

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

Код модуля	Модуль
1158114	Проектный интенсив-В «Проектирование и разработка устройств тонкопленочной наноэлектроники»

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Химическая технология материалов электроники, сенсорной аналитики и неорганических веществ	Код ОП 1. 18.04.01/33.04
Направление подготовки 1. Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 1. 18.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Алексеева Татьяна Анатольевна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и коллоидной химии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Проектный интенсив-В «Проектирование и разработка устройств тонкопленочной наноэлектроники»

1.1. Аннотация содержания модуля

Проект 1– В. Целью данного проекта является разработка готового устройства на основе тонких пленок халькогенидов металлов, а также сложных структур на их основе. В ходе выполнения работы студентам предлагается синтезировать тонкопленочные образцы с необходимыми характеристиками, а затем сконструировать для них оснастку и корпус. Приветствуется в ходе работы новаторские предложения по совершенствованию отдельных стадий синтеза. Студенты приобретают навыки химического синтеза, осваивают основы физической электроники, использование тех или иных свойств материалов, знакомятся с основными конструктивными особенностями приборов тонкопленочной наноэлектроники, учатся применять на практике теоретические знания в области гидрохимического синтеза и твердотельной электроники. На основании полученных результатов студенты формулируют выводы по работе, которые можно представлять в виде научных публикаций, а также докладов научно-практических конференций. Основные результаты работы должны быть оформлены в виде отчета и представлены в форме устного доклада с презентацией.

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	Проект 1– В	6
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Физическая химия гетерогенных процессов2. Специальные разделы термодинамики и кинетики физико-химических систем
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Проектно-исследовательская работа и разработки2. Каталитические процессы3. Тонкопленочные технологии и изделия4. Диагностика и исследование дисперсных систем

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
Проект 1– В	УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>З-1 - Демонстрировать понимание процессов управления проектом, планирования ресурсов, критерии оценки рисков и результатов проектной деятельности</p> <p>З-2 - Формулировать основные принципы формирования концепции проекта в сфере профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Формулировать актуальность, цели, задачи, обосновывать значимость проекта, выбирать стратегию для разработки концепции проекта в рамках обозначенной проблемы</p> <p>У-2 - Прогнозировать ожидаемые результаты и возможные сферы их применения в зависимости от типа проекта</p> <p>У-3 - Анализировать и оценивать риски и результаты проекта на каждом этапе его реализации и корректировать проект в соответствии с критериями, ресурсами и ограничениями</p> <p>П-1 - Составлять план проекта и график реализации, разрабатывать мероприятия по контролю его выполнения и оценки результатов проекта</p> <p>П-2 - Выбирать оптимальные способы решения конкретных задач проекта на каждом этапе его реализации на основе анализа и оценки рисков и их последствий с учетом ресурсов и ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять способность к поиску новой информации, умение принимать решения в нестандартных ситуациях</p> <p>Д-2 - Демонстрировать способность убеждать, аргументировать свою позицию</p>
	УК-3 - Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию	З-1 - Излагать основные позиции теории лидерства и стили руководства

<p>для достижения поставленной цели</p>	<p>З-2 - Демонстрировать понимание общих форм организации командной деятельности</p> <p>З-3 - Характеризовать виды командных стратегий, факторы формирования успешной команды для эффективной деятельности</p> <p>У-1 - Координировать взаимодействия и эффективные коммуникации в команде для достижения общего результата в командной работе</p> <p>У-2 - Формулировать цели и задачи командной работы, определять последовательность действий по их достижению</p> <p>У-3 - Анализировать виды командных стратегий для достижения целей работы команды</p> <p>П-1 - Разрабатывать стратегию командной работы с учетом целей и моделировать эффективное взаимодействие членов команды в соответствии со стратегией</p> <p>П-2 - Обосновать выбор членов команды и распределения полномочий (функций) ее членов, координировать взаимодействия членов команды</p> <p>Д-1 - Проявлять организаторские качества, коммуникабельность, толерантность</p> <p>Д-2 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
<p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений</p> <p>З-2 - Дать определение жизненного цикла инженерного продукта, его основных стадий и моделей</p> <p>З-3 - Перечислить принципы и возможные ролевые модели управления командой инженерного проекта</p> <p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-2 - Определять основные потребности стейкхолдеров (заинтересованных сторон) и формулировать требования к</p>

		<p>эффективности инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p> <p>У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт планирования и управления жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним условиям (эксплуатации, сопровождения, хранения, перевозки, вывода из эксплуатации)</p> <p>П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки</p> <p>Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения</p>
	<p>ПК-1 - Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разработать технологические условия, планы и программы проведения научных исследований и технических разработок для производства новых материалов</p>	<p>З-1 - Знать основные технологические требования к объектам исследования</p> <p>З-2 - Иметь представление об основных приемах проектирования технологических процессов получения материалов и стадии их реализации</p> <p>У-1 - Организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок в области производства изделий электроники, сенсорики и электроники; моделировать и</p>

		<p>адаптировать новые технологии к условиям конкретного производства с выбором рациональной технологической схемы</p> <p>У-2 - Уметь находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты</p> <p>П-1 - Владеть анализом технологичности изделий и процессов, оценки экономической эффективности технологических процессов, инновационно - технологических рисков при внедрении новых технологий в том числе в области нанотехнологий</p>
	<p>ПК-2 - Способен находить и обрабатывать научно-техническую информацию по теме исследования, выбору методик и средств решения задач</p>	<p>З-1 - Знать приемы проектирования технологических процессов получения материалов и стадии их реализации</p> <p>У-1 - Самостоятельно находить источники информации по теме исследования</p> <p>У-2 - Уметь формулировать план проведения эксперимента</p> <p>П-1 - Оформлять в соответствии с требованиями отчеты по результатам поиска и анализа научно-технической информации по теме исследования</p>
	<p>ПК-7 - Способен проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта</p>	<p>З-1 - Знать основные принципы организации физических и химических технологий в сфере производства наноматериалов для оптоэлектроники и сенсорики</p> <p>У-1 - Уметь рассчитывать технологические параметры процессов производства тонкопленочных материалов</p> <p>П-1 - Владеть методами технологических расчетов отдельных участков производства основных материалов в тонкопленочном состоянии для изделий оптоэлектроники, сенсорики и электроники</p> <p>П-2 - Освоить методики экономических расчетов по производственному подразделению экономической оценки ущерба экологии от производственной деятельности</p>

	<p>ПК-8 - Способен подготовить технико-экономическое обоснование расчетов, осуществить разработку проектной и рабочей технической документации по реализации разработанных проектов</p>	<p>З-1 - Иметь представление о функциональных свойствах материалов для производства изделий оптоэлектроники и сенсорной техники;</p> <p>З-2 - Представлять направления развития технологий производства функциональных материалов</p> <p>У-1 - Уметь выбирать рациональную технологическую схему производства материалов для изделий электронной техники и нанoeлектроники;</p> <p>У-2 - Уметь моделировать и адаптировать новые технологии к условиям конкретного производства с выбором рациональной технологической схемы</p> <p>П-1 - Владеть методиками составления организационно-технологической документации для конкретных производственных условий в электронном материаловедении;</p> <p>П-2 - Управлять приемами решения профессиональных производственных задач по контролю технологического процесса производства изделий оптоэлектроники, сенсорики и электроники, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии</p>
--	---	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Проект 1– В

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Алексеева Татьяна Анатольевна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и коллоидной химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

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	Особенности проектирования процессов синтеза функциональных материалов	Особенности проектирования процессов синтеза функциональных материалов. Основные этапы проектирования: поиск информации, обоснование цели и задач проектирования, планирование и организация работы по выполнению задач проектирования. Основные подходы к выбору литературных источников и проведению их анализа для формирования понимания степени проработанности темы исследования, решение которой позволит синтезировать новые материалы или материалы с функциональными свойствами. Основные правила составления обзора литературы. Основные принципы управления проектом. Распределение инженерных задач и ответственности между исполнителями проекта. Организация процесса проектирования и контроль за его исполнением.
2	Синтез материалов для устройств тонкопленочной нанoeлектроники	Физико-химические процессы получения некоторых полупроводниковых материалов. Физико-химические методы формирования пленочных материалов, наноматериалов, основы получения материалов методом порошковой технологии. Характеристика физико-химических методов обработки материалов электронной техники.
3	Современные методы исследования процессов синтеза материалов	Современные методы исследования процессов синтеза материалов тонкопленочной нанoeлектроники. Использование метода планированного эксперимента для моделирования процессов синтеза материалов. Построение эмпирических

	тонкопленочной наноэлектроники	моделей зависимости параметров качества от условий проведения синтеза, оценка значимости коэффициентов и адекватности модели.
4	Оценка результатов проекта	Выбор критериев и анализ результатов выполнения проекта, включая статистическую обработку данных. Оформление результатов проекта в виде отчета и презентации. Требования к оформлению отчетной документации.

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

Проект 1– В

Электронные ресурсы (издания)

1. Данилина, Т. И.; Оборудование для создания и исследования свойств объектов наноэлектроники : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, Томск; 2011; <http://www.iprbookshop.ru/13950.html> (Электронное издание)
2. Куц, Г. Г.; Приборы и устройства оптического и СВЧ диапазонов : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208585> (Электронное издание)
3. Васильев, В. Ю.; Современное производство изделий микроэлектроники : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575107> (Электронное издание)
4. Васильев, В. Ю.; Технология тонких пленок для микро- и наноэлектроники : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575293> (Электронное издание)
5. Легостаев, Н. С.; Материалы электронной техники : учебное пособие.; Эль Контент, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208681> (Электронное издание)
6. Бялик, А. Д.; Материалы электронной техники: Полупроводники. Проводниковые материалы. Магнитные материалы : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573767> (Электронное издание)
7. , Солнцев, Ю. П.; Нанотехнологии и специальные материалы : учебное пособие.; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98343> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Пасынков, В. В., Сорокин, В. С.; Материалы электронной техники : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям электрон. техники.; Лань, Санкт-Петербург; 2001 (23 экз.)
2. Пасынков, В. В., Чиркин, Л. К.; Полупроводниковые приборы : учебник для вузов.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2003 (311 экз.)

3. Таиров, Ю. М., Цветков, В. Ф.; Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов : Учебник для вузов.; Высшая школа, Москва; 1983 (7 экз.)
4. Розанов, Л. Н.; Вакуумная техника : Учебник для вузов по спец. "Электрон. машиностроение".; Высш. шк., Москва; 1990 (43 экз.)
5. Пихтин, А. Н.; Оптическая и квантовая электроника : Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электроника и микроэлектроника".; Высшая школа, Москва; 2001 (15 экз.)
6. ; Методы компьютерной оптики : Учеб. пособие для вузов.; Физматлит, Москва; 2000 (4 экз.)
7. Черняев, В. Н.; Физико-химические процессы в технологии РЭА : учебник для вузов по специальности "Конструирование и пр-во РЭА".; Высшая школа, Москва; 1987 (13 экз.)
8. , Глэнг, Р., Елинсон, М. И., Майссел, Л., Смолко, Г. Г.; Технология тонких пленок : Справочник: В 2 т. Т. 1. ; Советское радио, Москва; 1977 (9 экз.)
9. Маскаева, Л. Н., Маскаева, Л. Н.; Технология тонких пленок и покрытий : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 "Химическая технология".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (15 экз.)
10. Антонов, В. А.; Технология производства электровакуумных и полупроводниковых приборов : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1979 (10 экз.)
11. Курносков, А. И.; Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем : учебное пособие для вузов по специальности "Полупроводники и диэлектрики" и "Полупроводниковые приборы".; Высшая школа, Москва; 1986 (30 экз.)
12. Парфенов, О. Д.; Технология микросхем : Учеб. пособие для вузов.; Высш. шк., Москва; 1986 (15 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://search.ebscohost.com> - мультидисциплинарная база данных Academic Search Ultimate

<http://pubs.acs.org/> - 18 полнотекстовых электронных журналов Американского химического общества (American Chemical Society (ACS)) на английском языке

<https://www.cambridge.org/core/> - журналы Cambridge University Press

<http://elibrary.ru> - универсальная БД

<http://pubs.rsc.org/> - полнотекстовая БД профессионального научного сообщества британских химиков

<http://www.sciencedirect.com/> - универсальная БД

<http://apps.webofknowledge.com/> - универсальная, реферативная БД

<http://www.biblioclub.ru/> - библиотека издательства Директ-медиа

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

<http://yandex.ru>, <http://google.ru>, <http://rambler.ru> – поисковые системы в Интернет;

<http://www.chemport.ru/data>, <http://www.xumuk.ru> - электронные справочники по химии

<http://rushim.ru/books/electrochemistry/electrochemistry.htm> - электронная библиотека

<http://www.galvanicus.ru> сайт Российского общества гальванотехников и специалистов в области обработки поверхности

<http://www.ise-online.org> International Society of Electrochemistry

Электронные ресурсы ЗНБ УрФУ. Код доступа: URL:<http://lib.urfu.ru/>

Science-Direct (<http://www.sciencedirect.com>),

Reaxys (<https://www.reaxys.com/reaxys>),

Scopus (<http://www.scopus.com/home.url>)

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Проект 1– В

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	OriginPro Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузеры Google Chrome Yandex
2	Проектное обучение	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с	OriginPro Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Браузеры Google Chrome Yandex

		санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	OriginPro Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Браузеры Google Chrome Yandex
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Браузеры Google Chrome Yandex
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	OriginPro Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Браузеры Google Chrome Yandex