



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

**Рабочая программа дисциплины**

**Многофункциональные защитные покрытия на металлах и сплавах**

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: Формирование знаний о типах, характеристиках, назначении, механизмах защитного действия, физико-химических и других свойствах, методах нанесения и применении многофункциональных покрытий на металлах и сплавах: высокотемпературных газофазных металлических, керамических, композиционных, аморфных покрытий, защитных полимерных покрытий, а также гальванических, химических, конверсионных и металлонаполненных покрытий и методов их контроля, умений и навыков экспериментальной работы с учетом современных тенденций развития химической науки, что обеспечивает решение аспирантом задач будущей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины: Формирование у аспирантов междисциплинарных знаний, позволяющих понять закономерности протекающих химических, физико-химических, электрохимических процессов при образовании многофункциональных покрытий на металлах и сплавах, а также взаимодействии покрытий с коррозионными средами; освоение методов изучения механизмов защитного действия многофункциональных покрытий, методов исследований эффективности многофункциональных покрытий на металлах и сплавах.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Настоящая дисциплина «Многофункциональные защитные покрытия на металлах и сплавах» - 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, материаловедения. Для обучения по данной дисциплине необходимо высшее образование с освоением курса технологии электрохимических процессов 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, материаловедения и защиты от коррозии, знаний основных физико-химических и физико-механических свойств металлов, сплавов, полимеров (ПК-1);
- формирование как научных, так и технических подходов, необходимых для выбора систем разнообразных защитных покрытий (ПК-2);
- умение разработать оптимальные варианты защиты металлов и сплавов с помощью многофункциональных защитных покрытий (ПК-3).

#### 4. Структура и содержание дисциплины

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

- второй 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	«Многофункциональные защитные покрытия на металлах и сплавах»	7	6	3 - 108	3 - 108			1 - 36	зачет
Второй год обучения									

2	«Многофункциональные защитные покрытия на металлах и сплавах»	7	6	3	3			1	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	
1.1	Подпрограмма «Газофазные покрытия»	36	36			12
1.2	Подпрограмма «Защитные полимерные покрытия»	36	36			12
1.3	Подпрограмма «Гальванические, химические, конверсионные и металлонаполненные покрытия и методы их контроля»	36	36			12
Второй год обучения						
1.1	Подпрограмма «Газофазные покрытия»	36	36			12
1.2	Подпрограмма «Защитные полимерные покрытия»	36	36			12
1.3	Подпрограмма «Гальванические, химические, конверсионные и металлонаполненные покрытия и методы их контроля»	36	36			12

### 4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
<b>1.1</b>	<b>Подпрограмма «Газофазные покрытия»</b>		
Второй год обучения			
1.1.1	Общая характеристика высокотемпературных покрытий и основные методы их получения	Общая характеристика металлических, керамических, композиционных и аморфных покрытий и методов их получения. Физическое осаждение из газовой фазы (испарение, распыление, ионное осаждение и ионная имплантация). Химическое осаждение из газовой фазы (аппаратура, типы реакторов CVD, основы технологии CVD, применение плазмы и лазеров в технологии CVD). Диффузионное насыщение. Шликерный метод. Золь-гель технология. Лазерная технология. Газотермическое напыление покрытий. Детонационное и высокоскоростное напыление. Наплавка и диффузионная сварка. Электродуговое и электроискровое нанесение покрытий.	Лекции, лабораторные работы
1.1.2	Физико-химические принципы осаждения покрытий из газовой фазы	Термодинамика газофазных процессов. Диффузионная и химическая кинетика. Процессы переноса в газовой смеси. Неконвективная диффузия, уравнение Стефана-Максвелла. Вынужденная и естественная конвекция. Механизмы гомогенной и гетерогенной нуклеации. Модели Фольмера, Коссея, Странского-Каишева. Принцип ориентационного соответствия Данкова. Теории роста пленок. Динамика элементарных процессов на поверхности. Теория переходного состояния. Статические свойства адсорбированных слоев. Теория скоростей элементарных физико-химических процессов на поверхности (мономолекулярная адсорбция и десорбция, диссоциативная адсорбция, механизм Или-Ридила, механизм Лэнгмюра-Хиншельвуда). Поверхностная диффузия.	Лекции, лабораторные работы
1.1.3	Физико-химические и механические свойства PVD и CVD покрытий	Особенности структуры газофазных покрытий. Текстура зарождения и роста слоев. Методы определения внутренних напряжений и адгезии в PVD и CVD покрытиях. Возможности формирования и свойства наноструктур. Метод непрерывного идентифицирования, как	Лекции, лабораторные работы

		<p>инструмент определения физико-механических свойств пленок и покрытий (модуль Юнга, контактная твердость, адгезия, внутренние напряжения). Время-зависимые свойства пленок (ползучесть, квазиупругое последствие, контактная усталость). Механизмы деформации.</p> <p>Особенности химических свойств PVD и CVD пленок. Химические механизмы деградации. Окисление и высокотемпературная коррозия. Механизмы эрозии и кавитации. Области применения PVD и CVD процессов.</p>	
<b>1.2</b>	<b>Подпрограмма «Защитные полимерные покрытия»</b>		
1.2.1	Общая характеристика защитных полимерных покрытий	<p>Общая характеристика полимеров, используемых для получения противокоррозионных защитных покрытий. Особенности физико-химических свойств и структуры противокоррозионных полимеров. Основные методы получения покрытий. Лакокрасочные покрытия. Порошковые покрытия. Мастичные покрытия. Листовые покрытия и гуммировки</p>	Лекции, лабораторные работы
1.2.2	Механизмы защитного действия и цели применения покрытий	<p>Базовые физико-химические процессы, определяющие эффективность защитного действия покрытий. Массоперенос в полимерных материалах. Пористость и возможность фазового переноса. Диффузионный перенос. Сорбция агрессивных компонентов и набухание покрытия. Возможность реализации селективного переноса. Физико-механическая устойчивость покрытий. Внутренние напряжения в покрытиях. Устойчивость при внешних воздействиях. Роль адгезионного взаимодействия в механической устойчивости покрытий. Процессы деградации покрытий и развития коррозионных поражений</p>	Лекции, лабораторные работы
1.2.3	Структура, свойства и современные тенденции при создании современных защитных покрытий	<p>Основные функциональные зоны покрытий. Многослойные покрытия как основа создания высокоэффективных покрытий. Использование эффекта многослойности для снижения проницаемости покрытий. Механическая устойчивость композиционных покрытий.</p>	Лекции, лабораторные работы

		Обеспечение устойчивости адгезионного соединения. Основные типы и примеры практического применения защитных полимерных покрытий. Новые направления совершенствования полимерных покрытий для агрессивных сред.	
<b>1.3</b>	<b>Подпрограмма «Гальванические, химические, конверсионные и металлонаполненные покрытия и методы их контроля»</b>		
1.3.1	Общие закономерности и особенности процессов электрохимического нанесения металлических покрытий	Механизмы защитного действия гальванических покрытий. Применение гальванических металлических покрытий. Методы подготовки поверхностей перед нанесением гальванических покрытий, требования к качеству поверхности основы. Зависимость физико-механических свойств и качества покрытий от состава электролитов, условий электролиза, рассеивающей и кроющей способности электролитов. Процессы электрохимического нанесения цинка, кадмия, никеля, хрома, меди, олова, драгметаллов и их сплавов, многослойные и композиционные покрытия, селективное нанесение гальванических покрытий.	Лекции, лабораторные работы
1.3.2	Функциональные свойства, получение и применение конверсионных покрытий на металлах и сплавах: оксидных, хроматных, фосфатных, бесхроматных и др.	Механизмы защитного действия конверсионных покрытий на черных и цветных металлах, сплавах, металлических покрытиях. Методы, составы растворов для получения конверсионных покрытий. Зависимость физико-химических и защитных свойств конверсионных покрытий от условий получения, состава конвертирующих растворов, состояния поверхности, химического состава подложек. Применение конверсионных покрытий для защиты от коррозии, декоративной обработки, перед окраской ЛКП.	Лекции, лабораторные работы
1.3.3	Особенности процессов химической металлизации диэлектриков. Металлонаполненные протекторные покрытия, применение, свойства.	Виды химических покрытий. Процессы предварительной подготовки поверхности металлических, полимерных и неорганических материалов перед металлизацией. Физико-химические закономерности процессов химического меднения, никелирования, кобальтирования, осаждения покрытий драгоценными металлами. Преимущества и недостатки химических покрытий. Области их применения, неполадки процессов	Лекции, лабораторные работы

		<p>химической металлизации. Основные этапы гальванопластического производства, применение гальванопластики: производство печатных плат, ювелирных изделий, CD- и DVD-дисков.</p> <p>Назначение и особенности применения металлонаполненных протекторных покрытий. Механизмы защитного действия цинк-наполненных и других покрытий на основе органических (эпоксидных, поливинилхлоридных, этилсиликатных и др.) и неорганических связующих (силикатных, фосфатных). Составы, методы нанесения и применения цинк-наполненных покрытий, методы оценки их функциональных свойств.</p>	
--	--	--	--

## 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 3 задачи.

## **Контрольные вопросы к зачету**

### **Подпрограмма «Газофазные покрытия»**

1. Общая характеристика металлических, керамических, композиционных и аморфных высокотемпературных покрытий и методов их получения.
2. Физическое осаждение из газовой фазы осаждение из газовой фазы (аппаратура, типы реакторов, основы технологии).
3. Химическое осаждение из газовой фазы осаждение из газовой фазы (аппаратура, типы реакторов, основы технологии).
4. Термодинамика газофазных процессов. Диффузионная и химическая кинетика. Процессы переноса в газовой смеси.
5. Неконвективная диффузия, уравнение Стефана-Максвелла. Вынужденная и естественная конвекция. Механизмы гомогенной и гетерогенной нуклеации. Модели Фольмера, Косселя, Странского-Каишева. Принцип ориентационного соответствия Данкова.
6. Теории роста пленок. Динамика элементарных процессов на поверхности. Теория переходного состояния. Статические свойства адсорбированных слоев.
7. Теория скоростей элементарных физико-химических процессов на поверхности (мономолекулярная адсорбция и десорбция, диссоциативная адсорбция, механизм Или-Ридила, механизм Лэнгмюра-Хиншельвуда). Поверхностная диффузия.
8. Особенности структуры газофазных покрытий. Текстура зарождения и роста слоев. Методы определения внутренних напряжений и адгезии в PVD и CVD покрытиях.
9. Возможности формирования и свойства наноструктур. Метод непрерывного идентифицирования,. Время-зависимые свойства пленок (ползучесть, квазиупругое последствие, контактная усталость). Механизмы деформации.
10. Особенности химических свойств PVD и CVD пленок. Химические механизмы деградации. Окисление и высокотемпературная коррозия.
11. Механизмы эрозии и кавитации PVD и CVD пленок .Области применения PVD и CVD процессов.

### **Подпрограмма «Защитные полимерные покрытия»**

12. Общая характеристика полимеров, используемых для получения противокоррозионных защитных покрытий.
13. Особенности физико-химических свойств и структуры противокоррозионных полимеров. Основные методы получения покрытий.

14. Лакокрасочные покрытия. Порошковые покрытия. Мастичные покрытия. Листовые покрытия и гуммировки.
15. Базовые физико-химические процессы, определяющие эффективность защитного действия покрытий.
16. Массоперенос в полимерных материалах. Пористость и возможность фазового переноса. Диффузионный перенос. Сорбция агрессивных компонентов и набухание покрытия.
17. Возможность реализации селективного переноса в полимерных материалах.
18. Физико-механическая устойчивость покрытий. Внутренние напряжения в покрытиях.
19. Устойчивость полимерных покрытий при внешних воздействиях. Роль адгезионного взаимодействия в механической устойчивости покрытий.
20. Процессы деградации покрытий и развития коррозионных поражений

**Подпрограмма «Гальванические, химические, конверсионные и металлонаполненные покрытия и методы их контроля»**

20. Механизмы защитного действия гальванических покрытий.
21. Применение гальванических металлических покрытий. Методы подготовки поверхностей перед нанесением гальванических покрытий, требования к качеству поверхности основы.
22. Зависимость физико-механических свойств и качества покрытий от состава электролитов, условий электролиза, рассеивающей и кроющей способности электролитов.
23. Процессы электрохимического нанесения цинка, кадмия, никеля, хрома, меди, олова, драгметаллов и их сплавов,
24. Многослойные и композиционные покрытия, селективное нанесение гальванических покрытий.
25. Механизмы защитного действия конверсионных покрытий на черных и цветных металлах, сплавах, металлических покрытиях.
26. Методы, составы растворов для получения конверсионных покрытий.
27. Зависимость физико-химических и защитных свойств конверсионных покрытий от условий получения, состава конвертирующих растворов, состояния поверхности, химического состава подложек.
28. Применение конверсионных покрытий для защиты от коррозии, декоративной обработки, перед окраской ЛКП.
29. Виды химических покрытий. Процессы предварительной подготовки поверхности металлических, полимерных и неорганических материалов перед металлизацией.

30. Физико-химические закономерности процессов химического меднения, никелирования, кобальтирования, осаждения покрытий драгоценными металлами.
31. Преимущества и недостатки химических покрытий. Области их применения, неполадки процессов химической металлизации.
32. Основные этапы гальванопластического производства, применение гальванопластики: производство печатных плат, ювелирных изделий, CD- и DVD-дисков.
33. Назначение и особенности применения металлонаполненных протекторных покрытий.
34. Механизмы защитного действия цинк-наполненных и других покрытий на основе органических (эпоксидных, поливинилхлоридных, этилсиликатных и др.) и неорганических связующих (силикатных, фосфатных).
35. Составы, методы нанесения и применения цинк-наполненных покрытий, методы оценки их функциональных свойств.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Подпрограмма «Газофазные покрытия»**

#### а) основная литература:

1. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Издательский центр «Академия». 2005. 192 с.
2. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учебное пособие. М.: БИНОМ. 2008. 305 с.
3. Ю.В. Лахоткин, В.В. Душик, Н.В. Рожанский, В.П. Кузьмин. Газофазный химический синтез наноструктурированных осотвердых карбидовольфрамных покрытий. Российский химический журнал. 2014.Т. LVII. № 6. С. 94-106.
4. Душик В.В., Ракоч А.Г., Лахоткин Ю.В., Гладкова А.А. Химическое газофазное осаждение защитных покрытий. Учебно-методическое пособие. М.: МИСИС. 2013. 78 с.
5. К. Ф. Сергейчев, В. В. Душик, В. А. Иванов, В. Г. Лаптева, Ю. В. Лахоткин, Н. А. Лукина, М. А. Борисенко, Л. В. Поддубная. Газофазный плазмохимический синтез поликристаллического алмазного покрытия рабочей поверхности твердосплавных режущих инструментов в плазме

факельного СВЧ-разряда (обзор). Успехи прикладной физики. 2014. Т. 2. № 5. С. 453-475.

б) дополнительная литература:

1. Физико-химические основы. Фторидный процесс получения вольфрама. Свойства металла. – М.: 1981. – 261 с.
2. Осаждение из газовой фазы. Под ред. К Пауэлла, Дж. Оксли и Дж. Блочера мл. Пер. с англ. Атомиздат, 1970 472 с.
3. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. М. Мир. 1973. 280С.
4. Жданов В.П. Элементарные физико-химические процессы на поверхности. Новосибирск. Наука, 1988. 319 с.
5. Лахоткин Ю.В., Красовский А.И. Вольфрам-рениевые покрытия. М.: Наука, 1989. 158 с.
6. Королев Ю.М., Столяров В.И. Восстановление фторидов тугоплавких металлов водородом. – М.: Metallurgy, 1985. – 158 с.
7. Головин Ю.И. Наноиндентирование и его возможности. – М.: Машиностроение, 2009. – 312 с.
8. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика М. Химия. 1975. 584С.
9. Кудинов В.В., Иванов В.М. Нанесение плазмой тугоплавких покрытий. М.: Машиностроение, 1981. 192 с.
10. Фокин М.Н., Емельянов Ю.В. Защитные покрытия в химической промышленности. М.: Химия. 1981. 304 С.
11. Коррозионная стойкость оборудования химических производств. Способы защиты от коррозии. Справ. Изд./Под. ред. Стокана Б.В., Сухотина А.М. Л.: Химия. 1987. 280 С.
12. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М.: Наука, 1987. 502 с.
13. Хокинг М., Васантасри В., Сидки П. Металлические и керамические покрытия: Получение , свойства и применение: Пер. с англ. М.: Мир, 2000. 518 с.

## **7.2. Подпрограмма «Защитные полимерные покрытия»**

а) основная литература:

1. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий: Учебник для вузов.-3-е изд., перераб.- Спб:ХИМИЗДАТ, 2008.- 448 с., ил.

б) дополнительная литература:

1. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. М. Мир. 1973. 280С.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Химия. 1978. 544 С.
3. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика М. Химия. 1975. 584С.
4. Заиков Г.Е., Иорданский А.Л., Маркин В.С. Диффузия электролитов в полимерах . М. Химия. 1984. 240 С.
5. Чалых А.Е. Диффузия в полимерных системах. М. Химия. 1987. 312С.
6. Николаев Н.И. Диффузия в мембранах. М. Химия. 1980. 232С.
7. Алифанов О.М. Обратные задачи теплообмена. М., 1988, С. 280
8. Муров В.А., Шевченко А.А. Прогнозирование работоспособности полимерных материалов и покрытий в агрессивных средах. В кн. Итоги науки и техники. Коррозия и защита от коррозии. 1985. Т.2. С.103-173.
9. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий. Л.: Химия. 1981. 352 С.
10. Карякина М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий . М.: Химия. 1988. С.117-127.
11. Манин В.Н., Громов А.Н. Физико- химическая стойкость полимерных материалов в условиях эксплуатации. Л: Химия. 1980. 248 С.
12. Мулин Ю.А., Паншин Ю.А., Бугоркова Н.А., Явзина И.Е. Защитные покрытия и футеровки на основе фторопластов. Л. Химия.1984. С.18.
13. Фокин М.Н., Емельянов Ю.В. Защитные покрытия в химической промышленности. М.: Химия. 1981. 304 С.
14. Коррозионная стойкость оборудования химических производств. Способы защиты от коррозии. Справ. Изд./Под. ред. Стокана Б.В., Сухотина А.М. Л.: Химия. 1987. 280 С.
15. Лабутин А.Л. Антикоррозионные и герметизирующие материалы на основе синтетических каучуков. Л.: Химия. 1982. 214 С.
16. Кочнев А.М., Заикин А.Е., Галибеев С.С., Архиреев В.П. Физикохимия полимеров,- Казань: Изд-во "Фэн", 2003. -512 с.

### **7.3. Подпрограмма «Гальванические, химические, конверсионные и металлонаполненные покрытия и методы их контроля**

#### а) основная литература:

1. Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А., Тимонов А.М. «Теоретическая электрохимия». – М.: Студент, 2013. – 494 с.
2. Кайдриков Р.А., Журавлев Б.Л. «Методы, алгоритмы и примеры коррозионных расчетов», учебное пособие. Казань: КГТУ.2006. – 208 с.
3. Андреев И.Н. Лекционный курс «Введение в электрохимические технологии». – Казань: КГТУ, 2006. – 78 с.

4. Солодкова Л.Н., Кудрявцев В.Н. «Электролитическое хромирование» М.: Глобус, 2007. – 191 с.
5. Виноградов С.С. «Промывные операции в гальваническом производстве» /Под редакцией проф. В.Н. Кудрявцева. – М.: Глобус, 2007. – 157с.
6. Окулов В.В. «Цинкование. Техника и технология». – М.: Глобус, 2008. – 252 с.
7. Григорян Н.С., Акимова Е.Ф., Ваграмян Т.А. «Фосфатирование». – М.: Глобус, 2008. – 144 с.
8. Федосова Н.Л. и др. «Антикоррозионная защита металлов». – Иваново, 2009. – 187 с.
9. Сборник практических материалов для работников гальванических цехов. – М.: Глобус, 2012. – 400 с.

б) дополнительная литература:

1. Горбунова К.М., Никифорова А.А. «Физико-химические основы процесса химического никелирования». – М.: Изд. АН СССР, 1960.
2. Справочное руководство по гальванотехнике. Перевод с немецкого. – М.: Машиностроение, 1969: Часть 1. – 418 с.; Часть 3. – 424 с.
3. Вячеславов П.М., Грилихес С.Я., Буркат Г.К., Круглова Е.Г. «Гальванотехника благородных и редких металлов». – Л.: Машиностроение, 1970. – 248 с.
4. «Прикладная электрохимия» (учебник). Под ред. Н.Т. Кудрявцева. Изд. 2-е. М.: Химия, 1975. – 551 с.
5. Ильин В.А. «Металлизация диэлектриков». Под ред. Вячеславова П.М. – Л.: Машиностроение, 1977. – 80 с.
6. Мельников П.С. Справочник по гальванопокрытиям в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1979. – 296 с.
7. Кудрявцев Н.Т. «Электролитические покрытия металлами» (учебное пособие). – М.: Химия, 1979. – 351 с.
8. Орлов В.А. Цинк-силикатные покрытия. М., Машиностроение, 1984 – 108 с.
9. Садаков Г.А. «Гальванопластика» М.:Машиностроение, 1987. – 284 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

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”
БД ВИНТИ РАН on-line – 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, профилограф, 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)».

Авторы:

Заведующий лабораторией гетерогенного синтеза тугоплавких соединений, д.х.н. Лахоткин Ю.В.

Заведующий лабораторией защиты от коррозии металлов и сплавов в сильноагрессивных средах, д.т.н. Головин В.А.

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.