

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
1157988	Технологии материалов оптоэлектроники и сенсорики

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	<b>Код ОП</b> 1. 18.03.01/33.03
<b>Направление подготовки</b> 1. Химическая технология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 18.03.01

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	Виноградова Татьяна Владимировна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и коллоидной химии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Технологии материалов оптоэлектроники и сенсорики**

## **1.1. Аннотация содержания модуля**

Данный модуль формирует у студентов знания и понимание процессов, происходящих в материалах оптоэлектронной техники; знакомит с физико-химическими закономерностями процессов получения данных материалов; с технологическими особенностями производства основных материалов оптоэлектроники и сенсорики. В дисциплине «Наноматериалы и нанотехнологии» изучаются особенности поведения материалов в наносостоянии, их получение с использованием различных физико-химических технологий и использование для изготовления функциональных элементов в наноэлектронике. Подробно рассматриваются вопросы, касающиеся наномасштабирования, внутренних и внешних размерных эффектов в наноматериалах, способов получения наноматериалов методами диспергирования и конденсации. Дисциплина «Процессы, оборудование и технологии изделий оптоэлектроники» направлена на освоение студентами физико-химических закономерностей, лежащих в основе технологических приемов и операций получения материалов микроэлектроники и нанотехнологии. В данной дисциплине широко используется математический аппарат, а также методы исследования физико-химических закономерностей, что позволяет организовывать проведение экспериментов, их обработку и анализ результатов, построение модели для описания и прогнозирования процессов, самостоятельную разработку моделей исследуемых процессов, новых материалов для микроэлектроники и нанотехнологии. Дисциплина «Ресурсосбережение и экологически безопасные технологии» посвящена изучению студентами системы правовых, организационных, научно-исследовательских, производственных и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов в различных отраслях промышленности. Дисциплина способствует формированию у студентов теоретических представлений и элементарных практических навыков в области энергосбережения и осуществления природоохранной деятельности путем анализа технологических схем действующих предприятий, а также при создании и реконструкции систем охраны окружающей среды от промышленных загрязнений. Дисциплина «Технология тонких пленок и покрытий» формирует знания об основных технологических процессах, физико-химических явлениях, этапах развития тонкопленочных технологий при создании различных материалов электронной техники, наноэлектроники и солнечной энергетики. В дисциплине «Технология материалов альтернативной энергетики» рассматриваются: общая классификация альтернативных источников энергии; принципы преобразования, достоинства и недостатки использования нетрадиционных источников энергии; термоэмиссионное преобразование энергии; химические источники тока, принцип действия и виды; водородная энергетика; технология изготовления термоэлектрических материалов; термоэлектрические генераторы и их виды; полупроводниковые фотоэлектрохимические элементы различного назначения; природа и спектральный состав солнечного света; основные виды солнечных преобразователей; материалы для фотопреобразователей и их классификация; характеристика и основные физико-химические, электрические и оптические свойства полупроводниковых материалов и твердых растворов на их основе; кремневые элементы; реализация тонкопленочных технологий в каскадных солнечных элементах; квантовые точки в солнечных элементах; химические и физические методы получения тонкопленочных солнечных преобразователей; методы исследования материалов.

## **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	Технология тонких пленок и покрытий	4
2	Технология материалов альтернативной энергетики	3
3	Наноматериалы и нанотехнологии	4
4	Процессы, оборудование и технологии изделий оптоэлектроники	4
5	Ресурсосбережение и экологически безопасные технологии	3
ИТОГО по модулю:		18

### 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физико-химические основы материалов современной электроники</li> <li>2. Физико-химические закономерности неорганических процессов</li> </ol>
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технологические процессы изготовления элементов электронной техники</li> </ol>

### 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
Наноматериалы и нанотехнологии	ПК-8 - Способен осуществлять контроль качества технологических процессов и выпускаемой продукции	<p>З-2 - Сделать обзор современных методов аттестации и технологии изготовления наноматериалов</p> <p>У-2 - Анализировать влияние размерного фактора на свойства наноматериалов</p>

		<p>П-2 - Имеет практический опыт выполнения расчетов основных характеристик химико-технологических процессов</p>
	<p>ПК-9 - Способен провести определение качества материала и условий эксплуатации оборудования оптоэлектронных приборов и наноматериалов</p>	<p>З-2 - Изложить физико-химические характеристики наноструктурированных композиционных материалов</p> <p>У-2 - Систематизировать информацию о современных методах исследования наноматериалов для решения профессиональных задач</p> <p>П-2 - Владеет практическими навыками определения оптимальных и рациональных параметров проведения исследований в области производства новых материалов</p>
<p>Процессы, оборудование и технологии изделий оптоэлектроники</p>	<p>ПК-9 - Способен провести определение качества материала и условий эксплуатации оборудования оптоэлектронных приборов и наноматериалов</p>	<p>З-3 - Описывать базовые технологические процессы и технологическое оборудование, используемые в производстве приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологии</p> <p>У-3 - Обосновать выбор материала для изготовления тонкопленочного изделия оптоэлектроники</p> <p>П-3 - Владеет практическими навыками проведения измерений и оценки погрешностей изготовления тонкопленочных изделий</p>
	<p>ПК-13 - Способен осуществить сбор и анализ информации и подготовить технико-экономическое обоснование предложенной технологии производства новых наноструктурированных материалов</p>	<p>З-2 - Характеризовать материалы, используемые в оптоэлектронике, оптоэлектронные приборы и устройства</p> <p>У-2 - Выбирать адекватные методы поиска и анализа научно-технической информации по заданной теме</p> <p>П-2 - Имеет практический опыт сбора информации о перспективных методах получения материалов опто- и микроэлектроники</p>
<p>Ресурсосбережение и экологически безопасные технологии</p>	<p>ПК-7 - Способен осуществлять разработку рабочей, отчетной и проектной документации</p>	<p>З-1 - Сделать обзор нормативной документации по контролю влияния производства на окружающую среду и человека</p> <p>У-1 - Анализировать влияние производства новых материалов на окружающую среду и здоровье человека</p>

		<p>П-1 - Владеет навыками представления и оформления результатов исследований</p>
	<p>ПК-8 - Способен осуществлять контроль качества технологических процессов и выпускаемой продукции</p>	<p>З-3 - Изложить требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента охраны здоровья и охраны труда</p> <p>У-3 - Оценивает безопасность и экологичность производства</p> <p>П-3 - Выполнять расчет количеств загрязняющих веществ при проектировании предприятий</p>
Технология материалов альтернативной энергетики	<p>ПК-10 - Способен провести анализ и измерение характеристик новых наноструктурированных материалов</p>	<p>З-3 - Сделать обзор основных материалов альтернативной энергетики</p> <p>У-3 - Анализирует технологические особенности получения и свойства материалов энергетики для их дальнейшего использования в практической деятельности</p> <p>П-3 - Имеет практический опыт расчета характеристик материалов для альтернативной энергетики</p>
	<p>ПК-13 - Способен осуществить сбор и анализ информации и подготовить технико-экономическое обоснование предложенной технологии производства новых наноструктурированных материалов</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных источников альтернативной энергии и материалов, используемых в альтернативной энергетике</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию об источниках альтернативной энергетики</p> <p>П-1 - Подготовить презентацию современных материалов для альтернативной энергетики</p>
Технология тонких пленок и покрытий	<p>ПК-6 - Способен осуществить разработку технологических условий и методик для производства новых материалов</p>	<p>З-1 - Характеризовать методы получения тонких пленок и покрытий</p> <p>У-1 - Обосновывать выбор условий проведения синтеза в зависимости от вида получаемых материалов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт осаждения тонких пленок</p>
	<p>ПК-10 - Способен провести анализ и измерение характеристик новых</p>	<p>З-2 - Сделать обзор методов получения новых наноструктурированных материалов и измерения их характеристик</p> <p>У-2 - Анализовать результаты измерения характеристик материалов</p>

	наноструктурированных материалов	П-2 - Имеет практический опыт синтеза и измерения характеристик материалов
	ПК-12 - Способен организовать проведение испытаний и работу по освоению производства новых материалов, осуществлять руководство работами по производству новых материалов	З-3 - Характеризовать базовые технологические процессы и технологическое оборудование, используемые в процессе производства новых материалов У-3 - Формулировать задание на синтез и исследование новых материалов П-3 - Работая в команде, составлять план проведения эксперимента по синтезу новых материалов

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Технология тонких пленок и покрытий**

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	Виноградова Татьяна Владимировна	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
3	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	Физико-химические принципы организации технологий тонких пленок и покрытий	Роль планарных технологий в развитии современной техники. Понятия "пленка", "тонкая пленка", "покрытие". Основные этапы процесса осаждения тонких пленок и покрытий. Процесс конденсации твердой фазы на подложке, образование зародышей и механизмы роста тонких пленок и покрытий.  Роль подложки при осаждении пленок. Подложечные материалы, их свойства, требования к выбору материала подложки. Методы подготовки поверхности подложек. Методы анализа пленок и покрытий. Измерение толщин пленок и покрытий.
P2	Вакуумные методы нанесения пленок и покрытий	Физические процессы, лежащие в основе технологий тонких пленок и покрытий электронной техники и энергетики. Термическое вакуумное испарение. Ионное вакуумное распыление. Катодное вакуумное распыление. Высокочастотное распыление. Магнетронное распыление. Реактивное ионно-плазменное напыление. Лазерное испарение. Импульсное лазерное испарение.
P3	Химические и электрохимические технологии осаждения тонких пленок и покрытий	Химическое осаждение из газовой фазы. Пиролиз, реакции восстановления, окисления и т. д.. Синтез пленок и покрытий из металлоорганических соединений. Электрохимические методы формирования пленок и покрытий. Металлизация. Электрофоретический метод формирования покрытий. Гидрохимический метод осаждения тонких пленок. Халькогенизаторы. Комплексообразующие агенты. Химическое

		соосаждение халькогенидов металлов с целью синтеза твердых растворов. Вклад кафедры физической и коллоидной химии УрФУ в развитие гидрохимического метода осаждения тонких пленок.
<b>P4</b>	Методы эпитаксиального наращивания тонких пленок и покрытий	<p>Понятие эпитаксии. Классификация эпитаксиальных процессов: газофазный, жидкофазный, твердофазный, эпитаксия в системе пар-жидкость-кристалл.</p> <p>Метод молекулярно-лучевой эпитаксии. Основы теории формирования многослойных пленок и покрытий.</p> <p>Влияние условий роста на морфологию поверхности тонких пленок и покрытий. Формирование гетероструктур и сверхрешеток. Технологии наращивания эпитаксиальных слоев кремния, соединений АЗВ5.</p>
<b>P5</b>	Применение тонкопленочных функциональных материалов и покрытий в электронной технике и энергетике.	<p>Области применения тонкопленочных материалов и покрытий. Виды тонкопленочных материалов и покрытий, их классификация по спектральному диапазону чувствительности.</p> <p>Технологии выращивания пленок кремния, германия, свойства и применение изделий электронной техники на их основе.</p> <p>Материалы для преобразователей солнечной энергетики (кремний, халькогениды кадмия, индий-медь-селен, индий-медь-сера и др.).</p> <p>Достижения кафедры физической и коллоидной химии УрФУ в развитии технологии тонкопленочного синтеза материалов ИК-техники.</p>
<b>P6</b>	Нанесение и функциональные свойства проводящих, защитных и просветляющих тонкопленочных покрытий	Назначение, материалы и технология нанесения проводящих, защитных и просветляющих тонкопленочных покрытий в электронной технике и энергетике. Покрытия для волоконно-оптических кабельных материалов.

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

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская  профориентационная	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-6 - Способен осуществить разработку технологических условий и методик для производства новых материалов	У-1 - Обосновывать выбор условий проведения синтеза в зависимости от вида получаемых материалов

	деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология самостоятельной работы		П-1 - Иметь практический опыт осаждения тонких пленок
			ПК-10 - Способен провести анализ и измерение характеристик новых наноструктурированных материалов	П-2 - Имеет практический опыт синтеза и измерения характеристик материалов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Технология тонких пленок и покрытий

#### Электронные ресурсы (издания)

1. , Маркова, , В. Ф.; Гидрохимическое осаждение тонких пленок халькогенидов металлов : практикум.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/106357.html> (Электронное издание)
2. Марков, , В. Ф., Маркова, , В. Ф.; Материалы современной электроники : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/69626.html> (Электронное издание)
3. , Маскаевой, , Л. Н.; Технология химического осаждения пленок халькогенидов металлов : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/106532.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Марков, В. Ф., Маскаева, Л. Н., Иванов, П. Н.; Гидрохимическое осаждение пленок сульфидов металлов: моделирование и эксперимент : [монография].; УрО РАН, Екатеринбург; 2006 (21 экз.)
2. , Марков, В. Ф.; Гидрохимическое осаждение тонких пленок халькогенидов металлов : практикум для студентов, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки 18.03.01, 18.04.01 "Химическая технология".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017 (7 экз.)
3. , Маскаева, Л. Н.; Технология химического осаждения пленок халькогенидов металлов : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01, 18.04.01 "Химическая технология".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)
4. 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.)
5. Марков, В. Ф., Марков, В. Ф.; Материалы современной электроники : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки 240100 "Химическая технология", по специальности 240306 "Химическая технология монокристаллов, материалов и изделий электронной техники".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (10 экз.)

6. Антипов, Б. Л., Сорокин, В. С., Терехов, В. А.; Материалы электронной техники: Задачи и вопросы : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности электр. техники.; Лань, Санкт-Петербург; 2001 (7 экз.)
7. Таиров, Ю. М., Цветков, В. Ф.; Технология полупроводниковых и диэлектрических приборов : Учеб. для вузов.; Б. и., Санкт-Петербург; 2002 (5 экз.)
8. Суздаев, И. П.; Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов; [КомКнига, Москва; 2006] (3 экз.)
9. Марголин, В. И., Жабрев, В. А., Тупик, В. А.; Физические основы микроэлектроники : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" направления "Проектирование и технология электронных средств".; Академия, Москва; 2008 (10 экз.)
10. 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.)

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

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

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

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

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/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: [http://book.uraic.ru/el\\_library](http://book.uraic.ru/el_library)

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

<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;

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Технология тонких пленок и покрытий

Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность 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 Подключение к сети Интернет Мультимедийная аудитория	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 Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox
2	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	не предусмотрено
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не предусмотрено
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям	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

		<p>организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</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>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Технология материалов альтернативной**  
**энергетики**

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	Туленин Станислав Сергеевич	кандидат химических наук, без ученого звания	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
P1	Введение в альтернативную энергетику	Предмет курса и его задачи. История развития. Роль альтернативной энергетики в жизни человека. Экологические аспекты. Современные тенденции развития альтернативной энергетики в мире.
P2	Классификация альтернативных источников энергии	Ресурсы ветровой энергии на территории России. Принципы преобразования ветровой энергии. Ветроэлектрические станции. Гидроэнергетика. Виды ГЭС и история их создания. Оборудование и материалы, применяемые на ГЭС. Достоинства и недостатки. Кавитация Геотермальная энергетика. Источники тепла в недрах Земли. Схема действующих ГеоТЭЦ. Термоэмиссионное преобразование энергии. Химические источники тока и преобразователи тока. Принцип действия и основные виды. Химические источники тока одноразового действия. Электрохимические системы используются в элементах. Водородная энергетика. Топливные элементы и их устройства. Виды топливных элементов. Области применения водорода. Источники энергии для получения водорода. Получение водорода с помощью угля. Электролиз воды. Термохимические и комбинированные методы получения водорода из воды. Основные материалы мембранного электродного блока. Методы их получения и нанесения. Наномезопористый кремний и пористый алюминий, методы их получения
P3	Термоэлектрические генераторы и	Термоэлектрический эффект. Коэффициент Зебека и термоэлектрическая добротность. Материалы термопар. Основные технологии изготовления термоэлектрических



	фотоэлектрохимические элементы	материалов. Термоэлектрические генераторы. Схемы термоэлектродгенераторов. Действие света на полупроводник. Строение границы раздела полупроводник-раствор электролита. Процессы в полупроводниковых фотоэлектрохимических элементах. Основные характеристики элементов. Элементы для фотоэлектролиза воды, органических и неорганических веществ. Фотоэлементы регенеративного типа. Тепловые фотоэлементы.
<b>Р4</b>	Преобразователи солнечного излучения (солнечные элементы)	Солнечная энергетика. Природа и спектральный состав солнечного света. Прямое и не прямое преобразование солнечного света. История создания первых солнечных преобразователей. Виды солнечных преобразователей. Механизм поглощения света в полупроводнике. Фотовольтаический эффект в pn-переходе. Анализ свойств переходов. Основные характеристики солнечных элементов. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента. Эффективность преобразования солнечных элементов. Влияние температуры и освещенности на КПД. Спектральная чувствительность солнечного элемента. Материалы для фотопреобразователей и их классификация. Методы исследования полупроводниковых материалов. Кремневые элементы. Методы получения гидрогенизированного аморфного кремния и солнечные преобразователи на его основе. Тонкопленочные поликристаллические кремневые элементы. Тонкопленочные солнечные преобразователи на основе халькогенидов металлов. Группа полупроводников АПВV и АПВVI. Новые типы солнечных элементов. Каскадные элементы. Квантовые точки. Методы получения тонкопленочных солнечных преобразователей. Физическое осаждение из паровой фазы. Методы химического осаждения. Гидрохимический синтез материалов. Нанесение лицевого контакта. Антиотражающее покрытие.

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

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская  профориентационная деятельность  целенаправленная работа с информацией	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности  Технология самостоятельной работы	ПК-13 - Способен осуществить сбор и анализ информации и подготовить технико-экономическое обоснование предложенной технологии производства новых наноструктурирова	З-1 - Сделать обзор основных источников альтернативной энергии и материалов, используемых в альтернативной энергетике  У-1 - Собирать и анализировать научно-

	для использования в практических целях		нных материалов	техническую информацию об источниках альтернативной энергетики  П-1 - Подготовить презентацию современных материалов для альтернативной энергетики
--	--	--	-----------------	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Технология материалов альтернативной энергетики

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Бернштейн, А. С.; Термоэлектрические генераторы; Государственное энергетическое издательство, Москва, Ленинград; 1956; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239262> (Электронное издание)

#### Печатные издания

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

2. Лабунцов, Д. А.; Физические основы энергетики. Избранные труды по теплообмену, гидродинамике, термодинамике; Издательство МЭИ, Москва; 2000 (3 экз.)

3. , Шилова, О. А.; Золь-гель технология микро- и нанокompозитов : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки 210100 - "Электроника и наноэлектроника" и 222900 - "Нанотехнологии и микросистемная техника".; Лань, Санкт-Петербург; 2013 (4 экз.)

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

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

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

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

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/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: [http://book.uraic.ru/el\\_library](http://book.uraic.ru/el_library)

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

1. Калинин Ю.Я., Дубинин А.Б. Нетрадиционные способы получения энергии. Саратов : СПИ, 1983. 70 с.
2. Чепра К., Дас С. Тонкопленочные солнечные элементы. М. : Мир, 1986. 435 с.
3. Шпильрайн Э.Э., Малышенко С.П., Кулешов Г.Г. Введение в водородную энергетику. М. : Энергоатомиздат, 1984. 264 с.
4. Зарецкий С.А., Сучков В.Н., Животинский П.Б. Электрохимическая технология неорганических веществ и химические источники тока. М. : Высшая школа, 1980. 423 с.
5. Бернштейн А.С. Термоэлектрич генераторы. М. : Госэнергоиздат, 1956. 50 с.
6. Плесков Ю.В. Фотоэлектрохимические преобразователи солнечной энергии. М. : Химия, 1990. 176 с.
7. Иншакова Е.И. Развитие альтернативной энергетики на основе нанотехнологий: прогнозируемые эффекты российской экономики. Вестник волгоградского гос. ун.-та. 2014. № 5. С. 80-90.
8. Ахмедов Р.Б. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. - М. : Знание, 1988. 218 с.
9. Магомедов А.М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Махачкала : Юпитер, 1996. 245 с.
10. Пугач Л.И., Серант Ф.А., Серант Д.Ф. Нетрадиционная энергетика - возобновляемые источники, использование биомассы, термхимическая подготовка, экологическая безопасность. Новосибирск : НГТУ, 2006. 347 с.
11. Карпова С.С., Компан М.Е., Максимов А.И., Мошников В.А., Сапурина И.Ю., Спивак Ю.М., Теруков Е.И., Терукова Е.Е., Титков А.Н., 12. Томасов А.А., Шилова О.А., Шишов М.А. Основы водородной энергетики. СПб : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. 288 с.
13. Мошников В.А. Атомно-силовая микроскопия для нанотехнологии и диагностики. СПб : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2009. 78 с.

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

### **Технология материалов альтернативной энергетики**

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

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<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>Мультимедийная аудитория</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
2	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>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</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>	не предусмотрено
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	не предусмотрено
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</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> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Наноматериалы и нанотехнологии**

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	Кожевникова Наталья Сергеевна	кандидат химических наук, доцент	доцент	кафедра 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	Основные понятия и определения	Понятия «наноматериал» и «нанотехнология». История возникновения и развития науки о наноматериалах. Перспективы нанотехнологий. Дисперсные системы. Количественные характеристики материалов в дисперсном состоянии. Нанотехнологии и общество. Размерный эффект. Квантовые размерные эффекты. Объекты нанохимии. Классификации нанообъектов. Перечень ГОСТов и стандартов, применяемых в нанотехнологии.
P2	Методы синтеза наночастиц и наноматериалов	Требования к методам синтеза наночастиц и наноматериалов. Подходы к классификации методов синтеза наночастиц и наноматериалов. Физические методы получения наночастиц. Физическое осаждение из газовой фазы, распыление расплава, механическое измельчение. Химические методы получения наночастиц. Химическое осаждение из газовой фазы, высокоэнергетический синтез, осаждение из растворов. Основные методы получения нанопленок. Основные методы получения наноматериалов. Лазерная группа методов. Методы с использованием интенсивной пластической деформации. Ионная имплантация. Метод кристаллизации из аморфного состояния.
P3	Физико-химические свойства наночастиц	Термодинамические свойства. Свойства проводимости. Влияние размера частиц на термические свойства. Изменение температуры плавления в зависимости от размера частиц. Влияние размера частиц на магнитные свойства. Влияние размера частиц на механические свойства. Влияние размера

		частиц на химические свойства. Влияние размера частиц на оптические свойства. Плазмонный резонанс.
<b>P4</b>	Методы исследования наночастиц и наноматериалов	Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Дифракционные методы. Спектральные методы. Молекулярная спектроскопия (УФ/Вид-спектроскопия, ИК-спектроскопия, люминесцентная спектроскопия, КР-спектроскопия). Фотоэлектронная спектроскопия.
<b>P5</b>	Основные направления применения наноструктурированных материалов, наносистем и нанотехнологий	Фундаментальные и прикладные исследования: связь нанонауки и нанотехнологий. Развитие нанотехнологий. Механические наноустройства. Магнитные наноматериалы. Нанотехнологии в медицине. Наноматериалы в информационной среде. Наноматериалы в машиностроении. Наноматериалы в сельском хозяйстве. Наноматериалы в экологии и охране окружающей среды. Наноматериалы в легкой промышленности. Нанокатализ. Традиционные и альтернативные источники энергии. Наноматериалы в топливных элементах. Наноматериалы для хранения водорода. Наноматериалы в авиационной и космической областях. Наноматериалы в атомной и ядерной энергетике. Наноматериалы в социальной сфере. Наноматериалы в военной промышленности

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

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-8 - Способен осуществлять контроль качества технологических процессов и выпускаемой продукции	З-2 - Сделать обзор современных методов аттестации и технологии изготовления наноматериалов У-2 - Анализировать влияние размерного фактора на свойства наноматериалов П-2 - Имеет практический опыт выполнения расчетов основных



				характеристик химико- технологических процессов
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Наноматериалы и нанотехнологии

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Рамбиди, Н. Г.; Физические и химические основы нанотехнологий : курс лекций.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76611> (Электронное издание)
2. Сергеев, Г. Б.; Нанохимия : монография.; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва; 2007; <http://www.iprbookshop.ru/13145.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Рамбиди, Н. Г., Березкин, А. В.; Физические и химические основы нанотехнологий; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2009 (6 экз.)
2. Сергеев, Г. Б.; Нанохимия : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 020100 (510500) - Химия и по специальности 020101 (011000) - Химия.; КДУ, Москва; 2007 (3 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. Лозовский, В. Н., Константинова, Г. С., Лозовский, С. В.; Нанотехнология в электронике. Введение в специальность : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 210601 - "Нанотехнология в электронике"; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (2 экз.)
5. Лозовский, В. Н.; Нанотехнология в электронике. Введение в специальность : учеб. пособие для вузов.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2008 (5 экз.)
6. 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.)

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

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

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

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

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/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: [http://book.uraic.ru/el\\_library](http://book.uraic.ru/el_library)

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

1. Мультимедийный интерактивный ресурс № 12059 «Химические тонкопленочные тех-нологии в опто-наноэлектронике и сенсорной технике», 2014. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/12059>
2. ЭОР УрФУ № 13037 «Материалы современной электроники», 2014. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13037>
3. ЭОР УрФУ № 4674 «Технология производства тонкопленочных твердотельных сенсоров», 2007. Режим доступа <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/4674>
4. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Определение периода кристаллической решетки и состава химически осажденных пленок твердых растворов замещения: Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 16 с.

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Наноматериалы и нанотехнологии

Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность 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 Подключение к сети Интернет Мультимедийная аудитория	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 Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox

2	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>Подключение к сети Интернет</p> <p>Мультимедийная аудитория</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</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>	не предусмотрено
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>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Процессы, оборудование и технологии**  
**изделий оптоэлектроники**

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	Зарубин Иван Владимирович	кандидат химических наук, без ученого звания	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
P1	Основы микро- и нанооптоэлектроники	Основные понятия и законы. Направления развития и перспективы микро-, нано- и оптоэлектроники
P2	Основы нанотехнологии в оптоэлектронике.	Наноразмерные структуры. Классификация. Размерные эффекты и их проявление. Объемные свойства наноматериалов изделий оптоэлектроники. Фотоника и нанофотоника: основные понятия.
P3	Технологические возможности и перспективы получения материалов микро- и нанооптоэлектроники.  Нанотехнологии в оптоэлектронике.	Технологии получения, функциональные свойства изделий нанооптоэлектроники. Классификация процессов микро- и наноэлектроники. Общие тенденции реализации миниатюризации и интеграции. Материалы и устройства молекулярной электроники.

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

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональн	учебно-	Технология	ПК-13 - Способен	3-2 -

ое воспитание	исследовательская, научно-исследовательская  профориентационная деятельность  целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности  Технология самостоятельной работы	осуществить сбор и анализ информации и подготовить технико-экономическое обоснование предложенной технологии производства новых наноструктурированных материалов	Характеризовать материалы, используемые в оптоэлектронике, оптоэлектронные приборы и устройства  У-2 - Выбирать адекватные методы поиска и анализа научно-технической информации по заданной теме  П-2 - Имеет практической опыт сбора информации о перспективных методах получения материалов опто- и микроэлектроник и
---------------	--	---	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Процессы, оборудование и технологии изделий оптоэлектроники

#### 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)

#### Печатные издания

1. Гребнев, А. К., Гридин, В. Н, Дмитриев, В. П.; Оптоэлектронные элементы и устройства; Радио и связь, Москва; 1998 (5 экз.)

2. Рыжонков, Д.И.; Наноматериалы : учеб. пособие.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2012 (5 экз.)

3. Игнатов, А. Н.; Оптоэлектронные приборы и устройства : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов 210400 (654400) - Телекоммуникации.; Эко-Трендз, Москва; 2006 (3 экз.)

4. Игнатов, А. Н.; Оптоэлектроника и нанофотоника : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлениям подгот. "Электроника и наноэлектроника" и "Телекоммуникации".; Лань, Санкт-

Петербург ; Москва ; Краснодар; 2011 (2 экз.)

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

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

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

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

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/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: [http://book.uraic.ru/el\\_library](http://book.uraic.ru/el_library)

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

Чаплыгина Ю. А. Нанотехнологии в электронике / Ю. А. Чаплыгина. М. : Техносфера, 2005. 450 с.

Кирчанов В.С. Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики: учебное пособие / В.С.Кирчанов – Пермь. Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та 2019- 221с.

Величко, Д. В. Полупроводниковые приборы и устройства: Учеб. пособие / Д. В. Величко, В. Г. Рубанов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2006. – 184 с.

В.Б. Пономарев Оборудование заводов материалов электронной техники. Методические указания. Курс лекций / В.Б. Пономарев А.Б. Лошкарёв Учебное электронное текстовое издание © ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2008

Самохвалов М.К. Элементы и устройства оптоэлектроники: Учебное пособие для студентов. Ульяновск; УлГТУ, 2003. - 125 с.

Данилина Т.И. Технология тонкопленочных микросхем: Учебное пособие. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2006. — 164 с.

Л.А. Скоробогатова, С.М.Зубрицкий, А.Л. Петров, А.Л. Семенов. Технологии материалов для микро- и нанoeлектроники. Иркутский государственный университет 2009. 99 с.

Случинская И.А. Основы материаловедения и технологии полупроводников. М.: - 2002. 376 с. ил.

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Процессы, оборудование и технологии изделий оптоэлектроники

#### Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность 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 Подключение к сети Интернет Мультимедийная аудитория	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 Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет Мультимедийная аудитория	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 Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не предусмотрено
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	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 Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox



5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
---	----------------------------------	---	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Ресурсосбережение и экологически**  
**безопасные технологии**

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	Виноградова Татьяна Владимировна	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	Введение	Основные понятия и определения. Классификация источников загрязнений. Оценка техногенного воздействия на окружающую среду. Влияние промышленных предприятий. Анализ проблем, связанных с воздействием на окружающую среду наиболее экологически проблемных отраслей промышленности. Нормативная база и контроль качества окружающей среды.
P2	Экологические проблемы химической промышленности	Выбросы химических предприятий. Виды выбросов и методы их очистки. Основные антропогенные загрязнители воздуха. Последствия загрязнений атмосферы. Механические методы очистки выбросов от пыли. Очистка газообразных выбросов методами адсорбции и конденсации. Методы каталитической, термической и химической очистки отходящих газов. Пути снижения выбросов.  Стоки химических предприятий. Характеристика стоков. Классификация методов очистки стоков. Критерии применения методов очистки стоков. Механические, физико-химические, электрохимические, химические, биохимические, термические, сорбционные методы очистки стоков. Пути уменьшения количества сточных вод. Замкнутые системы водоснабжения.  Отходы промышленных предприятий. Основные источники возникновения и классификация твердых промышленных отходов. Методы переработки твердых отходов. Области вторичного применения отходов.  Экологическая опасность нанотехнологий.

<b>РЗ</b>	Концепция устойчивого развития и государственная политика в области охраны окружающей среды	<p>Принципы устойчивого развития цивилизации. Государственная политика в области охраны окружающей среды. Рациональное использование сырья и материалов, тепловых и энергетических ресурсов. Ресурсно - сырьевая политика государства. Экологическая политика в основе рационального использования и охраны природных ресурсов.</p> <p>Роль науки в решении задачи снижения вредного воздействия на окружающую среду. Возможности и перспективы.</p>

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

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-7 - Способен осуществлять разработку рабочей, отчетной и проектной документации	П-1 - Владеет навыками представления и оформления результатов исследований
	профориентационная деятельность		ПК-8 - Способен осуществлять контроль качества технологических процессов и выпускаемой продукции	У-3 - Оценивает безопасность и экологичность производства  П-3 - Выполнять расчет количеств загрязняющих веществ при проектировании предприятий
	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология самостоятельной работы		

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Ресурсосбережение и экологически безопасные технологии

#### Электронные ресурсы (издания)

- Смирнова, А. Л.; Физико-химические основы процессов очистки воды : учебное пособие для спо.; Профобразование, Уральский федеральный университет, Саратов, Екатеринбург; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/87888.html> (Электронное издание)
- Карелин, В. А.; Технология переработки облученного ядерного топлива : учебное пособие.; Томский политехнический университет, Томск; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/98963.html> (Электронное издание)

издание)

3. Бетенеков, Н. Д., Егоров, Ю. В.; Радиоэкологический мониторинг : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/65979.html> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Иканина, Е. В.; Основы ресурсосбережения в химической технологии : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 "Химическая технология".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017 (5 экз.)

2. Лотош, В. Е.; Технологии основных производств в природопользовании : Учебник для студентов вузов, обучающихся по экол.-экон. и инж. спец.;; Полиграфист, Екатеринбург; 2001 (7 экз.)

3. Родионов, А. И., Клушин, В. Н., Систер, В. Г.; Технологические процессы экологической безопасности (основы энвйронменталистики : Учебник для студентов вузов, обуч. по спец. "Охрана окружающей среды и рац. использование природных ресурсов".; Издательство Н. Бочкаревой, Калуга; 2000 (8 экз.)

4. Воронов, Ю. В., Яковлев, С. В.; Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Водоснабжение и водоотведение" направления подгот. дипломир. специалистов "Стр-во".; АСВ, Москва; 2006 (15 экз.)

5. Брюхань, Ф. Ф., Графкина, М. В., Сдобнякова, Е. Е.; Промышленная экология : учебник для студентов, обучающихся по направлению 270100 "Строительство".; ФОРУМ, Москва; 2011 (5 экз.)

6. ; Очистка производственных сточных вод : Учеб. пособие для студентов вузов.; Стройиздат, Москва; 1985 (17 экз.)

7. Воронина, А. В., Бетенеков, Н. Д., Недобух, Т. А.; Прикладная радиоэкология : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2010 (11 экз.)

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

Сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ. Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/>.

Сайт об особо охраняемых природных территориях РФ. Режим доступа: <http://www.zapoved.ru/>.

Всероссийский экологический портал. Режим доступа: <http://ecoportal.su/>.

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

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

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

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/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: [http://book.uraic.ru/el\\_library](http://book.uraic.ru/el_library)

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

Экология наноматериалов : учебное пособие : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки 152200 "Наноинженерия"] / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельев, А. П. Зыкова ; под ред. Л. Н. Патрикеева и А. А. Ревинной .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 272 с. : ил., табл.

Водоподготовка: Справочник. / Под ред. С.Е.Беликова. □ М.: Аква-Терм, 2007. □ 240 с.

Шилов И.А. Экология: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2009. – 512 с.

Общая токсикология. / Под ред. Б.А. Курляндского, В.А. Филова. – М.: Медицина, 2002. □ 608 с.

Удаление металлов из сточных вод. Нейтрализация и осаждение: Пер с англ. / Под ред. Дж.К. Кушни. □ М.: Металлургия, 1987. □ 176 с.

Гетманцев С.В., Нечаев И.А., Гандурина Л.В. Очистка промышленных сточных вод коагулянтами и флокулянтами. □ М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. □ 272 с.

Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : учебник для бакалавров, обучающихся по естественно-научным направлениям и специальностям / М. М. Редина, А. П. Хаустов ; Рос. ун-т дружбы народов .— Москва : Юрайт, 2014 .

Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство. / Под редакцией В.Н. Кудрявцева. □ М.: Глобус, 1998. □ 302 с.

Яковлев С.В., Краснобородько И.Г., Рогов В.И. Технология электрохимической очистки воды. □ Л.: Стройиздат, 1987. □ 312 с.

Иониты в химической технологии. / Под ред. Б.П. Никольского и П.Г. Романкова. □ Л.: Химия, 1982. □ 416 с.

Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. □ М.: Финансы и статистика. 2000. □ 672 с.

Применение неорганических сорбентов для очистки радиоактивно загрязненных природных вод и жидких радиоактивных отходов Ноговицына, Е. В., Воронина, А. В., Грицкевич, Е. Ю. & Никифоров, А. Ф., 2016, В: Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 5, стр. 102-110 9 стр.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ В РОДНИКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА И СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ Семенищев, В. С., Титова, С. М. & Воронина, А. В., 2020, В: Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 5, стр. 126-138 13 стр.

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

### **Ресурсосбережение и экологически безопасные технологии**

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

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<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>Мультимедийная аудитория</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
2	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>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</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>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</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>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox
--	--	--	---