

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>
1158105	Диагностика и исследование дисперсных систем

**Екатеринбург**

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

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	Алексеева Татьяна Анатольевна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и коллоидной химии
2	Ермаков Алексей Николаевич	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и коллоидной химии
3	Корсаков Александр Сергеевич	доктор технических наук, доцент	Профессор	физической и коллоидной химии
4	Марков Вячеслав Филиппович	доктор химических наук, профессор	Заведующий кафедрой	физической и коллоидной химии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Диагностика и исследование дисперсных систем

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Знание методов математического и компьютерного моделирования химико-технологических процессов позволяет лучше понять механизмы, лежащие в их основе, обеспечивает возможность прогноза состава и свойств новых материалов при целенаправленном синтезе. Должный уровень владения современными физико-химическими методами исследования кристаллических структуры, состава и функциональных свойств современных материалов электронной и сенсорной техники создает условия их получения в высоко функциональном состоянии. При этом акцентируется внимание на перспективности и важности получения и исследования свойств наноматериалов. Модуль включает следующие дисциплины: “Исследование структуры, состава, морфологии тонких пленок и нанопорошков”, в которой описываются технологические возможности методов аттестации тонкопленочных и порошковых образцов, а также разбираются особенности работы программного обеспечения для расшифровки результатов анализов; “Наноматериалы, их синтез, диагностика и применение” – дисциплина, посвященная рассмотрению наноматериалов и их использованию в различных областях нанoeлектроники; “Компьютерные методы анализа и исследования химико-технологических процессов”, в которой рассматриваются основы математического моделирования химических процессов, в ходе изучения данной дисциплины, студенты обучаются планированию эксперимента исходя из физико-химических параметров процесса и предварительного математического расчета; «Физико-химические процессы и оборудование в технологии материалов электроники» - дисциплина, посвященная методам получения материалов электроники в различной форме, а также особенностям аппаратного обеспечения процесса их получения.

## 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	Компьютерные методы анализа и исследования химико-технологических процессов	4
2	Исследование структуры, состава, морфологии тонких пленок и нанопорошков	4
3	Наноматериалы, их синтез, диагностика и применение	3
4	Физико-химические процессы и оборудование в технологии материалов электроники	4
ИТОГО по модулю:		15

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Каталитические процессы 2. Проектно-исследовательская работа и разработки
---------------------	---

<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	1. Тонкопленочные технологии и изделия
---	--

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

Таблица 2

<b>Перечень дисциплин модуля</b>	<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>
1	2	3
Исследование структуры, состава, морфологии тонких пленок и нанопорошков	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p>
	ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	<p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для</p>

		<p>решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p>
	<p>ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в</p>

		<p>сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</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 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-3 - Способен использовать современные приборы и методики, организовывать</p>	<p>З-1 - Иметь представление об основных методах идентификации материалов оптоэлектроники и сенсорики;</p> <p>З-2 - Знать теоретические законы и правила, на которых основана работа основных</p>

	<p>проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и осуществлять контроль качества технологических процессов</p>	<p>методов аппаратного контроля структурного состояния кристаллических твердых тел</p> <p>З-3 - Представлять устройство основных приборов, используемых для описания структурных особенностей материалов оптоэлектроники и сенсорной техники</p> <p>У-1 - Обосновывать выбор технологической схемы аппаратного обеспечения при исследованиях материалов оптоэлектроники и сенсорной техники</p> <p>У-2 - Использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ их результатов</p> <p>П-1 - Владеть приемами контроля качества, сбора и анализа информации об исследуемых материалах</p>
<p>Компьютерные методы анализа и исследования химико-технологических процессов</p>	<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p>

	<p>ПК-6 - Способен строить и анализировать математические модели для описания и прогнозирования различных явлений, использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ</p>	<p>З-1 - Иметь представление о сферах применения и возможности современного программного обеспечения применительно к анализу и исследованию химических процессов</p> <p>З-2 - Знать способы построения моделей химических процессов при помощи прикладного программного обеспечения</p> <p>У-1 - Применять информационные технологии для поиска, обработки и моделирования технологических процессов и явлений в своей профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Уметь определять набор основополагающих факторов в исследуемом химикотехнологическом процессе</p> <p>П-1 - Владеть навыками управления существующими программными продуктами, предназначенными для анализа и моделирования химических процессов</p> <p>П-2 - Иметь способность с помощью информационных технологий к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности</p>
<p>Наноматериалы, их синтез, диагностика и применение</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для 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</p>



		<p>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>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</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-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений</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-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</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>
	<p>ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации</p>

		<p>технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</p>
	<p>ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p>

<p>производственного цикла и продукта</p>	<p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>	<p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>
<p>ПК-1 - Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разработать технологические условия, планы и программы проведения научных исследований и технических разработок</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</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</p>

	<p>для производства новых материалов</p>	<p>проведения научных исследований и технических разработок в области производства изделий электроники, сенсорики и электроники; моделировать и 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-5 - Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, безопасности жизнедеятельности и экологической чистот</p>	<p>З-1 - Иметь представление о тенденциях развития технологий в сфере производства материалов и изделий оптоэлектроники и сенсорной техники</p> <p>З-2 - Знать функциональные свойства основных материалов для производства изделий оптоэлектроники и сенсорной техники</p> <p>З-3 - Понимать основы организации технологических процессов получения материалов и изделий оптоэлектроники и сенсорной техники на их основе</p> <p>У-1 - Формулировать содержание основных законов, понятий и концепций технологии материалов сенсорной техники</p> <p>У-2 - Оценивать технологическую эффективность производства и функциональные характеристики полупроводниковых материалов, идентифицировать новые технические решения</p> <p>У-3 - Совершенствовать технологический процесс путем комплексного использования сырья, замены дефицитных материалов, утилизации отходов и устранения причин брака</p>

		<p>П-1 - Обладать способностью самостоятельно разрабатывать модели исследуемых процессов получения новых материалов и устройств оптоэлектроники, сенсорики и наноэлектроники;</p> <p>П-2 - Методами оценки инновационно–технологических рисков при внедрении новых технологий и изделий оптоэлектроники, сенсорики и электроники</p>
<p>Физико-химические процессы и оборудование в технологии материалов электроники</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-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений</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-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</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</p>

		<p>экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности</p>
	<p>ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации</p>

		<p>технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</p>
	<p>ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на</p>



		<p>основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</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 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</p>

		<p>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-3 - Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и осуществлять контроль качества технологических процессов</p>	<p>З-1 - Иметь представление об основных методах идентификации материалов оптоэлектроники и сенсорики;</p> <p>З-2 - Знать теоретические законы и правила, на которых основана работа основных методов аппаратного контроля структурного состояния кристаллических твердых тел</p> <p>З-3 - Представлять устройство основных приборов, используемых для описания структурных особенностей материалов оптоэлектроники и сенсорной техники</p> <p>У-1 - Обосновывать выбор технологической схемы аппаратного обеспечения при исследованиях материалов оптоэлектроники и сенсорной техники</p> <p>У-2 - Использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ их результатов</p> <p>П-1 - Владеть приемами контроля качества, сбора и анализа информации об исследуемых материалах</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Компьютерные методы анализа и**  
**исследования химико-технологических**  
**процессов**

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	Корсаков Александр Сергеевич	доктор технических наук, доцент	Профессор	физической и коллоидной химии
2	Марков Вячеслав Филиппович	доктор химических наук, профессор	Заведующий кафедрой	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
P1	Принципы построения моделей	Основные понятия и термины. Материальные и мысленные модели. Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов  Системы и процессы. Системный анализ. Роль моделей и моделирования в познании. Метод физического моделирования, области применения. Математическое моделирование. Два подхода к составлению математических моделей процесса: детерминированный и стохастический, их возможность и сфера использования. Алгоритмизация математических моделей. Проверка адекватности моделей. Оценка адекватности моделей с помощью статистических критериев. Возможности компьютерного моделирования на примере программы COMSOL Multiphysics.
P2	Моделирование кинетических процессов	Основные понятия химической кинетики. Кинетические уравнения. Методы решения кинетических уравнений. Экспериментальные методы исследования кинетики химических реакций в проточных реакторах идеального вытеснения и идеального перемешивания. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Методы численной реализации.

РЗ	Параметры оптимизации вычислительного эксперимента	Проверка воспроизводимости опытов. Постановка задачи оптимизации, классификация методов оптимизации. Изучение методов применения пакетов компьютерной математики, в частности пакета MATLAB, для технологических расчетов, математического моделирования и оптимизации при проектировании и управлении химико-технологическими процессами
----	--	---

### 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

### Компьютерные методы анализа и исследования химико-технологических процессов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Закгейм, А. Ю.; Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие.; Логос, Москва; 2012; <http://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=84988> (Электронное издание)
2. Гумеров, А. М.; Пакет Mathcad: теория и практика 1. ; Фн Академии наук Республики Татарстан, Казань; 2013; <http://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=258795> (Электронное издание)
3. Дьяконов, В. П.; VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование : практическое пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2008; <http://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=117681> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Закгейм, А. Ю.; Введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие для хим.-технол. спец. вузов.; Химия, Москва; 1982 (51 экз.)
2. , Гумеров, А. М., Валеев, Н. Н., Гумеров, А. М., Емельянов, В. М.; Математическое моделирование химико-технологических процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 240802 "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика".; КолоС, Москва; 2008 (11 экз.)
3. Марков, Ю. Г.; Математические модели химических реакций : учебник.; ЛАНЬ, Санкт-Петербург; 2013 (3 экз.)
4. , Холоднов, В. А., Дьяконов, В. П., Иванова, Е. Н., Кирьянова, Л. С.; Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов. Практическое руководство; Професионал, Санкт-Петербург; 2003 (2 экз.)
5. Кафаров, В. В.; Математическое моделирование основных процессов химических производств : Учеб. пособие для хим.-технолог. спец. вузов.; Высш. шк., Москва; 1991 (32 экз.)
6. Гартман, Т. Н., Клушин, Д. В.; Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Основ. процессы хим. пр-в и хим. кибернетика".; Академкнига, Москва; 2006 (18 экз.)

7. Адлер, Ю. П.; Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий : [монография].; Наука, Москва; 1976 (16 экз.)
8. , Ермаков, С. М., Жиглявский, А. А.; Математическая теория планирования эксперимента; Наука, Москва; 1983 (7 экз.)
9. , Ермаков, С. М.; Математическая теория планирования эксперимента; Наука, Москва; 1983 (5 экз.)

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

Образовательный портал УрФУ <http://study.urfu.ru>

Электронный научный архив УрФУ <http://elar.urfu.ru>

Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>

Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>

Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru/>

### **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**

Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/bse/3009.html>

Алхимик. Сайт кафедры неорганической химии МИТХТ им. М.В. Ломоносова. Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/>

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

### **Компьютерные методы анализа и исследования химико-технологических процессов**

#### **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	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Mathcad Professor Edition - Floating (PKG-7557-F)

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Matlab+Simulink</p> <p>Maple 11</p> <p>Google Chrome браузер</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>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Adobe Acrobat Professional 2017</p> <p>Multiple Platforms</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Matlab+Simulink</p> <p>Mathcad Professor Edition - Floating (PKG-7557-F)</p> <p>Maple 11</p> <p>Google Chrome браузер</p>
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>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Adobe Acrobat Professional 2017</p> <p>Multiple Platforms</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Matlab+Simulink</p> <p>Mathcad Professor Edition - Floating (PKG-7557-F)</p> <p>Maple 11</p> <p>Google Chrome браузер</p>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Matlab+Simulink</p> <p>Mathcad Professor Edition - Floating (PKG-7557-F)</p> <p>Maple 11</p> <p>Google Chrome браузер</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Исследование структуры, состава,**  
**морфологии тонких пленок и нанопорошков**

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	Ермаков Алексей Николаевич	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и коллоидной химии
2	Марков Вячеслав Филиппович	доктор химических наук, профессор	Заведующий кафедрой	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
P1	Дифракционные методы исследования функциональных материалов. Рентгенография	Основные сведения о дифракции рентгеновских лучей Уравнение Лауэ. Закон Вульфа – Брэгга. Технологическое обеспечение рентгенофазового анализа. Схема Гинье. Схема Брентано. Современные методы обработки данных рентгенографии с привлечением специального программного обеспечения и Международных баз данных. Достоинства и недостатки метода рентгенографии, объективность его использования
P2	Электронно-микроскопические исследования функциональных материалов. Растровая электронная микроскопия в комплексе с методикой энерго-дисперсионного анализа	Основные принципы работы растрового электронного микроскопа и энерго-дисперсионного анализатора. Закономерности формирования изображений в растровом электронном микроскопе и их компиляция для проведения энерго-дисперсионного анализа. Основные режимы съемки различных функциональных материалов. Основные принципы обработки данных РЭМ – EDX с использованием программ графического и статистического профиля
P3	Методики зондовых исследований функциональных материалов. Сканирующая туннельная микроскопия	Туннельный эффект и основные принципы работы туннельного микроскопа. Требования к материалам для исследования методом СТМ. Возможности метода. Параметры съемки при проведении зондовых исследований. Принципы обработки данных сканирующей туннельной микроскопии, с использованием специализированного программного обеспечения, предназначенного для работы со сканирующим туннельным микроскопом.
P4	Возможности обобщения и последующего описания	Сопоставление данных рентгенофазового анализа и растровой электронной микроскопии. Сопоставление состава объектов с

	<p>процессов формирования функциональных материалов.</p>	<p>данными энерго-дисперсионного анализа, корреляция основных характеристик методов, описание процессов фазо- и структурообразования в ходе синтеза функциональных материалов. Прецизионное совмещение данных РЭМ и СТМ с возможностью преобразования и построения трехмерных моделей с их последующим описанием.</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

### Исследование структуры, состава, морфологии тонких пленок и нанопорошков

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Гонсалес, Р., Р., Чочиа, П. А., Рубанова, Л. И.; Цифровая обработка изображений: практические советы; Техносфера, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=233465> (Электронное издание)
2. Киттель, Ч., Ч.; Введение в физику твердого тела; Наука, Москва; 1978; <https://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=483361> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Уорден, К., Баженов, С. Л.; Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение; Техносфера, Москва; 2006 (6 экз.)
2. Брандон, Д., Каплан, У., Баженов, С. Л., Егорова, О. В.; Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подгот. "Прикладная математика и физика"; Техносфера, Москва; 2004 (43 экз.)
3. Гонсалес, Р., Вудс, Р., Чочиа, П. А., Рубанов, Л. И., Сушко, Д. В.; Цифровая обработка изображений : [монография]; Техносфера, Москва; 2006 (9 экз.)
4. Медведев, А.; Технология производства печатных плат; Техносфера, Москва; 2005 (6 экз.)
5. Ормонт, Б. Ф., Глазов, В. М.; Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников : Учеб. пособие для вузов.; Высш. шк., Москва; 1982 (16 экз.)
6. Вест, Антони Р., А. Р.; Химия твердого тела. Теория и приложения : В 2 ч. : Пер. с англ. Ч. 1. ; Мир, Москва; 1988 (10 экз.)
7. Вест, Антони Р., А. Р.; Химия твердого тела. Теория и приложения : В 2 ч. : Пер. с англ. Ч. 2. ; Мир, Москва; 1988 (10 экз.)
8. Киттель, Ч., Гусев, А. А., Пахнев, А. В.; Введение в физику твердого тела; Наука, Москва; 1978 (44 экз.)
9. Павлов, П. В., Хохлов, А. Ф.; Физика твердого тела : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Физика" и специальностям "Физика и технология материалов и компонентов электронной техники", "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы"; Высшая школа, Москва; 2000 (47 экз.)

10. Павлов, П. В.; Физика твердого тела : Учеб. пособие для студентов, обуч. по спец. "Физика".; Высшая школа, Москва; 1985 (47 экз.)

11. Ковтуненко, П. В.; Физическая химия твердого тела: Кристаллы с дефектами : Учеб. для вузов по спец. "Хим. технология материалов и изделий электрон. техники".; Высш.шк., Москва; 1993 (14 экз.)

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

Образовательный портал УрФУ <http://study.urfu.ru>

Электронный научный архив УрФУ <http://elar.urfu.ru>

Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>

Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>

Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru/>

### **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**

Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru>

Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

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

### **Исследование структуры, состава, морфологии тонких пленок и нанопорошков**

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

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome браузер

		Подключение к сети Интернет	
2	Лабораторные 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>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>OriginPro</p> <p>Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms</p> <p>Photoshop Extended CS3 Russian version Win Educ</p> <p>CorelDRAW Graphics Suite 2017 Education Lic (5-50)</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome браузер</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome браузер</p>
4	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>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>OriginPro</p> <p>Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome браузер</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>OriginPro</p> <p>CorelDRAW Graphics Suite X8 Education Lic (5-50)</p> <p>Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms</p>

			<p>Photoshop Extended CS3 Russian version Win Educ</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome бpayзep</p>
--	--	--	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Наноматериалы, их синтез, диагностика и**  
**применение**

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	Марков Вячеслав Филиппович	доктор химических наук, профессор	Заведующий кафедрой	физической и коллоидной химии
2	Маскаева Лариса Николаевна	доктор химических наук, профессор	Профессор	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
P1	Классификация наноматериалов, размерные эффекты в них	<p>Технологические циклы в развитии техники. Структура, ключевые факторы и особенности шестого технологического уклада. Понятия наноматериала и нанотехнологии. Наносистемы, нанодиагностика, наноинженерия. Общие закономерности поведения наносистем. Направления развития и основные постулаты индустрии наносистем. Актуальные научно-технические проекты развития индустрии наносистем.</p> <p>Количественные характеристики материалов в дисперсном состоянии. Дисперсность. Классификация частиц по мерности. Понятие размерного эффекта в материалах. Внешний, квантовый, фазовый размерные эффекты. Причины возникновения размерных эффектов. Классификация наноматериалов. Кластеры и наночастицы. Геометрическая структура, магические и координационные числа для малых кластеров. Особенности материалов в наноструктурном состоянии. Зависимость теплоемкости, параметров кристаллической решетки, температуры фазовых переходов от размеров частиц. Электрические и магнитные свойства наноматериалов. Ширина запрещенной зоны, электронная структура в нанополупроводниках. Оптические спектры нанокластеров. Механические характеристики дисперсных сред. Химические, каталитические и биологически активные свойства наночастиц.</p>

<p><b>P2</b></p>	<p>Методы получения нанодисперсий и наноструктурных материалов</p>	<p>Основные принципы получения наноматериалов. Классификация методов их получения. Синтез наноматериалов по принципам “сверху-вниз” и “снизу-вверх”. Примеры получения наноматериалов различными методами. Получение нанопорошков. Методы механического диспергирования. Размол в псевдооживленном слое. Ультразвуковое диспергирование. Электрическое диспергирование. Испарение в потоке инертного газа. Ударное распыление расплава. Спинингование. Электродинамическое распыление расплавов. Пиролиз аэрозолей. Метод Печини. Газовая атомизация. Методы интенсивной пластической деформации (кручение под квазигидростатическим давлением, равноканальное угловое прессование). Сублимационная сушка. Детонационный синтез и электровзрыв.</p> <p>Конденсационные методы синтеза наноматериалов. Особенности зародышеобразования. Понятие критического зародыша. Механизмы роста частиц при формировании пленки (по Франка-ван дер Мерве, Вольмеру-Веберу, Странски-Крастанову). Габитус кристаллов. Влияние условий роста на форму кристалла. Дендриты и сферолиты. Закон геометрического отбора. Вакуумные методы получения наноматериалов(PVD). Термическое вакуумное напыление. Ионно–плазменные (катодные) методы. Высокочастотное распыление. Магнетронное распыление. Реактивное распыление. Газофазные методы получения наноматериалов. Ионно-лучевое напыление пленок. Ионное плакирование. Ионная имплантация. Лазерная группа методов синтеза. Получение наноструктурных материалов методами эпитаксии. Методы криоконденсации. Нанесение пленок методом Ленгмюра-Блоджетт. Химическое осаждение из газовой фазы (CVD). Ударно-волновой синтез. Получение наноструктурных материалов методом химической сборки. Золь-гель технология. Гидро- и сольвотермальный синтез. Электрохимические методы получения наноматериалов. Получения пленок методом пульверизации. Методы химического соосаждения из растворов. Вклад кафедры физической и коллоидной химии УрФУ в разработку метода гидрохимического осаждения.</p> <p>Фуллерены. Методы получения фуллеренов. Нанотрубки, методы их получения (лазерное распыление, осаждение из газовой фазы). Очистка нанотрубок. Получения наноматериалов методами самосборки. Автосборка. Понятие ассемблера. Нанофабрика. Конвергентная и параллельная сборка.</p>
<p><b>P3</b></p>	<p>Технологические подходы к изготовлению наноструктур</p>	<p>Технологические подходы к изготовлению структур в нанотехнологиях. Понятие чистого помещения в нанотехнологии. Принципы организации чистых помещений. Источники загрязнений. Стандарты классификации чистых помещений. Классы чистоты помещения. Турбулентно вентилируемые ЧП. Чистые помещения с однонаправленным потоком. Характеристики воздухообмена. Проектирование и выбор конструкционных материалов. Фильтрация воздуха и</p>



		<p>определение концентрации частиц. Правила поведения в ЧП. Дополнительные «чистые» технологические компоненты.</p> <p>Оптическая нанолитография. Электронно-лучевая нанолитография. Рентгенолитография. Ионолитография. Импринт-литография. Нанолитография на основе атомно-силовой микроскопии. Нанопотоника.</p> <p>Формирование квантовых точек посредством самоорганизации при эпитаксии. Использование массивов квантовых точек в приборных структурах. Устройства и перспективы молекулярной электроники. Молекулы проводники и молекулы изоляторы. Молекулы – диоды. Молекулы – транзисторы. Молекулярные элементы памяти.</p>
<b>P4</b>	Методы исследования и аттестации наноматериалов	<p>Методы исследования и аттестации наноматериалов. Электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ), ее возможности и основные характеристики. Высоковольтная ПЭМ (HVEM). Сканирующая ПЭМ (STEM). Использование ПЭМ для исследования топографии. Сканирующая (растровая) электронная микроскопия – РЭМ (SEM), ее основные характеристики. Элементный химический анализ с помощью РЭМ. Условия и требования к работе РЭМ. Сравнительные характеристики ПЭМ и РЭМ. Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ), его принцип действия и основные моды. Манипуляция отдельными атомами с помощью СТМ. Атомно-силовая микроскопия (АСМ). Типы АСМ кантилеверов. Качество АСМ изображения. Контактные АСМ моды. Магнитно-силовая микроскопия (МСМ). Качество МСМ изображения. Оптическая микроскопия, ее достоинства и недостатки. Сканирующая лазерная конфокальная микроскопия. Сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля (SNOM). Сравнительные характеристики разных видов микроскопий. Рентгеновский анализ. Метод малоуглового рентгеновского рассеяния (SAXS). Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). Оптическая спектроскопия. ИК-спектроскопия. Колебательная (рамановская) спектроскопия. Динамическое рассеяние света. Мёссбауэровская спектроскопия (ядерный гамма резонанс, ЯГР). Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Фотолуминесценция.</p>
<b>P5</b>	Применение наноматериалов и наносистем	<p>Применение наноматериалов и наносистем в медицине, материаловедении, электронике, компьютерных технологиях, робототехнике, промышленности, космонавтике, (космический лифт), военной технике, экологии. Нанотоксикология, основные опасности при широком использовании наноматериалов. Проблемы в социальной сфере при переходе к нанотехнологиям.</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**

### **Наноматериалы, их синтез, диагностика и применение**

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

1. Рамбиди, Н. Г.; Физические и химические основы нанотехнологий; Физматлит, Москва; 2009; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76611> (Электронное издание)
2. Гусев, А. И.; Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография.; Физматлит, Москва; 2009; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Андриевский, Р. А., Рагуля, А. В.; Наноструктурные материалы : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов 651800 "Физ. материаловедение".; Академия, Москва; 2005 (15 экз.)
2. Андриевский, Р. А.; Наноструктурные материалы : учеб. пособие для вузов.; Academia, Москва; 2005 (23 экз.)
3. Марков, В. Ф., Маскаева, Л. Н., Иванов, П. Н.; Гидрохимическое осаждение пленок сульфидов металлов: моделирование и эксперимент : [монография].; УрО РАН, Екатеринбург; 2006 (21 экз.)
4. Ратнер, Ратнер М., Ратнер, Ратнер Д., Назаренко, А. В.; Нанотехнология. Простое объяснение очередной гениальной идеи; Вильямс, Москва ; СПб. ; Киев; 2004 (26 экз.)

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

Учебное электронное пособие "РАСЧЕТ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ХАЛЬКОГЕНИДОВ МЕТАЛЛОВ ПРИ ГИДРОХИМИЧЕСКОМ ОСАЖДЕНИИ", режим доступа: [https://study.urfu.ru/Aid/Publication/171/1/Markov\\_Maskaeva\\_L1.pdf](https://study.urfu.ru/Aid/Publication/171/1/Markov_Maskaeva_L1.pdf)

Маскаева Л. Н. Технология тонких пленок и покрытий : учебное пособие. Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/52376>

Гидрохимическое осаждение тонких пленок халькогенидов металлов : практикум : Рекомендовано методическим советом УрФУ для студентов, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки 18.03.01, 18.04.01 «Химическая технология» . Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/73905>

#### **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**

Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: <http://book.uraic.ru/>

Служба тематических толковых словарей. – URL: <http://www.glossary.ru/>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Наноматериалы, их синтез, диагностика и применение

#### 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	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Лабораторные работы должны выполняться в специализированных классах, оснащённых вытяжными шкафами, химической посудой и реактивами.	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome браузер

3	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>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome браузер</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome браузер</p>
5	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>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome браузер</p>
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome браузер</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физико-химические процессы и**  
**оборудование в технологии материалов**  
**электроники**

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	Алексеева Татьяна Анатольевна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и коллоидной химии
2	Марков Вячеслав Филиппович	доктор химических наук, профессор	Заведующий кафедрой	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
P1	Физико-химические основы технологических процессов в производстве материалов и изделий электроники	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.
P2	Кинетические, диффузионные и поверхностные явления и межфазные взаимодействия в технологических процессах	Основы кинетики технологических процессов. Основы моделирования кинетики процессов. Поверхностные явления при проведении технологических операций. Диффузионные явления и межфазное взаимодействие в технологических процессах.
P3	Физические основы вакуумной, ионно-плазменной, электронно-лучевой и лазерной технологии	Вакуумная технология и расчет вакуумных систем. Лазерная технология. Электронно-лучевая технология. Ионно-лучевая технология. Плазменная технология.
P4	Основы технологии изготовления приборов и устройств вакуумной, плазменной, твердотельной электроники	Технология производства электровакуумных приборов. Применение керамики в технологии электронных приборов. Литография. Планетарная технология.

## 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 процессы и оборудование в технологии материалов электроники**

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

1. Куш, Г. Г.; Приборы и устройства оптического и СВЧ диапазонов : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208585> (Электронное издание)
2. , Соيفер, В. А.; Методы компьютерной оптики : монография.; Физматлит, Москва; 2003; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69488> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Таиров, Ю. М., Цветков, В. Ф.; Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов : Учебник для вузов.; Высшая школа, Москва; 1983 (7 экз.)
2. Таиров, Ю. М., Цветков, В. Ф.; Технология полупроводниковых и диэлектрических приборов : Учеб. для вузов.; Б. и., Санкт-Петербург; 2002 (5 экз.)
3. Пасынков, В. В., Сорокин, В. С.; Материалы электронной техники : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям электрон. техники.; Лань, СПб. ; Москва ; Краснодар; 2003 (49 экз.)
4. Пихтин, А. Н.; Оптическая и квантовая электроника : Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электроника и микроэлектроника".; Высшая школа, Москва; 2001 (15 экз.)
5. Пасынков, В. В., Чиркин, Л. К.; Полупроводниковые приборы : учебник для вузов.; Лань, Санкт-Петербург; 2001 (61 экз.)
6. 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.)
7. , 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.)
8. , Глэнг, Р., Елинсон, М. И., Кан, И. Х., Мадер, С., Майссел, Л., Нейгебауэр, К. А., Смолко, Г. Г.; Технология тонких пленок : Справочник: В 2 т. Т. 2 /К.А. Нейгебауэр, С. Мадер, И.Х. Кан и др. ; Советское радио, Москва; 1977 (8 экз.)
9. Парфенов, О. Д.; Технология микросхем : Учеб. пособие для вузов.; Высш. шк., Москва; 1977 (14 экз.)

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

Образовательный портал УрФУ <http://study.urfu.ru>

Электронный научный архив УрФУ <http://elar.urfu.ru>

Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>

Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>

Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>

### 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

Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: <http://book.uraic.ru/>

Служба тематических толковых словарей. – URL: <http://www.glossary.ru/>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физико-химические процессы и оборудование в технологии материалов электроники

### 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	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome браузер
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome браузер



3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
4	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>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome браузер</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome браузер</p>