

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1161078	Технологии современных функциональных материалов

**Екатеринбург**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Материалы и технологии водородной энергетики	<b>Код ОП</b> 1. 22.04.01/33.07
<b>Направление подготовки</b> 1. Материаловедение и технологии материалов	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 22.04.01

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Тарасова Наталия Александровна	доктор химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии
2	Туленин Станислав Сергеевич	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и коллоидной химии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Технологии современных функциональных материалов

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль представлен дисциплиной «Физико-химические основы технологии функциональных материалов», в рамках которой представлены основные методы и подходы современного неорганического синтеза функциональных материалов на основе рационального использования сырья и энергии.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Физико-химические основы технологии функциональных материалов	6
ИТОГО по модулю:		6

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Физико-химические свойства материалов
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Материалы и устройства водородной энергетики

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Физико-химические основы технологии функциональных материалов	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи,	3-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общинженерных наук 3-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общинженерных наук, применимых для

<p>применяя фундаментальные знания</p>	<p>формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p>
<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами</p> <p>З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений</p> <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>

	Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности
ПК-1 - Способен осуществлять, организовывать и координировать научно-исследовательскую работу по созданию и исследованию материалов для водородной энергетики и изделий из них	<p>З-1 - Перечислить показатели эффективности научно-исследовательских работ в области создания материалов для водородной энергетики</p> <p>З-2 - Демонстрировать знание отечественной и международной нормативной документации, патентов и стандартов в области создания материалов для водородной энергетики</p> <p>У-1 - Выбирать оптимальные методы и способы создания материалов для водородной энергетики с заданным комплексом свойств с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения</p> <p>У-2 - Анализировать результаты научно-исследовательских работ в области создания материалов для водородной энергетики и оценивать эффективность научно-исследовательских работ на основе установленных показателей</p> <p>П-1 - Проводить оценку эффективности научно-исследовательских работ в области создания материалов для водородной энергетики и оформлять в соответствии с требованиями отчеты/презентации по результатам научно-исследовательских работ</p> <p>П-2 - В соответствии с заданием планировать этапы проведения и проводить прикладные научные исследования и испытания в области создания и исследования материалов для водородной энергетики, обработку и анализ их результатов</p>
ПК-6 - Способность осуществлять рациональное расходование материалов, используемых в операциях контроля, измерения свойств и	<p>З-1 - Рекомендовать методы контроля и измерения свойств материалов</p> <p>З-2 - Перечислить основные операции контроля и измерения свойств материалов</p> <p>У-1 - Обосновать выбор методов контроля и измерения свойств материалов</p>

	испытания основных, вспомогательных и расходных материалов	У-2 - Настраивать оборудование, используемое при измерениях свойств материалов  П-1 - Осуществлять подбор методик контроля и измерения свойств основных, вспомогательных и расходных материалов с учетом их рационального расходования и экологических последствий применения
--	--	---

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физико-химические основы технологии**  
**функциональных материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Тарасова Наталия Александровна	доктор химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии
2	Туленин Станислав Сергеевич	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и коллоидной химии

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический**

Протокол № 6 от 15.06.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Тарасова Наталия Александровна, Доцент, физической и неорганической химии
- Туленин Станислав Сергеевич, Доцент, физической и коллоидной химии

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Электрохимические устройства и материалы для водородной энергетики	Введение в водородную энергетику. Водород – экологически чистый энергоноситель. Топливные элементы и их принцип действия. Виды топливных элементов: щелочные, фосфорно-кислотные, карбонатно-расплавные, твердополимер-ные и твердооксидные. Полимерные мембраны в топливных элементах, их классификация и особенности строения. Наномезопористый кремний, основные свойства и методы синтеза. Пористый алюминий, особенности его получения.  Методы получения водорода. Твердооксидный электролизер. Основные материалы твердооксидных топливных элементов и электролизеров. Микроструктура электродов и электролита.
2	Технологии получения материалов для водородной энергетики	Методы синтеза сложных оксидов. Твердофазный синтез. Механоактивация порошков. Золь-гель метод. Метод сжигания. Способы прессования порошков. Спекание керамики. Спекующие добавки. Получение композитных материалов. Технологии получения материалов с заданной пористостью. Порошковые методы формирования тонких керамических слоев. Прокатка, шликерное литье, трафаретная печать, электрофоретическое осаждение, фазовая инверсия. Формирование многослойных структур для планарных и трубчатых конструкций.
3	Вакуумные методы получения тонких пленок	Применение тонких пленок в электрохимических устройствах для водородной энергетики. Пленочные топливные элементы с

		<p>несущим электролитом, несущим электродом, с автономной пленкой электролита. Методы получения пленок.</p> <p>Классификация вакуумных методов. Термическое вакуумное напыление. Кинетика процесса конденсации. Процесс конденсации твердой фазы на подложке, образование зародышей и механизмы роста тонких пленок и покрытий. Создание вакуума в вакуумных установках. Изменение толщины и скорости нанесения пленок. Катодное вакуумное распыление. Ионно-плазменное распыление. Ионно-лучевые методы: молекулярно-лучевая эпитаксия, лазерное испарение. Влияние температуры осаждения на микроструктуру пленки. Процессы и оборудование для получения пленок в планарной технологии (оксидные, нитридные, халькогенидные пленки), схемы установок и принцип их действия, основные технологические характеристики.</p>
4	Химические технологии получения тонких пленок	<p>Химические методы получения тонких пленок, их классификация. Гидрохимический метод осаждения тонких пленок. Условия осаждения пленок сульфидов и селенидов металлов. Халькогенизаторы. Комплексообразующие агенты. Совместное химическое осаждение халькогенидов металлов. Химическое осаждение из газовой фазы. Метод пульверизации с последующим пиролизом. Технология эпитаксиальных слоев. Эпитаксиальные процессы в технологии материалов электронной техники. Механизм процесса эпитаксии. Атомно-слоевое осаждение. МОС-гидридная эпитаксия. Автоэпитаксия кремния. Гетероэпитаксия кремния. Эпитаксия полупроводниковых соединений АПВВ и ТРЗ на их основе. Температурно-временной режим эпитаксии. Эпитаксия карбида кремния.</p> <p>Химический растворный метод получения пленок сложных оксидов. Технологии нанесения раствора на подложку: метод вытягивания из раствора, центрифугирование, распыление. Синтез пленок. Влияние режима термообработки на микроструктуру пленки. Особенности получения пленок твердооксидных электролитов на несущих электродах.</p>
5	Подготовка поверхности подложек	<p>Роль подложки при осаждении пленок. Подложечные материалы, их свойства, требования к выбору материала подложки. Классификация загрязнений и их источники. Методы подготовки поверхности подложек. Методы сухой очистки. Методы жидкостной очистки поверхности. Химическая обработка поверхности. Химическое жидкостное травление.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Физико-химические основы технологии функциональных материалов**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Рамбиди, Н. Г.; Физические и химические основы нанотехнологий : курс лекций.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76611> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Радченко, Р. В., Щеклеин, С. Е.; Водород в энергетике : учебное пособие для студентов, обучающихся по дисциплинам "Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетики" и "Проектирование АЭС" для студентов всех форм обучения по направлениям 140400.62 - Электроэнергетика и электротехника, 140100.62 - Теплоэнергетика и теплотехника, 141403.65 - Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (15 экз.)

2. , Маскаева, Л. Н.; Технология химического осаждения пленок халькогенидов металлов : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01, 18.04.01 "Химическая технология"; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)

3. Сорокин, В. С.; Материалы и элементы электронной техники : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров, магистров и специалистов 210100 "Электроника и микроэлектроника" : в 2 т. Т. 1. ; Академия, Москва; 2006 (12 экз.)

4. Гусева, А. Ф.; Методы получения наноразмерных материалов : учеб. пособие для вузов.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2008 (97 экз.)

5. Ремпель, А. А.; Материалы и методы нанотехнологий : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлениям подгот. 210100 "Электроника и нанoeлектроника", 210600 "Нанотехнология"; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2015 (5 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Не используются

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Не используются

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Физико-химические основы технологии функциональных материалов**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
2	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Google Chrome или Mozilla</p>
5	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Google Chrome или Mozilla</p>