

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>
1158101	Тонкопленочные технологии и изделия

**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	Зарубин Иван Владимирович	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

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Тонкопленочные технологии и изделия

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В модуле «Тонкопленочные технологии и изделия» рассматриваются вопросы, связанные с планарными технологиями, которые являются главенствующими в производстве материалов и изделий современной электроники и сенсорной техники. Основное внимание в модуле акцентируется на важности технологических процессов формирования пленок и покрытий в создании новых функциональных материалов, изделий электроники и сенсорики, в том числе методом химического осаждения пленок из водных растворов. Модуль включает следующие дисциплины: «Физико-химические технологии нанесения пленок и покрытий», «Гидрохимический синтез пленок функциональных материалов», «Твердотельные тонкопленочные оптические и химические сенсоры», заканчивается модуль выполнением проекта по модулю. При этом дисциплина «Физико-химические технологии нанесения пленок и покрытий» посвящена рассмотрению методов получения покрытий, их особенностях, достоинствах и недостатках, а также использованию их при получении различных материалов. Дисциплина «Гидрохимический синтез пленок функциональных материалов» описывает влияние на гидрохимический синтез создаваемых в процессе осаждения условий, раскрывает зависимость функциональных свойств тонкопленочных материалов от структуры сформированного в результате слоя. Изучение данной дисциплины позволяет учащимся целенаправленно воздействовать на процесс синтеза путем изменения условий. В дисциплине «Твердотельные тонкопленочные оптические и химические сенсоры» изложена информация по существующим на данный момент материалам, которые могут быть использованы в качестве оптических и химических сенсоров, особенностях их строения и структуры, а также методам 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	Физико-химические технологии нанесения пленок и покрытий	3
2	Проект по модулю "Тонкопленочные технологии и изделия"	3
3	Гидрохимический синтез пленок функциональных материалов	5
4	Твердотельные оптические и химические сенсоры	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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Диагностика и исследование дисперсных систем</li> <li>2. Основные подходы к анализу биохимических объектов</li> </ol>
---	---

#### 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
Гидрохимический синтез пленочных функциональных материалов	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	<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 области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p>

	<p>ОПК-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-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,</p>

		<p>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 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 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>
--	--	---

	Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности
ПК-4 - Способен к совершенствованию технологического процесса - разработке мероприятий по комплексному использованию сырья, выбору материалов и поиску способов утилизации отходов производства	<p>З-1 - Знать тенденции развития пленочных технологий получения материалов оптоэлектроники и сенсорики</p> <p>З-2 - Различать явления, лежащие в основе различных методов, способы и приемы оптимизации процессов формирования тонких пленок и покрытий;</p> <p>З-3 - Иметь представление о современных методах исследования структуры, состава и функциональных свойств материалов в тонкопленочном состоянии</p> <p>У-1 - Уметь выбрать рациональную технологическую схему получения тонких пленок полупроводниковых и диэлектрических материалов</p> <p>У-2 - Определять параметры эффективной организации процесса, рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса синтеза тонких пленок</p> <p>П-1 - Освоить навык самостоятельной разработки моделей исследуемых процессов получения тонких пленок</p> <p>П-2 - Владеть методами технологических расчетов отдельных участков производства основных материалов в тонкопленочном состоянии при гидрохимическом осаждении</p>
ПК-7 - Способен проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта	<p>З-1 - Знать основные принципы организации физических и химических технологий в сфере производства наноматериалов для оптоэлектроники и сенсорики</p> <p>У-1 - Уметь рассчитывать технологические параметры процессов производства тонкопленочных материалов</p> <p>П-1 - Владеть методами технологических расчетов отдельных участков производства основных материалов в тонкопленочном состоянии для изделий оптоэлектроники, сенсорики и электроники</p> <p>П-2 - Освоить методики экономических расчетов по производственному</p>



		<p>подразделению экономической оценки ущерба экологии от производственной деятельности</p>
	<p>ПК-8 - Способен подготовить технико-экономическое обоснование расчетов, осуществить разработку проектной и рабочей технической документации по реализации разработанных проектов</p>	<p>З-1 - Иметь представление о функциональных свойствах материалов для производства изделий оптоэлектроники и сенсорной техники;</p> <p>З-2 - Представлять направления развития технологий производства функциональных материалов</p> <p>У-1 - Уметь выбирать рациональную технологическую схему производства материалов для изделий электронной техники и наноэлектроники;</p> <p>У-2 - Уметь моделировать и адаптировать новые технологии к условиям конкретного производства с выбором рациональной технологической схемы</p> <p>П-1 - Владеть методиками составления организационно-технологической документации для конкретных производственных условий в электронном материаловедении;</p> <p>П-2 - Управлять приемами решения профессиональных производственных задач по контролю технологического процесса производства изделий оптоэлектроники, сенсорики и электроники, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии</p>
<p>Проект по модулю "Тонкопленочные технологии и изделия"</p>	<p>УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание процессов управления проектом, планирования ресурсов, критерии оценки рисков и результатов проектной деятельности</p> <p>З-2 - Формулировать основные принципы формирования концепции проекта в сфере профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Формулировать актуальность, цели, задачи, обосновывать значимость проекта, выбирать стратегию для разработки концепции проекта в рамках обозначенной проблемы</p>

		<p>У-2 - Прогнозировать ожидаемые результаты и возможные сферы их применения в зависимости от типа проекта</p> <p>У-3 - Анализировать и оценивать риски и результаты проекта на каждом этапе его реализации и корректировать проект в соответствии с критериями, ресурсами и ограничениями</p> <p>П-1 - Составлять план проекта и график реализации, разрабатывать мероприятия по контролю его выполнения и оценки результатов проекта</p> <p>П-2 - Выбирать оптимальные способы решения конкретных задач проекта на каждом этапе его реализации на основе анализа и оценки рисков и их последствий с учетом ресурсов и ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять способность к поиску новой информации, умение принимать решения в нестандартных ситуациях</p> <p>Д-2 - Демонстрировать способность убеждать, аргументировать свою позицию</p>
	<p>ПК-7 - Способен проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта</p>	<p>З-1 - Знать основные принципы организации физических и химических технологий в сфере производства наноматериалов для оптоэлектроники и сенсорики</p> <p>У-1 - Уметь рассчитывать технологические параметры процессов производства тонкопленочных материалов</p> <p>П-1 - Владеть методами технологических расчетов отдельных участков производства основных материалов в тонкопленочном состоянии для изделий оптоэлектроники, сенсорики и электроники</p> <p>П-2 - Освоить методики экономических расчетов по производственному подразделению экономической оценки ущерба экологии от производственной деятельности</p>
<p>Твердотельные оптические и химические сенсоры</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические,</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</p>

	<p>организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>законов фундаментальных и общетехнических 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 общетехнических наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общетехнических 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 общетехнических наук</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 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 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</p>

		<p>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-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 нанoeлектроники;</p> <p>П-2 - Методами оценки инновационно–технологических рисков при внедрении новых технологий и изделий оптоэлектроники, сенсорики и электроники</p>
	<p>ПК-7 - Способен проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта</p>	<p>З-1 - Знать основные принципы организации физических и химических технологий в сфере производства наноматериалов для оптоэлектроники и сенсорики</p> <p>У-1 - Уметь рассчитывать технологические параметры процессов производства тонкопленочных материалов</p> <p>П-1 - Владеть методами технологических расчетов отдельных участков производства основных материалов в тонкопленочном состоянии для изделий оптоэлектроники, сенсорики и электроники</p> <p>П-2 - Освоить методики экономических расчетов по производственному подразделению экономической оценки ущерба экологии от производственной деятельности</p>
<p>Физико-химические технологии нанесения пленок и</p>	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические</p>	<p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p>

<p>покрытий</p>	<p>процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</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,</p>



		<p>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 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 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-2 - Способен находить и обрабатывать научно-техническую информацию по теме исследования, выбору методик и средств решения задач</p>	<p>З-1 - Знать приемы проектирования технологических процессов получения материалов и стадии их реализации</p> <p>У-1 - Самостоятельно находить источники информации по теме исследования</p> <p>У-2 - Уметь формулировать план проведения эксперимента</p> <p>П-1 - Оформлять в соответствии с требованиями отчеты по результатам поиска и анализа научно-технической информации по теме исследования</p>
	<p>ПК-4 - Способен к совершенствованию технологического процесса - разработке мероприятий по комплексному использованию сырья, выбору материалов и поиску способов утилизации отходов производства</p>	<p>З-1 - Знать тенденции развития пленочных технологий получения материалов оптоэлектроники и сенсорики</p> <p>З-2 - Различать явления, лежащие в основе различных методов, способы и приемы оптимизации процессов формирования тонких пленок и покрытий;</p> <p>З-3 - Иметь представление о современных методах исследования структуры, состава и функциональных свойств материалов в тонкопленочном состоянии</p> <p>У-1 - Уметь выбрать рациональную технологическую схему получения тонких пленок полупроводниковых и диэлектрических материалов</p> <p>У-2 - Определять параметры эффективной организации процесса, рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса синтеза тонких пленок</p>

		<p>П-1 - Освоить навык самостоятельной разработки моделей исследуемых процессов получения тонких пленок</p> <p>П-2 - Владеть методами технологических расчетов отдельных участков производства основных материалов в тонкопленочном состоянии при гидрохимическом осаждении</p>
	<p>ПК-7 - Способен проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта</p>	<p>З-1 - Знать основные принципы организации физических и химических технологий в сфере производства наноматериалов для оптоэлектроники и сенсорики</p> <p>У-1 - Уметь рассчитывать технологические параметры процессов производства тонкопленочных материалов</p> <p>П-1 - Владеть методами технологических расчетов отдельных участков производства основных материалов в тонкопленочном состоянии для изделий оптоэлектроники, сенсорики и электроники</p> <p>П-2 - Освоить методики экономических расчетов по производственному подразделению экономической оценки ущерба экологии от производственной деятельности</p>
	<p>ПК-8 - Способен подготовить технико-экономическое обоснование расчетов, осуществить разработку проектной и рабочей технической документации по реализации разработанных проектов</p>	<p>З-1 - Иметь представление о функциональных свойствах материалов для производства изделий оптоэлектроники и сенсорной техники;</p> <p>З-2 - Представлять направления развития технологий производства функциональных материалов</p> <p>У-1 - Уметь выбирать рациональную технологическую схему производства материалов для изделий электронной техники и наноэлектроники;</p> <p>У-2 - Уметь моделировать и адаптировать новые технологии к условиям конкретного производства с выбором рациональной технологической схемы</p> <p>П-1 - Владеть методиками составления организационно-технологической документации для конкретных производственных условий в электронном материаловедении;</p>

		П-2 - Управлять приемами решения профессиональных производственных задач по контролю технологического процесса производства изделий оптоэлектроники, сенсорики и электроники, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии
--	--	---

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физико-химические технологии нанесения**  
**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	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	Физико-химические принципы организации технологии нанесения пленок и покрытий	Особенности физико-химических свойств и возможности применения пленок и покрытий в оптоэлектронике и сенсорике. Этапы процесса осаждения пленок и их физико-химические особенности. Роль подложки при нанесении пленок и покрытий. Подложечные материалы, их свойства, требования к выбору материала подложки. Методы подготовки поверхности подложек: механическая, химическая, плазмохимическая и ионная обработка поверхности. Вакуум-термическая и химико-термическая подготовка поверхности.
P2	Вакуумные методы нанесения пленок и покрытий	Физико-химические процессы, лежащие в основе технологий нанесения пленок и покрытий. Катодное вакуумное распыление. Высокочастотное распыление. Магнетронное распыление. Лазерное испарение. Импульсное лазерное испарение.
P3	Методы эпитаксиального наращивания тонких пленок и покрытий	Понятие эпитаксии. Виды эпитаксий и их особенности: автотаксия, гетеротаксия, хемотаксия, реотаксия. Классификация эпитаксиальных процессов: газофазный, жидкофазный, твердофазный, эпитаксия в системе пар-жидкость-кристалл.  Основные теоретические подходы к исследованию эпитаксиальных процессов формирования пленок и покрытий.
P4	Химические и электрохимические	Физико-химические технологии, лежащие в основе получения пленок и покрытий химическим и электрохимическим

	<p>технологии осаждения пленок и покрытий</p>	<p>методами. Пиролиз при распылении жидкофазной реакционной смеси. Блок-схема установки. Физические и химические аспекты пиролиза. Кинетика роста пленок. Получение сульфидов, селенидов металлов. Получение соединений, содержащих легирующие примеси, и сплавов. Влияние подложки. Синтез пленок и покрытий из металлоорганических соединений. Электрохимические методы формирования пленок и покрытий. Электролитический способ осаждения пленок и покрытий. Металлизация. Электрофоретический метод формирования покрытий.</p> <p>Гидрохимическое осаждение, его достоинства и недостатки. Экспериментальная установка для выращивания полупроводниковых пленок из раствора в статическом и динамическом режиме. Халькогенизаторы и их структурные формулы. Лиганды. Щелочные агенты. Влияние материала подложки на морфологию, состав, структуру, оптические и функциональные свойства. Механические напряжения на интерфейсе “подложка- пленка“.</p> <p>Физико-химические технологии получения твёрдых растворов в системе <math>Me_1S-Me_2S</math> путём ионообменной трансформации. Ионный обмен на межфазной границе «халькогенид металла – водный раствор» и его особенности. Ионообменная трансформация на поверхности тонкопленочных сорбентов. Стадии диффузия ионов <math>Me</math> из раствора в тонкую пленку. Факторы, влияющие на скорость ионного обмена на поверхности тонких пленок. Формирование ионным обменом твердых растворов замещения халькогенидов металлов.</p>
--	---	---

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

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

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

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физико-химические технологии нанесения пленок и покрытий

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Марков, , В. Ф., Маркова, , В. Ф.; Материалы современной электроники : учебное пособие для спо.; Профобразование, Уральский федеральный университет, Саратов, Екатеринбург; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/87827.html> (Электронное издание)
2. Васильев, В. Ю.; Технология тонких пленок для микро- и нанoeлектроники : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575293> (Электронное издание)
3. Берлин, Е. В.; Получение тонких пленок реактивным магнетронным распылением; Техносфера, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273784> (Электронное издание)



4. , Маркова, , В. Ф.; Гидрохимическое осаждение тонких пленок халькогенидов металлов : практикум.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/106357.html> (Электронное издание)

5. , 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., 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.)

2. 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.)

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

4. Сорокин, В. С.; Материалы и элементы электронной техники : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. и специальностям "Электроника и микроэлектроника" : в 2 т. Т. 2. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники; Академия, Москва; 2006 (10 экз.)

5. 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.)

6. 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.)

7. Суздаев, И. П.; Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов; [КомКнига], Москва; 2006 (3 экз.)

8. Марков, В. Ф., Маскаева, Л. Н., Иванов, П. Н.; Гидрохимическое осаждение пленок сульфидов металлов: моделирование и эксперимент : [монография].; УрО РАН, Екатеринбург; 2006 (21 экз.)

9. , 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.)

10. , 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.)

11. 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.)

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

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» / Л. Н. Маскаева, В. Ф. Марков, С. С. Туленин, Н. А. Форостяная ; под общей редакцией В. Ф. Маркова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. — 284 с. — ISBN 978-5-7996-2141-4.

Режим доступа: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/52376>

Маскаева Л. Н. Технология тонких пленок и покрытий : учебное пособие : Рекомендовано методическим советом Уральского федерального университета в качестве учебного пособия для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология»/ Л. Н. Маскаева, Е. А. Федорова, В. Ф. Марков ; под общей редакцией Л. Н. Маскаевой ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. — 236 с. — ISBN 978-5-7996-2560-3.

Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/73905>

Технология химического осаждения пленок халькогенидов металлов : учебное пособие : Рекомендовано методическим советом Уральского федерального университета в качестве учебного пособия для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01, 18.04.01 «Химическая технология» / Л. Н. Маскаева [и др.] ; под общей редакцией Л. Н. Маскаевой ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 136 с. — ISBN 978-5-7996-2411-8.

Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/62833>

Материалы современной электроники. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н., Мухамедзянов Х.Н. Режим доступа: <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13037>

Расчет условий образования твердой фазы халькогенидов металлов при гидрохимическом осаждении. Марков В.Ф. Режим доступа: <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/171>

Технология производства тонкопленочных твердотельных сенсоров. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Режим доступа: <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/4674>

### **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>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Физико-химические технологии нанесения пленок и покрытий

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 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	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome браузер
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	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

5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Подключение к сети Интернет	OriginPro  Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Google Chrome браузер
---	----------------------------------	---	---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Гидрохимический синтез пленок**  
**функциональных материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	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	Введение в гидрохимический синтез	История развития гидрохимического осаждения. Достоинства и недостатки гидрохимического осаждения. Химические аспекты осаждения пленок: лиганды, халько-генизаторы, произведение растворимости, константы не-стойкости.
P2	Кинетико-термодинамические аспекты гидрохимического осаждения	Общая характеристика механизмов осаждения $MeS$ из водных растворов (диссоциации и комплексообразования). Тиомочевина, ее свойства и поведение. Основные физико-химические свойства тиомочевины. Механизм гидролитического разложения тиомочевины. Гидролиз тиомочевины с точки зрения квантово-химических расчетов. Влияние природы анионной и катионной компонент раствора на разложение $CSN_2H_4$ . Термодинамический анализ условий образования $MeS(Se)$ , $Me(OH)_2$ , $MeCN_2$ при осаждении тио- и селенокарбамидом. Граничные условия образования халькогенидов металлов. Расчет условий образования халькогенидов металлов с учетом степени превращения соли металла в халькогенид. Оценка влияния степени пересыщения на условия образования твердой фазы $MeS(Se)$ . Учет кристаллизационного фактора при расчете условий образования $MeS$ . Оценка комплексного влияния температуры и степени пересыщения на примере условий образования $MeS$ . Температурная зависимость констант ионизации воды, серо-, селеноводорода, цианамиды, констант нестойкости комплексных форм металлов, произведений растворимости труднорастворимых соединений, константы гидролитического разложения халькогенизатора.

		<p>Кинетические аспекты гидрохимического осаждения <math>MeS(Se)</math> в условиях самопроизвольного образования твердой фазы и контролирования межфазной площади поверхности. Кинетика гидрохимического осаждения в реакторе идеального вытеснения. Формально-кинетическое уравнение скорости реакции осаждения <math>MeS(Se)</math>, определение порядков реакции, энергии активации.</p> <p>Механизм формирования пленок сульфидов металлов при гидрохимическом осаждении. Фрактальный характер коллоидно-химической составляющей раствора в процессе образования сульфида металла. Использование фрактального формализма для выявления механизма формирования пленок сульфидов металлов. Компьютерное моделирование формирования пленок сульфидов металлов. Принципиальная схема гидрохимического осаждения пленок сульфидов металлов.</p>
<b>Р3</b>	Особенности гидрохимического осаждения пленок твердых растворов замещения на основе халькогенидов металлов	<p>Гидрохимическое осаждение пленок твердых растворов замещения на основе халькогенидов металлов. Твердые растворы замещения. Факторы, определяющие изоморфизм элементов. Особенности изоморфного замещения в сульфидах <math>Al_2S_3</math>, <math>Al_2Se_3</math>. Метастабильное фазообразование в сульфидных системах. Прогнозирование образования твердых растворов замещения гидрохимическим осаждением. Особенности гидрохимического осаждения пленок метастабильных твердых растворов <math>MeS</math>. Механизм образования пленок пересыщенных твердых растворов сульфидов металлов.</p>
<b>Р4</b>	Получение твердых растворов путём ионообменной трансформации	<p>Ионный обмен на межфазной границе «халькогенид металла – водный раствор»: условия проведения и пути протекания процесс. Особенности ионообменных процессов на межфазной границе «халькогенид металла – водный раствор». Трехстадийная диффузия в тонких поликристаллических пленках. Ионный обмен в различных системах с участием халькогенидов металлов. Лигандный фон реакционной системы как фактор, определяющий морфологические особенности базовой матрицы для ионообменной трансформации. Синтез твердых растворов замещения путем ионообменной трансформации базовой матрицы в водном растворе соли металла-заместителя.</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**

### **Гидрохимический синтез пленок функциональных материалов**

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

1. Марков, В. Ф.; Материалы современной электроники : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275825> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Маскаева, Л. Н.; Гидрохимический синтез и свойства пленок твердых растворов  $Cd_xPb_{1-x}Se$ . Состав, структура, морфология, фотоэлектрические свойства; LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrücken; 2012 (3 экз.)

2. 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.)

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. Лурье, Ю. Ю.; Справочник по аналитической химии; Альянс, Москва; 2007 (40 экз.)

5. Фролов, Ю. Г.; Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы : [учебник для вузов].; Альянс, Москва; 2009 (20 экз.)

6. Макаров, Е. С.; Изоморфизм атомов в кристаллах; Атомиздат, Москва; 1973 (3 экз.)

7. Эмануэль, Н. М., Кнорре, Д. Г.; Курс химической кинетики : учебник для хим. фак. ун-тов.; Высшая школа, Москва; 1984 (11 экз.)

8. 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.)

9. Суздаев, И. П.; Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов; [КомКнига, Москва; 2006] (3 экз.)

10. , Цивадзе, А. Ю.; Химическое равновесие : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 020100 (510500) - Химия.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2008 (27 экз.)

11. , Алов, Н. В., Василенко, И. А., Гольдштрах, М. А., Грибов, Л. А., Ищенко, А. А.; Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. направлениям и специальностям : в 2 т. Т.2. ; Академия, Москва; 2010 (5 экз.)

12. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии. Задачи и вопросы : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 2002 (42 экз.)

13. Булатов, М. И.; Расчеты равновесий в аналитической химии; Химия, Ленинград; 1984 (30 экз.)

14. , 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.)

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

Марков В. Ф. Материалы современной электроники : учебное пособие / В. Ф. Марков, Х. Н. Мухамедзянов, Л. Н. Маскаева ; [под общ. ред. В. Ф. Маркова] ; М-во образования и науки Рос.



Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 272 с. – ISBN 978-5-7996-1186-6. <http://hdl.handle.net/10995/28841>

Расчет условий образования твердой фазы халькогенидов металлов при гидрохимическом осаждении. Режим доступа: <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/171>

Технология производства тонкопленочных твердотельных сенсоров.. Режим доступа: <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/4674>

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» / Л. Н. Маскаева, В. Ф. Марков, С. С. Туленин, Н. А. Форостяная ; под общей редакцией В. Ф. Маркова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. — 284 с. — ISBN 978-5-7996-2141-4. Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/52376>

Маскаева Л. Н. Технология тонких пленок и покрытий : учебное пособие : / Л. Н. Маскаева, Е. А. Федорова, В. Ф. Марков ; под общей редакцией Л. Н. Маскаевой ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. — 236 с. — ISBN 978-5-7996-2560-3. Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/73905>

Технология химического осаждения пленок халькогенидов металлов : учебное пособие : / Л. Н. Маскаева [и др.] ; под общей редакцией Л. Н. Маскаевой ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. – 136 с. – ISBN 978-5-7996-2411-8. Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/62833>

### **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>

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

### **Гидрохимический синтез пленок функциональных материалов**

**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	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>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Лабораторные работы должны выполняться в специализированных классах, оснащенных вытяжными шкафами, химической посудой и реактивами.</p>	не предусмотрено
2	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>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>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
3	Курсовая работа/ курсовой проект	<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>OriginPro</p> <p>Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	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	Текущий контроль и промежуточная аттестация	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 Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Твердотельные оптические и химические**  
**сенсоры**

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	Введение	Предмет курса и его задачи. История развития. Роль сенсорной техники в жизни человека. Современные тенденции развития сенсорики в мире.
P2	Общие характеристики сенсоров	Определение сенсора (датчика). Виды сенсоров. Характеристики сенсоров. Погрешность измерений. Области применения сенсоров. Современные материалы твердотельных оптических и химических сенсоров. Технологии получения тонкопленочных твердотельных сенсоров.
P3	Оптические сенсоры	Общая характеристика. Энергетические и светотехнические величины. Оптический спектр излучения. ИК-излучение, основные законы. Источники ИК-излучения и их классификация. Классификация приемников ИК-излучения. Виды и характеристики фотоэлектрических приемников. Тепловые фотоприемники (ФП). ФП с внутренним фотоэффектом: фоторезисторы и их характеристики, фотодиоды, лавинные фотодиоды, p-n фотодиоды, фототранзисторы. Фотоэмиссионные датчики. Оптико-электронные преобразователи. Многоэлементные ФП. Технологии формирования топологии чувствительных элементов сенсоров и сборки. Технологии сборки и входной контроль сенсоров.
P4	Химические сенсоры	Общая характеристика и классификация химических сенсоров. Ионочувствительные химические сенсоры. Ионоселективные электроды их характеристики и классификация. Современные тонкопленочные материалы для химических сенсоров. Пленочные материалы на основе халькогенидов металлов для

		химических сенсоров. Факторы, влияющие на измерения химических сенсоров. Селективность химических сенсоров. Время отклика. Долгосрочность измерений. Потенциалопределяющие процессы на границе раздела фаз «сенсор – анализируемый раствор»
<b>P5</b>	Биосенсоры. Газовые сенсоры.	Общие принципы и характеристики. Физические основы. Области применения.

### 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

### Твердотельные оптические и химические сенсоры

#### Электронные ресурсы (издания)

1. , Шарапов, В., Полищук, Е.; Датчики: Справочное пособие; РИЦ Техносфера, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214292> (Электронное издание)
2. Войтович, И. Д.; Интеллектуальные сенсоры : учебное пособие.; Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)|Бином. Лаборатория знаний, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233292> (Электронное издание)
3. Нечаев, Г. К., Иноземцев, С. П.; Реле и датчики с полупроводниковыми термосопротивлениями; Типография Госэнергоиздата, Москва, Ленинград; 1961; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=110880> (Электронное издание)
4. Катус, Г. П.; Оптические датчики температур : практическое пособие.; Государственное энергетическое издательство, Москва, Ленинград; 1959; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116349> (Электронное издание)
5. , Русинов, В. Н., Геворкян, М. В.; Murata: пьезоэлектрические, магниторезистивные и пироэлектрические датчики : справочник.; Додэка XXI, Москва; 2003; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=578287> (Электронное издание)
6. Смирнов, Г. В.; Приборы и датчики экологического контроля : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480910> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Рыжонков, Д. И., Левина, В. В., Дзидзигури, Э. Л.; Наноматериалы : учеб. пособие.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2008 (6 экз.)
2. 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.)
3. Пасынков, В. В.; Полупроводниковые приборы : учебник для вузов по специальности

"Полупроводники и диэлектрики " и " Полупроводниковые и микроэлектрон. приборы".; Высшая школа, Москва; 1987 (14 экз.)

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

5. Сорокин, В. С.; Материалы и элементы электронной техники : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. и специальностям "Электроника и микроэлектроника" : в 2 т. Т. 2. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники; Академия, Москва; 2006 (10 экз.)

6. Фрайден Д, ж., Заболотная, Ю. А., Свинцов, Е. Л.; Современные датчики : справочник.; Техносфера, Москва; 2005 (3 экз.)

7. Джексон, Р. Г., Лучинин, В. В.; Новейшие датчики; Техносфера, Москва; 2008 (5 экз.)

8. Корыта, И., Петрухин, О. М., Тимербаев, А. Р.; Ионоселективные электроды; Мир, Москва; 1989 (5 экз.)

9. Марков, В. Ф., Маскаева, Л. Н., Иванов, П. Н.; Гидрохимическое осаждение пленок сульфидов металлов: моделирование и эксперимент : [монография].; УрО РАН, Екатеринбург; 2006 (21 экз.)

10. Дамаскин, Б. Б., Петрий, О. А.; Введение в электрохимическую кинетику : Учеб. пособие.; Высшая школа, Москва; 1983 (21 экз.)

11. Миронов, Э. Г., Бессонов, Н. П.; Датчики : Учеб. пособие.; МИДО, Екатеринбург; 1999 (10 экз.)

12. Лурье, Ю. Ю.; Справочник по аналитической химии; Альянс, Москва; 2007 (40 экз.)

13. , Ждан, А. Г., Сандомирский, В. Б.; Физика тонких пленок. Современное состояние исследований и техника применения : [сборник статей] : сборник статей. Т. 6. ; Мир, Москва; 1973 (4 экз.)

14. Таиров, Ю. М., Цветков, В. Ф.; Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов : Учебник для вузов.; Высшая школа, Москва; 1983 (7 экз.)

15. Андриевский, Р. А.; Наноструктурные материалы : учеб. пособие для вузов.; Academia, Москва; 2005 (23 экз.)

16. Волькенштейн, Ф. Ф.; Электронные процессы на поверхности полупроводников при хемосорбции; Наука, Москва; 1987 (3 экз.)

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

### **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**

Боченков В.Е., Сергеев Г.Б. Наноматериалы для сенсоров // Успехи химии. 2007. Т. 76. № 11. С. 1084-1093. [https://www.uspkhim.ru/php/getFT.phtml?jrnid=rc&paperid=3735&year\\_id=2007](https://www.uspkhim.ru/php/getFT.phtml?jrnid=rc&paperid=3735&year_id=2007)

Неорганические структуры как материалы для газовых сенсоров / Васильев Р.Б. и [др.] // Успехи химии. 2004. Т. 73. № 10. С. 1019. [https://www.uspkhim.ru/php/getFT.phtml?jrnid=rc&paperid=921&year\\_id=2004](https://www.uspkhim.ru/php/getFT.phtml?jrnid=rc&paperid=921&year_id=2004)

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Твердотельные оптические и химические сенсоры

#### 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 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome браузер
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome браузер
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome браузер



		Подключение к сети Интернет	
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>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG</p> <p>SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome браузер</p>