



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

**ПРИНЯТО**

Ученым советом ИФХЭ РАН  
Протокол № 6 от 22.09.2011 г.

Председатель Ученого совета

академик \_\_\_\_\_ А.Ю. Цивадзе

**Рабочая программа дисциплины**

**Многофункциональные защитные покрытия на металлах и сплавах**

Специальность 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и  
защита от коррозии

Москва

2011 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**

Данная дисциплина относится к группе специальных дисциплин отрасли науки «Технические науки» и научной специальности 05.17.03 – «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» (Приказ Министерства образования и науки РФ от 25 февраля 2009 г. N 59 "Об утверждении Номенклатуры специальностей научных работников"). Настоящая обязательная дисциплина «Многофункциональные защитные покрытия на металлах и сплавах» - модуль основной образовательной программы послевузовского профессионального образования (ООП ППО) 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**

В рамках данной дисциплины углубляются следующие компетенции:

а) научно-организационные компетенции: умение использовать теоретические основы при решении прикладных задач; на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владеть навыками самостоятельной работы в сфере проведения научных исследований;

б) профессиональные компетенции : 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; формирование как научных, так и технических подходов, необходимых для выбора систем разнообразных защитных покрытий ; умение разработать оптимальные варианты защиты металлов и сплавов с помощью многофункциональных защитных покрытий .

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

Включает 3 подпрограммы по 108 ч.

##### 4.1 Структура дисциплины

№ п/ п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР		
1	«Многофункциональные защитные покрытия на металлах и сплавах»	324	240	60	180			84	зачет
1.1	Подпрограмма «Газофазные покрытия»	108	80	20	60			28	
1.2	Подпрограмма «Защитные полимерные покрытия»	108	80	20	60			28	

1.3	Подпрограмма «Гальванические, химические, конверсионные и металлонаполненные покрытия и методы их контроля»	108	80	20	60			28	
-----	---	-----	----	----	----	--	--	----	--

## 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»	20	60			28
1.2	Подпрограмма «Защитные полимерные покрытия»	20	60			28
1.3	Подпрограмма «Гальванические, химические, конверсионные и металлонаполненные покрытия и методы их контроля»	20	60			28

### 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>		
1.1.1	Общая характеристика высокотемпературных покрытий и основные методы их	Общая характеристика металлических, керамических, композиционных и аморфных покрытий и методов их получения. Физическое осаждение из газовой фазы (испарение, распыление,	Лекции, семинары

	получения	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.	
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, Косселя, 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, семинары
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 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. Особенности химических свойств PVD и CVD пленок. Химические механизмы деградации. Окисление и высокотемпературная коррозия.	Лекции, семинары

		Механизмы эрозии и кавитации. Области применения PVD и CVD процессов.	
<b>1.2</b>	<b>Подпрограмма «Защитные полимерные покрытия»</b>		
1.2.1	Общая характеристика защитных полимерных покрытий	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	Лекции, семинары
1.2.2	Механизмы защитного действия и цели применения покрытий	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	Лекции, семинары
1.2.3	Структура, свойства и современные тенденции при создании современных защитных покрытий	Основные функциональные зоны покрытий. Многослойные покрытия как основа создания высокоэффективных покрытий. Использование эффекта многослойности для снижения проницаемости покрытий. Механическая устойчивость композиционных покрытий. Обеспечение устойчивости адгезионного соединения. Основные типы и примеры практического применения защитных полимерных покрытий. Новые направления совершенствования полимерных покрытий для агрессивных сред.	Лекции, семинары
<b>1.3</b>	<b>Подпрограмма «Гальванические, химические, конверсионные и металлонаполненные покрытия и методы их контроля»</b>		
1.3.1	Общие закономерности и	Механизмы защитного действия гальванических покрытий. Применение	Лекции, семинары

	особенности процессов электрохимического нанесения металлических покрытий	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.	
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, семинары
1.3.3	Особенности процессов химической металлизации диэлектриков	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 химической металлизации. Основные этапы гальванопластического производства, применение гальванопластики: производство печатных плат, ювелирных изделий, CD- и DVD-дисков.	Лекции, семинары
1.3.4	Металлонаполненные протекторные покрытия, применение, свойства.	Назначение и особенности применения металлонаполненных протекторных покрытий. Механизмы защитного действия цинк-наполненных и других покрытий на основе органических (эпоксидных, поливинилхлоридных, этилсиликатных и	Лекции, семинары

		др.) и неорганических связующих (силикатных, фосфатных). Составы, методы нанесения и применения цинк-наполненных покрытий, методы оценки их функциональных свойств.	
--	--	---	--

## **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. Масличные 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. Хокинг М., Васантасри В., Сидки П. Металлические и керамические покрытия: Получение, свойства и применение: Пер. с англ. М.: Мир, 2000. 518 с.

2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Издательский центр «Академия». 2005. 192 с.

3. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учебное пособие. М.: БИНОМ. 2008. 305 с.

#### б) дополнительная литература:

4. Физико-химические основы. Фторидный процесс получения вольфрама. Свойства металла. – М.: 1981. – 261 с.

5. Осаждение из газовой фазы. Под ред. К Пауэлла, Дж. Оксли и Дж. Блочера мл. Пер. с англ. Атомиздат, 1970 472 с.

6. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. М. Мир. 1973. 280С.

7. Жданов В.П. Элементарные физико-химические процессы на поверхности. Новосибирск. Наука, 1988. 319 с.

8. Лахоткин Ю.В., Красовский А.И. Вольфрам-рениевые покрытия. М.: Наука, 1989. 158 с.

9. Королев Ю.М., Столяров В.И. Восстановление фторидов тугоплавких металлов водородом. – М.: Metallurgy, 1985. – 158 с.

10. Головин Ю.И. Наноиндентирование и его возможности. – М.: Машиностроение, 2009. – 312 с.

11. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика М. Химия. 1975. 584С.

12. Кудинов В.В., Иванов В.М. Нанесение плазмой тугоплавких покрытий. М.: Машиностроение, 1981. 192 с.
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. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М.: Наука, 1987. 502 с.
- 16.

## **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.
3. Кочнев А.М., Заикин А.Е., Галибеев С.С., Архиреев В.П. Физикохимия полимеров,- Казань: Изд-во "Фэн", 2003. -512 с.

### 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.

### **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. Вячеслава 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:

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 составлена в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России от 16.03.2011 № 1365 «Федеральные государственные требования к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура)».

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 № 71 от 13.09.2011.

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