

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 25.04.2024 17:06:33  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2558d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель КСН  
*И.М. Ковенский*  
«*30*» *08* 2021 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Электрохимические методы получения наноматериалов

направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

направленность (профиль) Наноматериалы

форма обучения: очная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30.08.2021г. и требованиями ОПОП по направлению подготовки 28.03.03. Наноматериалы, направленность (профиль) Наноматериалы к результатам освоения дисциплины Электрохимические методы получения наноматериалов

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Общей и физической химии

Протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

И. о. заведующего кафедрой  Н.М. Хлынова

СОГЛАСОВАНО:

И. о. заведующего выпускающей кафедрой  Н. М. Хлынова

«30» августа 2021 г.

Рабочую программу разработал:

Т.Е. Иванова, доцент кафедры ОФХ, к.х.н., доцент



## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Цель дисциплины: получение студентами знаний, умений и навыков по основным вопросам электрохимических методов получения наноматериалов.

Задачи дисциплины:

1. знать основные законы и соотношения по теории и практике электрохимических методов получения наноматериалов;
2. уметь применять основные электрохимические методы к решению прикладных задач, а также освоить определенный комплекс знаний, необходимый для успешного изучения последующих дисциплин;
3. иметь представление о проведении электрохимических экспериментов и соответствующих расчетов;
4. способствовать формированию прогрессивного материалистического мировоззрения, развитию интеллекта, инженерной эрудиции и компетенций, в соответствии с общими целями ОПОП и квалификационными характеристиками выпускника направления подготовки 28.03.03 - Наноматериалы.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

- знание основ высшей математики, физики и химии,
- умение использовать компьютерные технологии для решения задач обработки информации;
- владение навыками изучения теоретического материала естественно-научной направленности, способностью освоить современные инструментальные физико-химические методы анализа и исследования процессов и материалов.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин Б.1.О.12 – Физика, Б.1.О.20 – Общая химия, Б.1.О.21 – Неорганическая химия, Б.1.О.22 – Органическая химия, Б.1.О.25 – Физическая химия и служит основой для освоения дисциплин Б1.В.17 – Физико-химические методы анализа наноматериалов, Б1.В.18 – Процессы и оборудование производства наноматериалов.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) <sup>1</sup>	Код и наименование результата обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	Знать 31 основные электрохимические методы получения наноматериалов
		Уметь У1 принимать обоснованные решения при выборе оптимальных условий проведения электрохимического эксперимента
		Владеть В1 способностью выбирать эффективные технические средства и технологии на основе знаний и методов электрохимического эксперимента
	УК-1.3. Использует методики системного подхода при решении поставленных задач	Знать: 32 основные принципы выбора электрохимического метода и планирования электрохимического эксперимента при решении поставленных задач
		Уметь: У2 применять полученные знания для решения практических задач, находить и анализировать необходимую информацию.
		Владеть: В2 основами практической реализации полученных знаний и их дальнейшего совершенствования для решения задач профессиональной направленности.
ПКС-1. Прогнозировать влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов	ПКС-1.2. Прогнозирует структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размернозависимых эффектах	Знать: 33 факторы, определяющие условия получения наноразмерных электрохимических покрытий с заданными функциональными свойствами
		Уметь: У3 прогнозировать влияние поверхностных свойств и свойств дисперсных систем на физические и химические свойства материалов и учитывать этот вклад в технологии изготовления наноматериалов
		Владеть: В3 электрохимическими методами получения наноматериалов с заданными функциональными, физическими и химическими свойствами
ПКС-2. Выбирать основные типы наноматериалов и наносистем	ПКС-2.1. Управляет структурой и свойствами металлических и	Знать: 34 принципы подбора условий электрохимического

<sup>1</sup> В соответствии с ОПОП ВО.

различной природы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	неметаллических материалов путем выбора оптимальных условий эксплуатации	процесса для получения наноматериалов заданной структуры и свойств
		Уметь: У4 управлять структурой и свойствами металлических материалов путем выбора оптимального режима электролиза
		Владеть: В4 методами подбора техники электрохимического эксперимента для получения наносистем с учетом требований их эксплуатации

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Контроль	Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
Очная	4/7	16	-	30	36	62	Экзамен

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины

##### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Контроль	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства <sup>2</sup>
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.					
1	1	Введение. Области применения электрохимических процессов получения наноматериалов. Общие сведения о гальванических покрытиях. Гальванотехника.	2	-	4	7	6	13	УК-1.2, УК-1.3, ПКС-1.2, ПКС-2.1	Собеседование, опрос
2	2	Электрохимические основы процессов нанесения покрытий. Теория электрохимического перенапряжения. Стадии электрохимических процессов в гальванотехнике. Условия проведения электроосаждения	2	-	6	9	6	17	УК-1.2, УК-1.3, ПКС-1.2, ПКС-2.1	Опрос, задание, отчет

3	3	Выбор материалов и процессов. Выбор технологии осаждения. Подготовка поверхности основы перед нанесением покрытия	2	-	4	4	6	10	УК-1.2, УК-1.3, ПКС-1.2, ПКС-2.1	Опрос, отчет
4	4	Нестационарные электрические режимы осаждения металлов. Композиционно-модулированные гальванопокрытия	2	-	4	8	6	14	УК-1.2, УК-1.3, ПКС-1.2, ПКС-2.1	Опрос, отчет
5	5	Особенности электроосаждения сплавов. Композиционные гальванические покрытия	2	-	6	10	6	18	УК-1.2, УК-1.3, ПКС-1.2, ПКС-2.1	Опрос, задание
6	6	Технология нанесения покрытий металлами и сплавами. Влияние условий электроосаждения на структуру и свойства наноматериалов.	6	-	6	12	6	24	УК-1.2, УК-1.3, ПКС-1.2, ПКС-2.1	Опрос, задание, отчет
7	Курсовая работа/проект		-	-	-	12		12	ПКС-1,2	отчет
Итого:			16	-	30	62	36	144		

## 5.2. Содержание дисциплины.

### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «Введение. Области применения электрохимических процессов получения наноматериалов. Общие сведения о гальванических покрытиях. Гальванотехника». Классификации и области применения гальванических покрытий.

Раздел 2. «Электрохимические основы процессов нанесения покрытий. Теория электрохимического перенапряжения. Стадии электрохимических процессов в гальванотехнике. Условия проведения электроосаждения». Плотность тока, выход по току, электродный потенциал и перенапряжение. Диффузионное, концентрационное перенапряжение. Перенапряжение переноса заряда. Омическое падение напряжения на катоде. Поляризуемость (поляризационное сопротивление). Температурные условия и состав растворов. Распределение тока по поверхности электрода. Рассеивающая способность электролита. Способы улучшения равномерности распределения металла на катоде. Микрораспределение тока и эволюция микропрофиля при электроосаждении. Блестящие гальванопокрытия.

Раздел 3. «Выбор материалов и процессов. Выбор технологии осаждения. Подготовка поверхности основы перед нанесением покрытия». Обезжиривание, травление, дополнительная подготовка поверхности. Электрические условия проведения процессов осаждения. Утилизация отходов электрохимического производства. Гальванический цех.

Раздел 4. «Нестационарные электрические режимы осаждения металлов. Композиционно-модулированные гальванопокрытия». Виды нестационарных токов. Средняя и допустимая плотности тока. Размер зерен осадков. Распределение тока и металла при нестационарном электролизе. Получение композиционно-модулированных гальванопокрытий.

Раздел 5. «Особенности электроосаждения сплавов. Композиционные гальванические покрытия». Парциальные поляризационные кривые. Условия сплавообразования при электроосаждении. Особенности электроосаждения из комплексных электролитов и в

присутствии ПАВ. Композиционные гальванические покрытия. Различные способы нанесения покрытий.

Раздел 6. «Технология нанесения покрытий металлами и сплавами. Влияние условий электроосаждения на структуру и свойства наноматериалов». Защитные и защитно-декоративные покрытия. Гальванические покрытия, применяемые для увеличения прочности деталей. Покрытия драгоценными металлами. Послеэлектролизные процессы и термическая обработка. Контроль качества покрытий.

### 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

#### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Введение. Области применения электрохимических процессов получения наноматериалов. Общие сведения о гальванических покрытиях. Гальванотехника.
2	2	2	-	-	Электрохимические основы процессов нанесения покрытий. Стадии электрохимических процессов в гальванотехнике. Условия проведения электроосаждения
3	3	2	-	-	Выбор материалов и процессов. Выбор технологии осаждения. Подготовка поверхности основы перед нанесением покрытия
4	4	2	-	-	Нестационарные электрические режимы осаждения металлов. Композиционно-модулированные гальванопокрытия
5	5	2	-	-	Особенности электроосаждения сплавов. Композиционные гальванические покрытия
6	6	6	-	-	Технология нанесения покрытий металлами и сплавами. Влияние условий электроосаждения на структуру и свойства наноматериалов.
Итого:		16			

#### Практические занятия учебным планом не предусмотрены

#### Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2			Вводное занятие. Техника безопасности.
2	1	2	-	-	Теоретические основы гальванотехники. Теоретический коллоквиум. Знакомство с электрохимическим оборудованием. Получение индивидуального задания по подбору электролита и режима электролиза.
3	2	6	-	-	Коллоквиум по теме «Выбор материалов и процессов. Выбор технологии осаждения. Подготовка поверхности основы перед нанесением покрытия». Выполнение лабораторной и практической работы: «Приготовление электролита для электроосаждения»
4	3	4	-	-	Выполнение лабораторной работы «Подготовка основы для нанесения гальванопокрытия. (обезжиривание и травление поверхности, химическое полирование).
5	4	4	-	-	Лабораторное и практическое занятие по теме «Нестационарный режим электролиза. Получение и

					свойства нанокристаллических осадков в импульсном потенциостатическом режиме».
6	5	6	-	-	Лабораторная работа «Электроосаждение гальванического покрытия олово-цинк (медь-никель) по заданным параметрам. Определение микротвердости и электросопротивления полученного покрытия
7	6	6	-	-	Определение химического и фазового составов полученных сплавов. Интерпретация данных рентгеноструктурного анализа.
Итого:		30			

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОФО		
1	1	17	-	-	Введение. Области применения электрохимических процессов получения наноматериалов. Общие сведения о гальванических покрытиях. Гальванотехника.	Подготовка к коллоквиуму и выполнение индивидуального задания
2	2	9	-	-	Электрохимические основы процессов нанесения покрытий. Стадии электрохимических процессов в гальванотехнике. Условия проведения электроосаждения	Подготовка к коллоквиуму и лабораторной работе
3	3	4	-	-	Выбор материалов и процессов. Выбор технологии осаждения. Подготовка поверхности основы перед нанесением покрытия	Подготовка к лабораторной работе и защите отчета, написание отчета
4	4	8	-	-	Нестационарные электрические режимы осаждения металлов. Композиционно-модулированные гальванопокрытия	Подготовка к лабораторной работе и защите отчета, написание отчета
5	5	10	-	-	Особенности электроосаждения сплавов. Композиционные гальванические покрытия	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета
6	6	12	-	-	Технология нанесения покрытий металлами и сплавами. Влияние условий электроосаждения на структуру и свойства наноматериалов.	Подготовка к лабораторной работе, выполнение задания, написание отчета
7		12				Курсовая работа
Итого:		62	-	-		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в Power Point в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- работа в малых группах (лабораторные занятия);



– разбор практических ситуаций (опрос, тесты, коллоквиум)

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

1. Электроосаждение и свойства медно-цинковых гальванических покрытий.
2. Электроосаждение и свойства медно-никелевых гальванических покрытий.
3. Электроосаждение и свойства медно-оловянных гальванических покрытий.
4. Электроосаждение и свойства сплавов олово-никель.
5. Электроосаждение и свойства сплавов олово-свинец.
6. Электроосаждение и свойства сплавов олово-висмут.
7. Электроосаждение и свойства сплавов серебро-никель.
8. Методы контроля механических свойств гальванических покрытий.
9. Особенности структуры и свойств электрохимически осажденных сплавов.
10. Получение, свойства и области применения хромовых покрытий.
11. Электроосаждение, структура и свойства медных покрытий.
12. Электроосаждение и свойства защитно-декоративных покрытий:
  - а) Меднение
  - б) Никелирование
  - в) Хромирование
13. Электроосаждение и свойства защитных покрытий:
  - а) Цинкование
  - б) Кадмирование
  - в) Оловянирование
  - г) Свинцевание
14. Термодинамика и кинетика электрохимического фазообразования.
15. Стационарное электрохимическое зародышеобразование.
16. Нестационарное электрохимическое зародышеобразование в потенциостатических условиях.
17. Методы исследования структуры и состава гальванопокрытий.
18. Электрокаталитическое восстановление металлов.
19. Оксидирование и фосфатирование металлов и сплавов.
20. Нестационарные электрические режимы осаждения металлов.
21. Послеэлектролизные процессы и термическая обработка гальванопокрытий.
22. Электрохимическое зародышеобразование в гальваностатических условиях.
23. Формирование двумерных и трехмерных электродных нанопокровтий.
24. Микроплазменные процессы в растворах электролитов при получении нанопокровтий.
25. Анодные пленки в инверсионных электрохимических методах.
26. Вольтамперометрия с наноразмерными электродами.
27. Направленное формирование структуры электролитических тройных и бинарных сплавов с повышенными функциональными свойствами.
28. Инверсионная вольтамперометрия как метод получения и анализа нанопокровтий.
29. Закономерности электрохимического фазообразования.
30. Гальванопластика.

## 7. Контрольные работы

Учебным планом не предусмотрены

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Выполнение и защита лабораторной работы «Выбор состава электролита для электроосаждения и его приготовление». Коллоквиум «Теоретические основы гальванотехники»	12
2	Выполнение и защита лабораторной работы «Подготовка основы для нанесения покрытия». Теоретический коллоквиум	12
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	24
2 текущая аттестация		
3	Выполнение и защита лабораторной работы «Нестационарный режим электролиза»	10
4	Теоретический коллоквиум «Нестационарные процессы в электроосаждении нанопокровтий»	12
5	Выполнение и защита лабораторной работы «Электроосаждение сплава олово-цинк (медь-никель)»	6
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	28
3 текущая аттестация		
6	Теоретический коллоквиум «Технология электроосаждения нанопокровтий»	12
7	Выполнение и защита лабораторной работы «Определение микротвердости и электросопротивления гальванических покровтий»	6
8	Коллоквиум «Методы контроля качества гальванопокровтий»	14
9	Итоговый тест	16
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	48
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- ЭБС «Издательства Лань»;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ»;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;

- Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU»;
- ЭБС «IPR books»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта);
- ЭБС «Перспект»;
- ЭБС «Консультант студент»;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ: <http://elib.tyuiu.ru>
- Система поддержки дистанционного обучения [Электронный ресурс]:  
<http://educon.tsogu.ru:8081/login/index.php>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. Windows 8

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
2	Специализированная лаборатория, оснащенная принудительной вытяжной вентиляцией, письменными и лабораторными столами	
3	Установка для проведения электроосаждения гальванических покрытий с набором электродов	
4	Установка для измерения электрического сопротивления образцов	
5	Установка для потенциометрических измерений	Иономер, набор электродов, штатив
6	Установка для экспериментального изучения рассеивающей способности электролита	Дистиллятор для получения дистиллированной воды, реактивы, дистиллированная вода
7	Микротвердомер	
8	Потенциостат для потенциостатических измерений	Электролитическая ячейка с электродами
9		Электроплитка с закрытой спиралью для нагревания растворов в термостойких колбах
10		Бюретки, пипетки и набор химической посуды

## 11. Методические указания по организации СРС

### 11.1. Методические указания по подготовке к практическим, лабораторным занятиям

- «Приготовление электролита для электроосаждения гальванического покрытия». Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электрохимические методы получения наноматериалов»

- «Подготовка основы для электроосаждения. Обезжиривание, травление, химическое полирование». Методические указания для лабораторной работы по дисциплине «Электрохимические методы получения наноматериалов».

- «Кондуктометрия» Методические указания к лабораторным работам и СРС для вузов./ И.Г.Жихарева, В.В.Шмидт. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015.-34 с.

- «Равновесные электродные процессы. Потенциометрия» Методические указания к лабораторным работам и СРС для вузов./Т.Е. Иванова, А.В. Исмагилова.- ТИУ, 2019 – 36 с.

- «Электроосаждение металлов в импульсном потенциостатическом режиме. Зародышеобразование и кристаллизация». Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Электрохимические методы получения наноматериалов»

- «Определение микротвердости и электросопротивления гальванических осадков» Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Электрохимические методы получения наноматериалов».

### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Методические указания по организации самостоятельной работы содержатся в методических указаниях для лабораторных работ и СРС.

## Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: Электрохимические методы получения наноматериалов

Код, направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль): Наноматериалы

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать З1 основные электрохимические методы получения наноматериалов	Не знает основные электрохимические методы получения наноматериалов	Демонстрирует отдельные знания основных электрохимических методов получения наноматериалов	Демонстрирует достаточные знания основных электрохимических методов получения наноматериалов, допуская некоторые неточности	Демонстрирует исчерпывающие знания основных электрохимических методов получения наноматериалов
	Уметь У1 принимать обоснованные решения при выборе оптимальных условий проведения электрохимического эксперимента	Не умеет принимать обоснованные решения при выборе оптимальных условий проведения электрохимического эксперимента	Умеет принимать обоснованные решения при выборе оптимальных условий проведения электрохимического эксперимента, допуская ряд ошибок.	Умеет принимать обоснованные решения при выборе оптимальных условий проведения электрохимического эксперимента, допуская незначительные неточности	Умеет в полной мере принимать обоснованные решения при выборе оптимальных условий проведения электрохимического эксперимента
	Владеть В1 способностью выбирать эффективные технические средства и технологии на основе знаний и методов электрохимического эксперимента	Не владеет способностью выбирать эффективные технические средства и технологии на основе знаний и методов электрохимического эксперимента	Владеет способностью выбирать эффективные технические средства и технологии на основе знаний и методов электрохимического эксперимента, допуская ряд ошибок.	Владеет способностью выбирать эффективные технические средства и технологии на основе знаний и методов электрохимического эксперимента, допуская небольшие неточности.	Владеет в полной мере способностью выбирать эффективные технические средства и технологии на основе знаний и методов электрохимического эксперимента

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
	Знать: З2 основные принципы выбора электрохимического метода и планирования электрохимического эксперимента при решении поставленных задач	Не знает основные принципы выбора электрохимического метода и планирования электрохимического эксперимента при решении поставленных задач	Знает основные принципы выбора электрохимического метода и планирования электрохимического эксперимента при решении поставленных задач допуская ряд ошибок.	Демонстрирует достаточные знания основных принципов выбора электрохимического метода и планирования электрохимического эксперимента при решении поставленных задач, допуская некоторые неточности	Демонстрирует исчерпывающие знания основных принципов выбора электрохимического метода и планирования электрохимического эксперимента при решении поставленных задач
	Уметь: У2 применять полученные знания для решения практических задач, находить и анализировать необходимую информацию.	Не умеет применять полученные знания для решения практических задач, находить и анализировать необходимую информацию.	Умеет применять полученные знания для решения практических задач, находить и анализировать необходимую информацию, допуская ряд ошибок.	Умеет применять полученные знания для решения практических задач, находить и анализировать необходимую информацию, допуская некоторые неточности	Умеет в полной мере применять полученные знания для решения практических задач, находить и анализировать необходимую информацию
	Владеть: В2 основами практической реализации полученных знаний и их дальнейшего совершенствования для решения задач профессиональной направленности.	Не владеет основами практической реализации полученных знаний и их дальнейшего совершенствования для решения задач профессиональной направленности.	Владеет основами практической реализации полученных знаний и их дальнейшего совершенствования для решения задач профессиональной направленности, допуская ряд ошибок	Владеет основами практической реализации полученных знаний и их дальнейшего совершенствования для решения задач профессиональной направленности, допуская некоторые неточности	Владеет в полной мере основами практической реализации полученных знаний и их дальнейшего совершенствования для решения задач профессиональной направленности

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
ПКС-1. Прогнозировать влияние микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов	Знать: ЗЗ факторы, определяющие условия получения наноразмерных электрохимических покрытий с заданными функциональными свойствами	Не знает факторы, определяющие условия получения наноразмерных электрохимических покрытий с заданными функциональными свойствами	Знает факторы, определяющие условия получения наноразмерных электрохимических покрытий с заданными функциональными свойствами допуская ряд ошибок	Знает факторы, определяющие условия получения наноразмерных электрохимических покрытий с заданными функциональными свойствами, допуская незначительные неточности	Знает в полной мере факторы, определяющие условия получения наноразмерных электрохимических покрытий с заданными функциональными свойствами
	Уметь: УЗ прогнозировать влияние поверхностных свойств и свойств дисперсных систем на физические и химические свойства материалов и учитывать этот вклад в технологии изготовления наноматериалов	Не умеет прогнозировать влияние поверхностных свойств и свойств дисперсных систем на физические и химические свойства материалов и учитывать этот вклад в технологии изготовления наноматериалов	Умеет прогнозировать влияние поверхностных свойств и свойств дисперсных систем на физические и химические свойства материалов и учитывать этот вклад в технологии изготовления наноматериалов, допуская ряд ошибок	Умеет в достаточной мере прогнозировать влияние поверхностных свойств и свойств дисперсных систем на физические и химические свойства материалов и учитывать этот вклад в технологии изготовления наноматериалов, допуская ряд неточностей	Умеет в полной мере прогнозировать влияние поверхностных свойств и свойств дисперсных систем на физические и химические свойства материалов и учитывать этот вклад в технологии изготовления наноматериалов
	Владеть: ВЗ электрохимическими методами получения наноматериалов с заданными функциональными, физическими и химическими свойствами	Не владеет электрохимическими методами получения наноматериалов с заданными функциональными, физическими и химическими свойствами	Владеет электрохимическими методами получения наноматериалов с заданными функциональными, физическими и химическими свойствами, допуская ряд ошибок	Владеет электрохимическими методами получения наноматериалов с заданными функциональными, физическими и химическими свойствами, допуская незначительные неточности	Владеет в полной мере электрохимическими методами получения наноматериалов с заданными функциональными, физическими и химическими свойствами

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
ПКС-2. Выбирать основные типы наноматериалов и наносистем различной природы для заданных условий эксплуатации и с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Знать: З4 принципы подбора условий электрохимического процесса для получения наноматериала в заданной структуры и свойств	Не знает принципы подбора условий электрохимического процесса для получения наноматериала в заданной структуры и свойств	Знает принципы подбора условий электрохимического процесса для получения наноматериала в заданной структуры и свойств, допуская ряд ошибок	Знает в достаточной степени принципы подбора условий электрохимического процесса для получения наноматериала в заданной структуры и свойств, допуская незначительные неточности	Знает в полной мере принципы подбора условий электрохимического процесса для получения наноматериала в заданной структуры и свойств
	Уметь: У4 Управлять структурой и свойствами металлических материалов путем выбора оптимального режима электролиза	Не умеет управлять структурой и свойствами металлических материалов путем выбора оптимального режима электролиза	Умеет управлять структурой и свойствами металлических материалов путем выбора оптимального режима электролиза, допуская ряд ошибок	Умеет в достаточной мере управлять структурой и свойствами металлических материалов путем выбора оптимального режима электролиза, допуская незначительные неточности	Умеет в полной мере управлять структурой и свойствами металлических материалов путем выбора оптимального режима электролиза
	Владеть: В4 методами подбора техники электрохимического эксперимента для получения наносистем с учетом требований их эксплуатации	Не владеет методами подбора техники электрохимического эксперимента для получения наносистем с учетом требований их эксплуатации	Владеет методами подбора техники электрохимического эксперимента для получения наносистем с учетом требований их эксплуатации, допуская ряд ошибок	Владеет в достаточной степени методами подбора техники электрохимического эксперимента для получения наносистем с учетом требований их эксплуатации, допуская некоторые неточности	Владеет в полной мере методами подбора техники электрохимического эксперимента для получения наносистем с учетом требований их эксплуатации



## КАРТА

## обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Электрохимические методы получения наноматериалов

Код, направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль) Наноматериалы

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Андриевский, Р. А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы: монография / Р. А. Андриевский. — 4-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 255 с. — ISBN 978-5-00101-906-0. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/151512">https://e.lanbook.com/book/151512</a>	ЭР	25	100	+
2	Н. Т. Кузнецов, Основы нанотехнологии: учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин; — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 400 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/176415">https://e.lanbook.com/book/176415</a>	ЭР	25	100	+
3	Рыжонков, Д. И. Наноматериалы: учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури — 6-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2021. — 368 с. Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/176410">https://e.lanbook.com/book/176410</a>	ЭР	25	100	+
4	Методы получения и свойства нанообъектов : учебное пособие / Н. И. Минько, В. В. Строкова, И. В. Жерновский, В. М. Нарцев. — 3-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2019. — 165 с. — ISBN 978-5-9765-0326-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/119402">https://e.lanbook.com/book/119402</a>	ЭР	25	100	+

5	Хартманн, У. Очарование нанотехнологии: учебное пособие / У. Хартманн ; перевод с немецкого Т. Н. Захаровой ; художник С. Инфантэ. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-00101-007-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/176436">https://e.lanbook.com/book/176436</a>	ЭР	25	100	+
6	Мирзоев, Р. А. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов : учебник для вузов / Р. А. Мирзоев, А. Д. Давыдов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-8727-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/179617">https://e.lanbook.com/book/179617</a> (	ЭР	25	100	+
7	Нanomатериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; под редакцией Е. И. Пряхина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/149303">https://e.lanbook.com/book/149303</a>	ЭР	2	100	+
8	Кулик, В. И. Наномодифицированные конструкционные материалы : учебное пособие / В. И. Кулик, А. С. Нилов, Е. Е. Складнова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2020. — 137 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/172220">https://e.lanbook.com/book/172220</a>	ЭР	25	100	+

ЭР – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>

И. о. заведующего кафедрой Хлынова Н.М. Хлынова

«30» августа 2021 г.

Директор БИК Каюкова Д.Х. Каюкова

«30» 08 2021 г.

Проверила Ситническая Д. И.

