



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ЭЛЕКТРОХИМИИ
ИМ. А.Н. ФРУМКИНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИФХЭ РАН)**

**Рабочая программа дисциплины
Коррозионный мониторинг в научных исследованиях и
промышленности**

Направление подготовки – 18.06.01 Химическая технология (уровень
подготовки кадров высшей квалификации)

Специальность 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и
защита от коррозии

Москва

2015 год

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины Подготовить аспирантов к научно-исследовательской деятельности в области, связанной с разработкой и применением методов коррозионного мониторинга в фундаментальных и прикладных исследованиях, а также в различных отраслях промышленности с учетом современных тенденций развития физико-химической науки.

Задачи дисциплины: Освоение аспирантами теоретических и практических основ осуществления коррозионного мониторинга в научных исследованиях и промышленности. Формирование у аспирантов знаний, позволяющих понять закономерности протекающих химических, физико-химических, электрохимических процессов при осуществлении разнообразных методов коррозионного мониторинга, возможности, ограничения их применения, интерпретацию данных, быстрое действие различных методов, типы коррозии, которые могут контролироваться; развитие практического опыта пользования полученными знаниями в профессиональной деятельности и повседневной жизни.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Настоящая дисциплина **«Коррозионный мониторинг в научных исследованиях и промышленности»** - модуль основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 05.17.03-«Технология электрохимических процессов и защита от коррозии».

Обучающийся по данной дисциплине должен иметь фундаментальные представления о физической химии и электрохимии, коррозии. Для обучения по данной дисциплине необходимо высшее образование с освоением курсов теоретической электрохимии и защиты от коррозии в объеме для химических специальностей.

3 Требования к результатам освоения дисциплины

3.1. Выпускник, освоивший программу дисциплины, должен обладать следующими универсальными компетенциями:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);

- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).

3.2. Выпускник, освоивший программу дисциплины, должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

- способностью и готовностью к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий (ОПК-1);

- владением культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);

- способностью и готовностью к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований (ОПК-3);

- способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их

- применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической технологии с учетом правил соблюдения авторских прав (ОПК-4);

- способностью и готовностью к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных (ОПК-5);

- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-6).

3.3. Выпускник, освоивший программу дисциплины, должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

- освоение и применение в научной работе основных понятий и законов физической химии и электрохимии и защиты от коррозии, знаний основных методов коррозионного мониторинга (ПК-1);
- формирование как научных, так и технических подходов, необходимых для выбора оптимальных методов коррозионного мониторинга (ПК-2);
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием (ПК-3);
- проведения оценки коррозионной стойкости металлов, сплавов, конструкционных материалов, эффективности многофункциональных покрытий, ингибиторов коррозии, средств временной консервации в лабораторных и производственных условиях; изучение особенностей аналитических, электрохимических, физико-химических, неразрушающих методов коррозионного мониторинга (ПК-4).

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зачётных единиц, 252 академических часа, в том числе:

- третий год обучения общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зачётных единиц, 252 академических часа.

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в з.е.)						Вид итогового контроля
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных				Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.	

1	Подпрограмма «Коррозионный мониторинг в научных исследованиях и промышленности»	7	4	2 - 72	2- 72			3- 108	зачет
Третий год обучения									
2	Подпрограмма «Коррозионный мониторинг в научных исследованиях и промышленности»	7	4	2	2			3	зачет

4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
		Лек.	Лаб.	Пр	КСР	
Третий год обучения						
1.	Основные критерии выбора методов коррозионного мониторинга	12	12			18
2	Теоретические основы методов коррозионного мониторинга и ускоренных испытаний	12	12			18
3	Методы оценки коррозии: Электрохимические методы коррозионного мониторинга	12	12			18
	Аналитические методы коррозионного мониторинга					
	Физические, физико-химические, неразрушающие методы коррозионного мониторинга					
	Методы оценки склонности материалов к локальной коррозии					

4	Применение методов коррозионного мониторинга в научных исследованиях, при проведении ускоренных и стендовых испытаний	12	12			18
5	Методы коррозионного мониторинга многофункциональных защитных покрытий	12	12			18
6	Методы коррозионного мониторинга в промышленности	12	12			18

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1.	Основные критерии выбора методов коррозионного мониторинга	Классификация методов по месту и научным принципам осуществления. Выбор методов на основе учета времени отдельного измерения, типа получаемой информации, связи с оборудованием, применимости к среде, влияния типа коррозии, сложности интерпретации результатов, производственных условий, технологической культуры	Лекции, лабораторные работы
2.	Теоретические основы методов коррозионного мониторинга и ускоренных испытаний	Возможности повышения скорости коррозии при проведении коррозионного мониторинга и ускоренных испытаний. Влияние состава и свойств среды, условий работы материалов, физико-химических свойств материала, выбор показателя коррозии и метода интерпретации результатов в зависимости от типа материала, покрытия, средств защиты, учет контролирующего фактора	Лекции, лабораторные работы

3.	Методы оценки коррозии: Электрохимические методы коррозионного мониторинга	Методы контроля потенциала, вольтамперометрии, линейного поляризационного сопротивления, амперометрии нулевого сопротивления, электрохимического импеданса, шума потенциала и тока	Лекции, лабораторные работы
	Аналитические методы коррозионного мониторинга	Методы гравиметрии, объемные методы, анализа коррозионных сред	
	Физические, физико-химические, неразрушающие методы коррозионного мониторинга	Методы электросопротивления, визуально-оптический, магнито-порошковый, цветной дефектоскопии, термографии, радиографии, вихревых токов, ультразвуковой, контрольных отверстий, акустической эмиссии, радиометрический	
	Методы оценки склонности материалов к локальной коррозии	Определение склонности материалов к питтинговой, межкристаллитной, расслаивающей коррозии, коррозионному растрескиванию	
4.	Применение методов коррозионного мониторинга в научных исследованиях, при проведении ускоренных и стендовых испытаний	Методы количественной оценки скорости коррозии материалов при погружении в жидкие среды, грунты, в камерах влажности, солевого тумана	Лекции, лабораторные работы
5	Методы коррозионного мониторинга многофункциональных защитных покрытий	Методы количественной оценки защитной способности гальванических, химических, конверсионных и металлонаполненных покрытий	Лекции, лабораторные работы
6	Методы коррозионного мониторинга в промышленности	Применение методов поляризационного сопротивления, определения потенциала, амперометрии в коррозионном мониторинге материалов в тепловой и гидроэнергетике; атомной энергетике; нефтегазодобыче; системах ГВС, коммунальном хозяйстве; водооборотных системах, теплоносителях, хладагентах и рабочих телах; на транспорте; в строительстве	Лекции, лабораторные работы

5. Образовательные технологии

1. Активные образовательные технологии: лекции, семинары и практические работы. При работе в малочисленных группах целесообразно использовать диалоговую форму проведения лекционных занятий с использованием элементов практических занятий, постановкой и решением проблемных и ситуационных заданий и т.д.

2. Сопровождение лекций визуальным материалом с использованием мультимедийных презентаций и демонстрационного эксперимента.

3. Участие обучаемых в научной работе и выполнении исследовательских проектов.

4. Использование специального программного обеспечения и интернет-ресурсов для обучения в ходе практических и самостоятельных работ.

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

Виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях), компьютерных классах и в домашних условиях, с доступом к лабораторному оборудованию, приборам, базам данных, к ресурсам Интернет. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим: учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное программное обеспечение).

Форма контроля знаний – зачет в конце курса, включающий теоретические вопросы и задачу.

Контрольные вопросы к зачету

1. Классификация методов коррозионного мониторинга
2. Принципы выбора методов коррозионного мониторинга
3. Возможности повышения скорости коррозии при проведении коррозионного мониторинга и ускоренных испытаний
4. Выбор показателя коррозии в зависимости от типа материала, покрытия, средств противокоррозионной защиты
5. Учет контролирующего фактора при выборе метода ускорения коррозионного процесса
6. Применение методов контроля потенциала и вольтамперометрии в коррозионном мониторинге.

7. Теоретические основы и применение методов линейного поляризационного сопротивления, амперометрии нулевого сопротивления в коррозионном мониторинге
8. Применение методов электрохимического импеданса, шума потенциала и тока в коррозионном мониторинге
9. Особенности применения методов гравиметрии, анализа водорода и кислорода, коррозионных сред в коррозионном мониторинге
10. Применение метода электросопротивления.
11. Методы: визуально-оптический, магнито-порошковый, цветной дефектоскопии, термографии в коррозионном мониторинге.
12. Неразрушающие методы коррозионного мониторинга
13. Методы определения склонности материалов к локальной коррозии питтинговой, межкристаллитной, расслаивающей коррозии, коррозионному
14. Методы количественной оценки скорости коррозии материалов при погружении в жидкие среды, грунты, в камерах влажности, солевого тумана
15. Методы количественной ускоренной оценки защитной способности многофункциональных покрытий
16. Применение методов поляризационного сопротивления, определения потенциала, амперометрии в коррозионном мониторинге конструкционных материалов в промышленности

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Р.А. Кайдриков, С.С.Виноградова Б.Л. Журавлев Кайдриков Р.А. Электрохимические методы оценки коррозионной стойкости многослойных гальванических покрытий: монография — Федер. Агентство по образованию, Казан. гос. технол. ун-т, - Казань: КГТУ, 2010. – 140 с.
2. Синько В.Ф. Комплексная электрохимическая защита от коррозии сооружений и оборудования в грунтах и жидких средах. Монография. – Москва. ВНИИКоррозии. 2008- 310 с.
3. Л.М. Апраксина, В.Я. Сигаев. Коррозия металлов и методы оценки их химической стойкости: учебно-методическое пособие/ГОУВПО Спб ГТУРБ.- Спб, 2008 - 45 с.
4. Phillip A. Schweitzer. FUNDAMENTALS of METALLIC CORROSION. Atmospheric and Media Corrosion of Metals. CORROSION ENGINEERING HANDBOOK (SECOND EDITION), 2007 – 750 p.
5. Ю.А. Стекольников, Н.М. Стекольников. Физико-химические процессы в технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Елец: Издательство Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина, 2008 – 136 с.

6. С.С. Виноградов, Р.А. Кайдриков, Б.Л. Журавлев, Л.Г. Назмиева, В.Э. Ткачева. Коррозионный мониторинг и контроль эффективности защиты металлических конструкций: учебное пособие / Казань, 2007 – 100 с.
7. Н.Г. Ануфриев, А.П. Акользин. Определение электрохимических характеристик вторичных протекторных сплавов на основе алюминия и цинка// Практика противокоррозионной защиты, №4, 2009, с.46-50.
8. Н.Г. Ануфриев, Атеф Эль-Сайед М. Ускоренный метод оценки коррозионности кислотных растворов по отношению к углеродистой стали// Коррозия: материалы, защита, №1, 2010, с.44-48.
9. Н.Г. Ануфриев. Электрохимическая оценка защитной способности конверсионных покрытий на цинке// Коррозия: материалы, защита, № 11, 2010, с.32-37.
10. Н.Г. Ануфриев. Новые возможности применения метода линейного поляризационного сопротивления в коррозионных исследованиях и на практике// Коррозия: материалы, защита, №1, с.36-43, 2012.
11. А.И. Маршаков, Н.А. Петров, Т.А. Ненашева, М.А. Петрунин, В.Э. Игнатенко, А.А. Рыбкин. Мониторинг внешней коррозии подземных стальных трубопроводов. // Коррозия: материалы, защита. 2011, №4, с. 10-15.
12. Физикохимия и методы анализа твердых композиционных материалов. Модуль: «Коррозионный мониторинг в нефтегазовой отрасли»: учебно-методический комплекс / Ю.И. Капустин – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2012. – 60 с.

б) дополнительная литература:

1. Туфанов Д.Г. Коррозионная стойкость нержавеющей сталей и чистых металлов. Справочник.– М.: Металлургия, 1973, 351 с.
2. Кушнаренко В.М., Гринцов А.С., Оболенцев Н.В. Контроль взаимодействия металла с рабочей средой Оренбургского газоконденсатного месторождения.— М.: ВНИИЭгазпром, 1989, с.Обз.информ. Сер.Коррозия и защита сооружений в газовой промышленности, вып. 4. ,43 с.
3. Сорокин В.И., Борискин А.В. Системы контроля коррозионности технологических сред —Заводская лаборатория, 1997г.,N5, с.7-10.
4. Розенфельд И.Л., Жигалова К.А. Ускоренные методы коррозионных испытаний металлов., М., Металлургия., 1966., 348 с.
5. М.Н. Фокин, К. А. Жигалова—Методы коррозионных испытаний. М.: Металлургия, 1986, 80 с.
6. Коррозия. Справ. изд. Под ред. Л.Л.Шрайера. Пер. с англ.—М.: Металлургия, 1981, 632 с.
7. В.С. Новицкий, Л.М.Писчик. Коррозионный контроль технологического оборудования. – Киев, Наукова Думка, 2001г.
8. Р.А. Кайдриков, Б.Л.Журавлев, А.П.Светлаков, С.С.Виноградова. Физические методы в коррозионных исследованиях : учеб. пособие // - Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2003. 56 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Журналы и книги издательства American Chemical Society (ACS)
Журналы и книги издательства American Physical Society (APS)
Журналам и труды конференций электрохимического общества (The Electrochemical Society(ECS))
Архив научных журналов издательства Oxford University Press
Журналы и книги издательства Trans Tech Publications inc.
Журналы и конференции Optical Society of America (OSA)
“Обзорный журнал по химии” на платформе E-library
Мультидисциплинарный журнал естественнонаучного профиля “SCIENCE” издательства American Association for the Advancement of Science (AAAS)
Патентная База данных Questel
Реферативная база данных компании Cambridge Scientific Abstracts в области технологии, материаловедения и нанотехнологий
Реферативная база INSPEC, Institution of Engineering and Technology
Коллекция из 104 журналов Академиздатцентра “Наука”
<u>БД ВИНТИ РАН on-line</u> –крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам
База данных БЕН РАН
EBSCO Publishing и справочная база “DynaMed”
Журналы издательства Institute of Physics (IOP)
Журналы и книги издательства Elsevier
152 журналов издательства Elsevier за 2000-2009 годы на платформе eLIBRARY.RU
Журналы и книги издательства Wiley-Blackwell
Журналы издательства Nature Publishing Group
Журналы и базы данных по основным направлениям развития химических наук The Royal Society of Chemistry (RSC)
Архивы издательства The Royal Society of Chemistry (RSC)
Журналы издательства The Royal Society Publishing
Журналы и книги издательства Springer
Реферативная база данных Inspec, Institution of Engineering and Technology
Ресурсы издательства Taylor&Francis (компания Metapress)
Журналы издательства Sage Publications
Журналы издательства American Institute of Physics

Сайт ИФХЭ им. А. Н. Фрумкина РАН -<http://www.phyche.ac.ru>

Сайт Российского общества гальванотехников и специалистов в области обработки поверхности- <http://www.galvanicrus.ru>

Сайт ВАКОР -<http://www.corrosion.ru>

Сайт Ассоциации КАРТЭК -<http://www.cartec.cnt.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

НОК располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки,

предусмотренных учебным планом, а также эффективное выполнение диссертационной работы:

Аудитория для проведения лекций, оснащенная компьютерами и проектором для показа слайдов компьютерных презентаций, усилителями звука, препаративным столом и системой вентиляции (для показа демонстрационного эксперимента). Все ПК подключены к развитой корпоративной компьютерной сети и к международным и российским научным базам данных и электронной библиотеке с основными международными научными журналами. Для выхода в Internet используются широкий цифровой канал в 100 Мбит/с.

Практические занятия проводятся в научных лабораториях, оснащенных всем необходимым лабораторным оборудованием и реактивами, приборным и химическим обеспечением учебного процесса по ознакомлению с многофункциональными защитными покрытиями на металлах и сплавах и методам их контроля: рН-метры, потенциостаты-гальваностаты, коррозиметры, профолограф, металлографический и электронный микроскопы, установки для проведения коррозионных испытаний (камеры, проточные ячейки и т.д.), термостаты, стеклянная и фарфоровая химическая посуда, химические реактивы и др..

Программа подготовлена в соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 883 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология (уровень подготовки кадров высшей квалификации)».

Автор:

ведущий научный сотрудник лаборатории высокотемпературных коррозионных испытаний в водных средах, к.х.н. Ануфриев Н.Г.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании секции «Химическое сопротивление материалов, защита металлов и других материалов от коррозии и окисления при Ученом совете Института протокол № ____ от _____ .

Председатель секции – заместитель директора института по научной работе, заведующий лабораторией физико-химических основ ингибирования коррозии металлов д.х.н., профессор Кузнецов Ю.И.