных системах	4	2. Определение скорости коррозии металлов методом экстраполяции тафелевских участков поляризационных кривых	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
		4	3. Определение скорости коррозии металлов методом поляризационного сопротивления	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
		4	4. Расчет показателей скорости коррозии по значению тока коррозии	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
4	Расчет и моделирование контактной коррозии	5	5. Расчет распределения по поверхности металлов значений потенциала и плотности тока в коррозионной среде	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
5	Расчет систем электрохимической защиты	6	6. Расчет протекторной защиты трубопроводов.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
		6	7. Расчет параметров протекторной защиты горизонтального нефтяного резервуара.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
		3	8. Расчет параметров протекторной защиты вертикальных резервуаров.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3

\*лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.

### 8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Теоретическое обоснование методов коррозионных расчетов	3	<i>Реферат</i>	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
	Общая характеристика коррозионных	3	<i>Реферат</i>	ОПК-1

2	систем. Методы расчетов.		<i>Подготовка к тестированию</i>	ПК-2 ПК-3
3	Расчетные модели коррозионных систем	3	<i>Реферат Подготовка к тестированию</i>	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
4	Расчет коррозионных пар. Графический и аналитический методы расчета.	4	<i>Реферат Изучение теоретического материала</i>	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
5	Расчет многоэлектродных систем. Графический и аналитический методы расчета.	4	<i>Реферат Изучение теоретического материала.</i>	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
6	Моделирование контактной коррозии. Методы моделирования контактной коррозии.	4	<i>Реферат Изучение теоретического материала.</i>	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
7	Особенности расчета параметров систем защиты от контактной коррозии	4	<i>Реферат Изучение теоретического материала.</i>	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
8	Расчеты систем электрохимической защиты	4	<i>Реферат</i>	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
9	Расчет протекторной защиты горизонтальных нефтяных резервуаров. Особенности протекторной защиты.	4	<i>Реферат Изучение теоретического материала.</i>	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
10	Расчет протекторной защиты вертикальных нефтяных резервуаров. Особенности протекторной защиты.	4	<i>Реферат</i>	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
11	Расчет протекторной защиты днищ резервуаров. Особенности протекторной защиты.	4	<i>Реферат</i>	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
12	Расчет сопротивлений разьединения и параметров изолирующих покрытий при контактной коррозии.	4	<i>Реферат</i>	ОПК-1 ПК-2 ПК-3

### ***9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.***

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов» используется рейтинговая система оценки знаний бакалавров на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО «КНИТУ», протокол № 7 от 04 сентября 2017 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.

При изучении дисциплины «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов» студенты получают баллы за выполнение восьми лабораторных работ, одной контрольной работы, написание реферата и сдачи тестирования.

В результате максимальный текущий рейтинг составит – 100 б. Изучение дисциплины «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов» заканчивается зачетом (от 60 баллов и выше).

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>5</i>	<i>12</i>	<i>20</i>
<i>Контрольная работа</i>	<i>1</i>	<i>18</i>	<i>30</i>
<i>Реферат</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Тест</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

***10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам 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.

## 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Попова А.А. Методы защиты от коррозии. Курс лекций – Санкт – Петербург: Изд-во Лань, 2014. – 198 с.	ЭБС “Лань”: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/50169">http://e.lanbook.com/view/book/50169</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
2. Кайдриков Р.А., Виноградова С.С., Нуруллина Л.Р, Егорова И.О. Стандартизованные методы коррозионных испытаний. – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2011. – 150 с.	71 в УНИЦ КНИТУ
3. Виноградова С.С., Кайдриков Р.А., Журавлев Б.Л. Расчет показателей коррозии металлов и параметров коррозионных систем. Учебное пособие – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2013. – 176 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Тазиева Р.Ф., Виноградова С.С., Кайдриков Р.А. Системный анализ функциональных зависимостей параметров математических моделей питтинговой коррозии. Учебное пособие – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2014. – 136 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ 20 экз. на кафедре ТЭП
5. Виноградова С.С., Кайдриков Р.А., Журавлев Б.Л., Галлиев И.Н. Возникновение и подавления хаоса в процессах коррозии металлов Учебное пособие – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2015. – 84 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ 20 экз. на кафедре ТЭП
6. Межевич Ж.В., Ткачева В.Э. Электрохимическая защита от коррозии. Методические указания к лабораторным работам – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2015. – 56с.	80 экз. на кафедре ТЭП
7. Ткачева В.Э. Основы электрохимии и защита от коррозии. Контрольные задания – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2016. – 48с.	80 экз. на кафедре ТЭП

### 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
-------------------------------------	-------------

1. Фатхуллин, А.А., Р.А. Кайдриков, Б.Л. Журавлев, В.Э. Ткачева. Электроизолирующие соединения в системе электрохимической защиты. Конструкции. Моделирование. Расчеты: монография /– Казань: Казан. нац. исслед. технол. ун-т, 2011. – 173 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Кайдриков Р.А., Журавлев Б.Л., Исхакова И. О. Метод импедансной спектроскопии в коррозионных исследованиях. Учебное пособие - Казань: Изд-во КНИТУ, 2012.- 95 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Кайдриков Р. А., Журавлев Б.Л., Исхакова И.О., Назмиева Л.Р. Электрохимические методы исследования локальной коррозии пассивирующихся сплавов и многослойных систем (монография) Казань: Изд-во КНИТУ, 2013.- 144 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Методы исследования питтинговой коррозии [Монографии] : монография / И.О. Исхакова [и др.] ; Казанский нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : МеДДоК, 2017 .— 161, [3] с. : ил. — Библиогр.: с.158-161 (68 назв.) .— ISBN 978-5-9500109-3-4.	25 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Пучков Ю.А., Орлов М.Р., Березина С.Л. Теория коррозии и методы защиты металлов. Методические указания к выполнению лабораторных работ – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 150 с.	ЭБС «Лань»: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/52569">http://e.lanbook.com/view/book/52569</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ

#### Журналы:

1. «Вестник технологического университета»: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8488>
2. «Практика противокоррозионной защиты»
3. «Электрохимия»

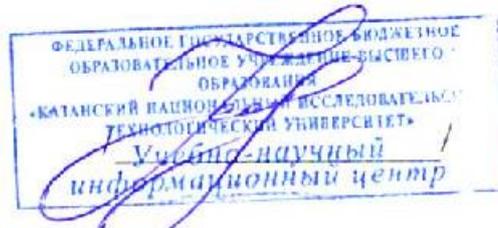
### ***11.3 Электронные источники информации***

При изучении дисциплины «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов» предусмотрено использование электронных источников информации:

- ЭБС «Книга Фонд»: [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)
- ЭБС «Библиотех»: <https://knitu.bibliotech.ru>
- ЭБС «Юрайт»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
- ЭБС «Лань»: <http://www.e.lanbook.com>;
- Научная Электронная Библиотека (НЭБ). Российские журналы в свободном доступе: [elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_free.asp](http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp)–
- Электронный каталог КНИТУ: <http://ruslan.kstu.ru>;

#### **Согласовано:**

Зав. сектором ОКУФ



## ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).***

*Лекционные занятия:* проектор EPSONEB-X6, настенный экран, ноутбук Acer Aspire 3000 (аудитория Е-525).

*Лабораторные занятия:*

- Комплекс лабораторный для проведения электрохимических исследований. (Уч. лаб. для иссл.э/х свойств наностр.м-в.) Включает: лабораторный потенциостат-гальваностат Р-30I ООО «Элинс», управляющий ПК и рН-метр лабораторный Анион 4100.
- Потенциостат IPC-Pro
- Вольтметр универсальный цифровой В7-38М (2 шт).
- Микроскоп металлургический инвертированный Meiji IM7530
- Микроскоп МИИ-4
- Магазины сопротивлений Р-33, Р-4831, ТЕ1061, ТЕ1041, ТЕ1051 (2 шт).
- Источники питания постоянного тока Б5-49, ТЕ-100-12-10УХА4, Б5-47 (2 шт).
- Потенциостат ПИ-50-1.1 (4 шт).
- Весы ВЛ-210, ВЛТЭ-1100
- Коррозиметр универсальный «Эксперт-004» (2 шт.)
- Кондуктометр универсальный «Эксперт-002» (2 шт.)
- Рентгенофлуоресцентный анализатор (кафедра ТНВ)
- Атомно-силовой микроскоп (кафедра ПТНВ)
- Спектрофотометр

## ***13. Образовательные технологии***

В соответствии с требованиями ФГОС при реализации различных видов учебной работы в процессе изучения дисциплины «Методы и алгоритмы коррозионных расчетов» используются следующие активные и интерактивные (6 часов) формы проведения занятий:

- ✓ интерактивные лекции 40%
- ✓ лабораторные занятия с использованием аудио-видео материалов 30%
- ✓ системы дистанционного обучения (текущий, промежуточный, итоговый контроль знаний в виртуальной среде обучения «Moodle») 30%