

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА:  
(ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА)»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки «Химическая технология материалов электроники»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«28» мая 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена профессором кафедры химии и технологии кристаллов  
О.Б. Петровой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов  
РХТУ им.Д.И. Менделеева «12» мая 2022 г., протокол № 8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники», с рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к обязательной части учебного плана блока 2 «Практики» и рассчитана на проведение практики в 5 семестре обучения.

Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физхимии, аналитической химии, общей и неорганической химии.

**Цель практики** – получение студентами общих представлений об технологиях роста кристаллов и получения материалов электроники, знакомство с работой предприятий и технологических линий по изготовлению изделий из этих материалов, а также получение первичных профессиональных умений и навыков путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

**Задачами практики** является получение студентами общих представлений о технологиях роста кристаллов и получения материалов электроники, знакомство с работой предприятий и технологических линий по изготовлению изделий из этих материалов, а также получение первичных профессиональных умений и навыков путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

Способ проведения практики: **стационарная.**

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа практики может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики способствует формированию следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Естественно-научная подготовка	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакции, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и	ОПК-1.1 Знает теоретические основы общей и неорганической химии и понимает принципы строения вещества и протекания химических процессов;
		ОПК-1.2. Знает основы классификации органических соединений, строение, способы получения и химические свойства различных классов органических соединений, основные механизмы протекания органических реакций;
		ОПК-1.3. Знает основные законы и соотношения физической химии (химической термодинамики, электрохимии, химической кинетики, основы фазовых равновесий и переходов), способы их

<p>свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p>	<p>применения для решения теоретических и прикладных задач, роль физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии;</p> <p>ОПК-1.4. Знает основные законы и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем, основные методы исследования поверхностных явлений и дисперсных систем;</p> <p>ОПК-1.5 Умеет выполнять основные химические операции;</p> <p>ОПК-1.6 Умеет использовать химические законы, справочные данные и количественные соотношения органических реагентов в органических реакциях для решения профессиональных задач;</p> <p>ОПК-1.7 Умеет прогнозировать влияние различных факторов на химическое равновесие, на фазовое равновесие, на равновесие в растворах электролитов, на потенциал электродов и ЭДС гальванических элементов, на направление и скорость химических реакций; составлять кинетические уравнения для кинетически простых реакций, классифицировать электроды и электрохимические цепи, пользоваться справочной литературой по физической химии;</p> <p>ОПК-1.8 Умеет проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;</p> <p>ОПК-1.9 Владеет теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов, экспериментальными методами определения физических и химических свойств неорганических соединений.</p> <p>ОПК-1.10 Владеет экспериментальными методами органического синтеза, методами очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений -</p> <p>ОПК-1.11 Владеет навыками проведения типовых физико-химических исследований и навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых</p>
---	---

		<p>равновесий и фазовых переходов, электрохимии, химической кинетики</p>
<p>Профессиональная методология</p>	<p>ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-2.1 Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики -  ОПК-2.2 Знает математические теории и методы, лежащие в основе математических моделей -  ОПК-2.3 Знает технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации -  ОПК-2.4 Знает физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики -  ОПК-2.5 Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач -  ОПК-2.6 Умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач -  ОПК-2.7 Умеет решать типовые задачи, связанные, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем</p>

		<p>профессиональной деятельности -</p> <p>ОПК-2.8 Умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей и неорганической химии для решения профессиональных задач -</p> <p>ОПК-2.9 Владеет основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации</p> <p>ОПК-2.10 Владеет методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной защиты</p> <p>ОПК-2.11 Владеет методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента</p>
<p>Адаптация к производственным условиям</p>	<p>ОПК-3. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом законодательства Российской Федерации, в том числе в области экономики и экологии</p>	<p>ОПК-3.1 Знает основы российской правовой системы и российского законодательства, правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности -</p> <p>ОПК-3.2 Знает правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде -</p> <p>ОПК-3.3 Знает основы административного, трудового и гражданского законодательства</p> <p>ОПК-3.4 Знает основные категории и законы экономики -</p> <p>ОПК-3.5 Знает основы экономической деятельности предприятия, его структуру и отраслевую специфику; классификацию предприятий по правовому статусу -</p> <p>ОПК-3.6 Знает показатели использования производственных ресурсов и эффективности деятельности предприятия -</p> <p>ОПК-3.7 Знает содержание этапов разработки оперативных планов работы первичных производственных подразделений -</p> <p>ОПК-3.8 Знает факторы, определяющие устойчивость биосферы, характеристики возрастания антропогенного воздействия на природу, глобальные проблемы экологии и принципы рационального природопользования, методы снижения хозяйственного воздействия на биосферу,</p>

		<p>организационные и правовые средства охраны окружающей среды, способы достижения устойчивого развития</p> <p>ОПК-3.9 Умеет использовать и составлять документы правового характера, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав</p> <p>ОПК-3.10 Умеет реализовывать права и свободы человека и гражданина в различных сферах жизнедеятельности -</p> <p>ОПК-3.11 Умеет использовать знания основ экономики при решении производственных задач -</p> <p>ОПК-3.12 Умеет осуществлять в общем виде оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики природно-климатических условий -</p> <p>ОПК-3.13 Умеет использовать нормативно-правовые акты при работе с экологической документацией -</p> <p>ОПК-3.14 Владеет основами хозяйственного и экологического права -</p> <p>ОПК-3.15 Умеет проводить технико-экономический анализ инженерных решений</p> <p>ОПК-3.16 Владеет методами разработки производственных программ и плановых заданий для первичных производственных подразделений -</p> <p>ОПК-3.17 Владеет навыками выбора экономически обоснованных решений с учетом имеющихся ограничений -</p> <p>ОПК-3.18 Владеет методами выбора рационального способа снижения воздействия на окружающую среду</p>
Инженерная и технологическая подготовка	<p>ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического</p>	<p>ОПК-4.1 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета</p> <p>ОПК-4.2 Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов - химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-</p>

	<p>процесса изменении сырья</p> <p>при свойств</p>	<p>химических моделей -</p> <p>ОПК-4.4 Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства -</p> <p>ОПК-4.5 Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии</p> <p>ОПК-4.6 Знает основные понятия теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров</p> <p>ОПК-4.7 Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса -</p> <p>ОПК-4.8 Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства -</p> <p>ОПК-4.9 Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.</p> <p>ОПК-4.10 Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса -</p> <p>ОПК-4.11 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для</p>
--	--	--



		<p>моделирования и оптимизации химико-технологических процессов -</p> <p>ОПК-4.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования -</p> <p>ОПК-4.13 Владеет правилами и стандартами разработки схем автоматизации технологических процессов -</p> <p>ОПК-4.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов -</p> <p>ОПК-4.15 Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов -</p> <p>ОПК-4.16 Владеет пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов</p>
Информационная безопасность	<p>ОПК-6. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-6.1 Знает и соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-6.2 Умеет решать инженерно-технические задачи и задачи вычислительной математики с применением современных программных комплексов и языков программирования</p> <p>ОПК-6.3 Владеет современными ИТ-технологиями при сборе, анализе, обработке и представлении информации</p>

В результате прохождения практики студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- основные способы роста кристаллов;
- основные способы и технологические параметры производства изделий электроники и нанoeлектроники;

*Уметь:*

- определять вид и назначение материалов электроники;

*Владеть:*

- комплексом первоначальных знаний и представлений об организации производства материалов электроники и изделий на их основе;
- навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, технологической схемы производства, контроля качества готовой продукции.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 5 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая

технология материалов электроники». Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
Контактная самостоятельная работа	3	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		107,6	80,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зач. с оценк.</b>		

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности проводится в 5 семестре в форме теоретических занятий и экскурсий.

Ознакомление с историей методов выращивания кристаллов.

Тезисно перечисляется информация, которую узнают студенты в процессе прохождения учебной практики.

Посещение тематических экспозиций музеев и выставок.

Посещение действующих предприятий (или других объектов в ходе прохождения практики)

Ознакомление с основными способами роста кристаллов.

Ознакомление с перспективными научными разработками в области выращивания кристаллов, получения материалов электроники. Посещение научных лабораторий кафедры и знакомство с организацией работы в лаборатории роста кристаллов.

Подготовка отчета о прохождении учебной практики.

##### 4.1. Разделы практики

Разделы	Раздел практики	Самостоятельная работа, часов
Раздел 1	Ознакомление с историей производства монокристаллов, других материалов электроники и изделий на их основе, природными материалами, используемыми для этих целей	18
Раздел 2	Посещение действующих предприятий по производству материалов электроники и фотоники и изделий на их основе	18
Раздел 3	Ознакомление с перспективными научными разработками в области создания материалов электроники и фотоники	18
Раздел 4	Подготовка отчета о прохождении учебной практики	54
	<b>Всего часов</b>	<b>108</b>

#### ***4.2. Содержание разделов практики***

**Раздел 1.** Ознакомление с историей производства монокристаллов, других материалов электроники и изделий на их основе, природными материалами, используемыми для этих целей.

Кристаллы и их место в истории человечества.

Типы и виды материалов электроники. Перспективы развития функциональных материалов электроники.

Посещение тематических экспозиций музеев и выставок.

**Раздел 2.** Посещение действующих предприятий по производству материалов электроники и фотоники и изделий на их основе.

Ознакомление с основными технологическими стадиями и способами роста кристаллов и производства материалов электроники, свойствами изделий и областями их применения.

**Раздел 3.** Ознакомление с перспективными научными разработками в области создания материалов электроники и фотоники. Посещение научных лабораторий кафедр и знакомство с организацией работы в исследовательской лаборатории.

**Раздел 4.** Подготовка отчета о прохождении учебной практики.

Требования, предъявляемые к написанию и представлению отчета.

Конкретное содержание учебной практики определяется с учетом возможностей и интересов кафедры, организующей практику, и принимающей организации.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	<b>Знать:</b>					
1	– основные способы роста кристаллов;		+	+	+	+
2	– основные способы и технологические параметры производства изделий электроники и нанoeлектроники;		+	+	+	+
	<b>Уметь:</b>					
4	– определять вид и назначение материалов электроники;		+	+	+	+
	<b>Владеть:</b>					
7	– комплексом первоначальных знаний и представлений об организации производства материалов электроники и изделий на их основе;		+	+	+	+
8	– навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, технологической схемы производства, контроля качества готовой продукции.		+	+	+	+
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <b><u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u></b>						
	<b>Код и наименование ОПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения</b>				
9	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакции, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении	ОПК-1.1 Знает теоретические основы общей и неорганической химии и понимает принципы строения вещества и протекания химических процессов;	+	+	+	
10		ОПК-1.2. Знает основы классификации органических соединений, строение, способы получения и химические свойства различных классов органических соединений, основные механизмы протекания органических реакций;	+	+	+	

11	вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.3. Знает основные законы и соотношения физической химии (химической термодинамики, электрохимии, химической кинетики, основы фазовых равновесий и переходов), способы их применения для решения теоретических и прикладных задач, роль физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии;	+	+	+	
12		ОПК-1.4. Знает основные законы и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем, основные методы исследования поверхностных явлений и дисперсных систем;	+	+	+	
13		ОПК-1.5 Умеет выполнять основные химические операции;	+	+	+	
14		ОПК-1.6 Умеет использовать химические законы, справочные данные и количественные соотношения органических реагентов в органических реакциях для решения профессиональных задач; дисперсных систем;	+	+	+	
15		ОПК-1.7 Умеет прогнозировать влияние различных факторов на химическое равновесие, на фазовое равновесие, на равновесие в растворах электролитов, на потенциал электродов и ЭДС гальванических элементов, на направление и скорость химических реакций; составлять кинетические уравнения для кинетически простых реакций, классифицировать электроды и электрохимические цепи, пользоваться справочной литературой по физической химии;	+	+	+	
16		ОПК-1.8 Умеет проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик	+	+	+	

17		ОПК-1.9 Владеет теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов, экспериментальными методами определения физических и химических свойств неорганических соединений.	+	+	+	
18		ОПК-1.10 Владеет экспериментальными методами органического синтеза, методами очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений -	+	+	+	
19		ОПК-1.11 Владеет навыками проведения типовых физико-химических исследований и навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии, химической кинетики	+	+	+	
20	ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики -	+	+	+	
		ОПК-2.2 Знает математические теории и методы, лежащие в основе математических моделей -				
21		ОПК-2.3 Знает технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации -	+	+	+	
22		ОПК-2.4 Знает физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики -	+	+	+	

23	ОПК-2.5 Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач -	+	+	+	
24	ОПК-2.6 Умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач -	+	+	+	+
25	ОПК-2.7 Умеет решать типовые задачи, связанные, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности -	+	+	+	
26	ОПК-2.8 Умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей и неорганической химии для решения профессиональных задач -	+	+	+	
27	ОПК-2.9 Владеет основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации	+	+	+	
28	ОПК-2.10 Владеет методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной защиты	+	+	+	
29	ОПК-2.11 Владеет методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента	+	+	+	

30	ОПК-3. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом законодательства Российской Федерации, в том числе в области экономики и экологии	ОПК-3.1 Знает основы российской правовой системы и российского законодательства, правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности	+	+		
31		ОПК-3.2 Знает правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде -	+	+		
32		ОПК-3.3 Знает основы административного, трудового и гражданского законодательства	+	+		
33		ОПК-3.4 Знает основные категории и законы экономики -	+	+		
34		ОПК-3.5 Знает основы экономической деятельности предприятия, его структуру и отраслевую специфику; классификацию предприятий по правовому статусу -	+	+		
35		ОПК-3.6 Знает показатели использования производственных ресурсов и эффективности деятельности предприятия -	+	+		+
36		ОПК-3.7 Знает содержание этапов разработки оперативных планов работы первичных производственных подразделений -	+	+	+	
37		ОПК-3.8 Знает факторы, определяющие устойчивость биосферы, характеристики возрастания антропогенного воздействия на природу, глобальные проблемы экологии и принципы рационального природопользования, методы снижения хозяйственного воздействия на биосферу, организационные и правовые средства охраны окружающей среды, способы достижения устойчивого развития	+	+		
38		ОПК-3.9 Умеет использовать и составлять документы правового характера, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав	+	+		
39		ОПК-3.10 Умеет реализовывать права и свободы человека и гражданина в различных сферах жизнедеятельности -	+	+		



40		ОПК-3.11 Умеет использовать знания основ экономики при решении производственных задач -	+	+		
41		ОПК-3.12 Умеет осуществлять в общем виде оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики природно-климатических условий -	+	+		
42		ОПК-3.13 Умеет использовать нормативно-правовые акты при работе с экологической документацией -	+	+		
43		ОПК-3.14 Владеет основами хозяйственного и экологического права -	+	+		
44		ОПК-3.15 Умеет проводить технико-экономический анализ инженерных решений	+	+		
45		ОПК-3.16 Владеет методами разработки производственных программ и плановых заданий для первичных производственных подразделений -	+	+		
46		ОПК-3.17 Владеет навыками выбора экономически обоснованных решений с учетом имеющихся ограничений	+	+		
47		ОПК-3.18 Владеет методами выбора рационального способа снижения воздействия на окружающую среду	+	+		
48	ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.1 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета	+	+	+	
49		ОПК-4.2 Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов - химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей -	+	+	+	

50	ОПК-4.4 Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства -	+	+	+	
51	ОПК-4.5 Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии	+	+	+	
52	ОПК-4.6 Знает основные понятия теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления;	+	+		
53	ОПК-4.7 Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса -	+	+	+	
54	ОПК-4.8 Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров	+	+	+	
55	ОПК-4.9 Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.	+	+	+	

56		ОПК-4.10 Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса -	+	+	+	
57		ОПК-4.11 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов -	+	+	+	
58		ОПК-4.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования -	+	+	+	
59		ОПК-4.13 Владеет правилами и стандартами разработки схем автоматизации технологических процессов -	+	+	+	
60		ОПК-4.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов -	+	+	+	
61		ОПК-4.15 Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов -	+	+	+	
62		ОПК-4.16 Владеет пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов	+	+	+	
63		ОПК-6.1 Знает и соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности	+	+	+	+
64	ОПК-6. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-6.2 Умеет решать инженерно-технические задачи и задачи вычислительной математики с применением современных программных комплексов и языков программирования	+	+	+	+
65		ОПК-6.3 Владеет современными IT-технологиями при сборе, анализе, обработке и представлении информации	+	+	+	+

## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

### **6.1. Практические занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники» не предусмотрено проведение практических занятий.

### **6.2. Лабораторные занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники» проведение лабораторных занятий по практике не предусмотрено.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

На практику учебным планом выделено 108 акад. часов (81 астрон. часов) самостоятельной работы.

Рабочей программой Учебной практики: ознакомительной практики предусмотрена самостоятельная работа обучающихся в объеме 108 акад. часов (81 астроном. часов).

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления знаний по практике и предусматривает:

- этапы ознакомления с теорией и практическим исполнением выращивания кристаллов;
- этап практического освоения технологии роста кристаллов на конкретном предприятии.

Ознакомление с технологиями роста осуществляется в виде экскурсий на конкретное предприятие. При посещении предприятия и ознакомления с его деятельностью обучающийся должен собрать материал, необходимый для подготовки отчета по практике. Отчет по практике включает:

- историческую справку о предприятии;
- номенклатуру выпускаемой продукции;
- виды и нормы расхода сырьевых материалов;
- краткое описание основных технологических переделов производства с указанием применяемого оборудования;
- методы и формы контроля технологических процессов;
- правила техники безопасности, пожарной безопасности и охраны труда на конкретном предприятии.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ**

### **8.1. Вопросы для итогового контроля освоения практики**

(перечень вопросов для итогового контроля)

1. Основные методы выращивания кристаллов
2. Методы выращивания кристаллов из расплава
3. Методы выращивания кристаллов из растворов
4. Методы выращивания кристаллов из газовой фазы
5. Методы выращивания кристаллов из твёрдой фазы (проращение кристалла в керамику, контролируемая кристаллизация стекла)
6. Методы нагрева при высокотемпературном выращивании кристаллов

7. Применяемые нагреватели (материалы, конфигурации)
8. Применяемые тигли
9. Методы выращивания кристаллов сапфира
10. Методы выращивания кристаллов иттрий-алюминиевого граната
11. Методы выращивания кристаллов фианита
12. Методы выращивания кристаллов кремния
13. Методы выращивания кристаллов арсенида галлия
14. Методы выращивания кристаллов селенида цинка
15. Методы выращивания кристаллов оксида иттрия
16. Методы выращивания кристаллов флюорита
17. Методы выращивания кристаллов сапфира
18. Методы интенсификации роста кристаллов

### 8.2. Структура и пример билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по практике «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности» включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов

Пример билета к зачету с оценкой.

<p>«Утверждаю» Зав.кафедрой _____ 2021</p> <p>И.Х. Аветисов _____</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Кафедра химии и технологии кристаллов</b></p>
	<p><b>Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов электроники»</b></p>
	<p><b>Учебная практика (ознакомительная практика)</b></p>
<p><b>Билет № 1</b></p>	
<p>1. Методы выращивания кристаллов из расплава</p>	
<p>2. Методы выращивания кристаллов арсенида галлия</p>	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. О.Б. Петрова, И.Х. Аветисов, И.В. Степанова. Методические указания по выполнению расчетов технологических процессов в производстве материалов электроники и нанoeлектроники: учебно-методическое пособие (учебное пособие), РХТУ, 2015, Москва, ISBN 978-5-7237-1263-8, 60 с.
2. А.Ю. Зиновьев, А.Г. Чередниченко, И.Х. Аветисов. Технология органических электролюминесцентных устройств. Технологические процессы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. 64с.

#### Б. Дополнительная литература

- 1 Х.С. Багдасаров. Высокотемпературная кристаллизация из расплава. М.: Физматлит, 2004, 160 с.
- 2 В.А. Тимофеева. Рост кристаллов из растворов-расплавов. М.: Наука, 1978, 268 с.
- 3 А.Ю.Зиновьев, А.Г.Чередниченко, И.Х.Аветисов Технология органических электролюминесцентных устройств. Теоретические основы и материалы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2010. 62с.
- 4 А.Ю.Зиновьев, И.Х.Аветисов, А.Г.Чередниченко Технология органических электролюминесцентных устройств. Гетероструктуры. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2011. 63с.
- 5 Антоненко С.В. Технология тонких пленок. Учебное пособие - Москва: МИФИ, 2008.- 104 с.
- 6 Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. М.; Высш.шк.,1990, 423 с.
- 7 А. А. Майер. Процессы роста кристаллов. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1999, 176 с.

## **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы:

- «Успехи химии» ISSN: 0044-460X
- Доклады Академии наук ISSN: 0869-5652
- Журнал «Кристаллография» ISSN: 0023-4761
- Journal of Chemical & Engineering Data ISSN: 1520-9568
- Nature Nanotechnology ISSN: 1748-3387
- Nature Chemistry ISSN: 1755-4330
- Journal of Crystal Growth ISSN: 0022-0248
- Журнал Неорганические материалы. ISSN: : 0002-337X
- Журнал Физика твердого тела. ISSN: 0367-3294
- Журнал Известия ВУЗов. Материалы электронной техники. ISSN: 1609-3577
- Journal of Solid State Chemistry. ISSN: 0022-4596.
- Physica Status Solidi A. ISSN: 1862-6300

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.09.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом занятия по практике проводятся в форме самостоятельной работы студента.

### 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Перечень пособий представлен в основной образовательной программе.

### 11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Перечень средств представлен в основной образовательной программе.

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Перечень ресурсов представлен в основной образовательной программе..

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов практики	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1 Ознакомление с историей производства монокристаллов, других материалов электроники и изделий на их основе, природными материалами, используемыми для этих целей	<b>знает:</b> – основные способы роста кристаллов; – основные способы и технологические параметры производства изделий электроники и наноэлектроники;	Оценка за отчет по практике  Оценка при сдаче зачета с оценкой
Раздел 2 Посещение действующих предприятий по производству материалов	<b>умеет:</b> – определять вид и назначение материалов электроники; <b>владеет:</b> – комплексом первоначальных знаний и представлений об организации	Оценка за отчет по практике  Оценка при сдаче зачета с оценкой

электроники и фотоники и изделий на их основе	производства материалов электроники и изделий на их основе;	
Раздел 3 Ознакомление с перспективными научными разработками в области создания материалов электроники и фотоники	<b>умеет:</b> – определять вид и назначение материалов электроники; <b>владеет:</b> – комплексом первоначальных знаний и представлений об организации производства материалов электроники и изделий на их основе;	Оценка за отчет по практике  Оценка при сдаче зачета с оценкой
Раздел 4 Подготовка отчета о прохождении учебной практики	<b>знает:</b> – основные способы роста кристаллов; – основные способы и технологические параметры производства изделий электроники и наноэлектроники; <b>умеет:</b> – определять вид и назначение материалов электроники; <b>владеет:</b> – комплексом первоначальных знаний и представлений об организации производства материалов электроники и изделий на их основе; – навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, технологической схемы производства, контроля качества готовой продукции.	Оценка за отчет по практике  Оценка при сдаче зачета с оценкой



### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащении образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе практики**  
**«Учебная практика: ознакомительная практика»**  
**основной образовательной программы**  
18.03.01 Химическая технология,  
профиль «Химическая технология материалов электроники».

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА:  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ)  
ПРАКТИКА»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки «Химическая технология материалов электроники»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«28» мая 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена профессором кафедры химии и технологии кристаллов  
О.Б. Петровой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов  
РХТУ им.Д.И. Менделеева «12» марта 2022 г., протокол № 8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана, к блоку 2 практик Учебного плана и рассчитана на прохождение обучающимися в 7 семестре (4 курс) обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физхимии идеального и реального кристалла, теории роста кристаллов, оборудования и основ проектирования предприятий по росту технических и ювелирных кристаллов, производству гетерофазных пленочных структур, начал физической электроники.

**Цель практики** – получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики, практическое изучение технологических циклов производства материалов электроники и фотоники, структуры предприятия, методов и особенностей управления производственным процессом. Формирование у обучающегося способности осуществлять технологический процесс производства материалов в соответствии с регламентом.

**Задачами практики** является формирование у обучающихся компетенций, связанных с целостным представлением о технологиях производства материалов электроники и фотоники, организацией и структурой предприятий по их производству, способности и готовности осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, работой с нормативно-технической документацией.

Способ проведения практики: **выездная**.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа практики может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики способствует формированию следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

**Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1 Знает и понимает особенности поведения работников предприятий химической промышленности УК-3.2 Знает основные типы социальных взаимодействий и социально-психологические

		<p>критерии эффективности управления коллективом</p> <p>УК-3.3 Умеет взаимодействовать с другими членами команды, в том числе участвовать в обмене информацией, знаниями и опытом</p> <p>УК-3.4 Умеет использовать современные социально-психологические технологии управления коллективом</p> <p>УК-3.6 Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию</p>
--	--	---

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство;  Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.
			ПК 1.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	
			ПК-1.3 Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.	

<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство;</p> <p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-3. Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.</p>	<p>ПК-3.1. Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции.</p> <p>ПК-3.2. Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты.</p> <p>ПК-3.3. Владеет современными методами анализа сырья, материалов и готовой продукции.</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 26.017 «Специалист по подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD-покрытий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 августа 2017 г. N 644н,  Обобщенная трудовая функция С. Организация производственного процесса нанесения наноструктурированного PVD-покрытия.  С/05.6. Контроль соблюдения технологических процессов на</p>
---	--	--	--	--



				участке PVD-покрытий (уровень квалификации – 6).
<b>Технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство;  Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	<b>ПК-6.</b> Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники	ПК-6.1. Знает технологическое оборудование для производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники и правила его эксплуатации	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.  Профессиональный стандарт 26.017 «Специалист по подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD-покрытий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 августа 2017 г. N 644н,
			ПК-6.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.	
			ПК-6.3. Владеет основами проектирования технологической линии производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.	

				<p>Обобщенная трудовая функция С. Организация производственного процесса нанесения наноструктурированного PVD- покрытия. С/05.6. Контроль соблюдения технологических процессов на участке PVD-покрытий (уровень квалификации – б).</p> <p>Профессиональный стандарт 29.002 «Специалист технического обеспечения технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. N 598н, Обобщенная трудовая функция D. Техническая подготовка технологической базы производства приборов квантовой электроники и фотоники. D/04.6 Приведение функциональных возможностей оборудования в соответствие специфическим требованиям</p>
--	--	--	--	---

				<p>процессов нанотехнологии (уровень квалификации – 6).</p> <p>Профессиональный стандарт 40.037 «Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 июля 2014 года N 446н,</p> <p>Обобщенная трудовая функция  D. Разработка и обоснование технических требований к модернизации технологических линий.</p> <p>D/02.6 Разработка технических требований к модернизации технологических линий с целью реализации концепции производства и оптимизации технологических процессов с учетом требований систем менеджмента</p>
--	--	--	--	---

В результате прохождения практики студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое в производстве материалов электроники и фотоники;
- *основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;*
- *основные нормативные документы по стандартизации и сертификации продукции предприятий по производству материалов электроники;*
- правила техники безопасности и производственной санитарии; организационную структуру предприятия;

*Уметь:*

- *использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции предприятий по производству материалов электроники;*
- анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации.

*Владеть:*

- методами проектирования технологических линий и подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства;
- *способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.*

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 7 семестре. Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
Контактная самостоятельная работа	3	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		107,6	80,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зач. с оценк.</b>		

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

#### 4.1. Разделы практики

Разделы	Раздел практики	Самостоятельная работа, акад. ч.
Раздел 1	Ознакомление с технологией производства монокристаллов, материалов электроники;	40

Раздел 2	Практическое освоение технологических процессов	68
	<b>Всего часов</b>	<b>108</b>

#### 4.2. Содержание разделов практики

Производственная практика состоит из двух этапов:

– ознакомление с технологией производства монокристаллов, материалов электроники;

– практическое освоение технологических процессов и методов их контроля на конкретном предприятии (индивидуальное задание).

1. Ознакомление с технологией производства монокристаллов, материалов электроники осуществляется в виде экскурсий на предприятия соответствующего профиля. При посещении предприятия и ознакомления с его деятельностью обучающийся должен собрать материал, необходимый для подготовки отчета по практике.

Отчет по практике включает:

- историческую справку о предприятии;
- номенклатуру выпускаемой продукции;
- виды и нормы расхода сырьевых материалов;
- описание основных технологических переделов производства;
- методы и формы контроля технологических процессов;
- мероприятия по устранению отклонений (нарушений) режимных параметров работы оборудования и технологических процессов.

2. Практическое освоение технологических процессов на конкретном предприятии обучающийся осуществляет в соответствии с индивидуальным заданием по практике, которое включает:

- изучения основных свойств и области применения выпускаемой продукции;
- требования ГОСТ Р и другой нормативной документации к качеству выпускаемой продукции;
- изучение сырьевых материалов и методов входного контроля;
- изучение параметров технологического процесса, предусмотренных в регламенте, и методов его контроля;
- подробное описание вида и типа оборудования для осуществления конкретного технологического процесса;
- действия обслуживающего персонала при чрезвычайных ситуациях.

При выполнении индивидуального задания студент должен собрать материалы по физико-химическим свойствам материалов, выпускаемых предприятием, структуре предприятия, методам управления, системе сбыта готовой продукции.

Закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися при изучении программы бакалавриата.

Развитие у обучающихся навыков научно-исследовательской деятельности.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	
	<b>Знать:</b>			
1	– технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое в производстве материалов электроники и фотоники;	+	+	
2	– основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;	+	+	
3	– основные нормативные документы по стандартизации и сертификации продукции предприятий по производству материалов электроники;	+	+	
4	– правила техники безопасности и производственной санитарии; организационную структуру предприятия		+	
	<b>Уметь:</b>			
5	– <i>использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции предприятий по производству материалов электроники;</i>		+	
6	– анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации.		+	
	<b>Владеть:</b>			
7	– методами проектирования технологических линий и подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства;	+	+	
8	– способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом	+	+	
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <u><b>универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</b></u>				
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>		
11		УК-3.1 Знает и понимает особенности поведения работников предприятий химической промышленности	+	+
12	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.2 Знает основные типы социальных взаимодействий и социально-психологические критерии эффективности управления коллективом	+	+
13		УК-3.3 Умеет взаимодействовать с другими членами команды, в том числе участвовать в обмене информацией, знаниями и опытом	+	+

14		УК-3.4 Умеет использовать современные социально-психологические технологии управления коллективом	+	+
15		УК-3.6 Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию	+	+
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>		
16	ПК-3. Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.	ПК-3.1. Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции.	+	+
17		ПК-3.2. Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты.	+	+
18		ПК-3.3. Владеет современными методами анализа сырья, материалов и готовой продукции.	+	+
19	ПК-6. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники	ПК-6.1. Знает технологическое оборудование для производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники и правила его эксплуатации		+
20		ПК-6.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.		+
21		ПК-6.3. Владеет основами проектирования технологической линии производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники» проведение практических занятий по практике не предусмотрено.

### 6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники» проведение лабораторных занятий по практике не предусмотрено.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой практики предусмотрена самостоятельная работа обучающегося на предприятии (например, по производству монокристаллов, материалов электроники и нанoeлектроники) под руководством руководителя практики-

К прохождению практики на территории предприятия допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности, внутреннему распорядку предприятия и прослушавшие лекции о структуре завода и организации производственного процесса. Регламент практики определяется и устанавливается в соответствии с учебным планом.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Итоговая оценка по практике (зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту по итогам написания отчета о прохождении практики (максимальная оценка за отчет о прохождении практики – 40 баллов), отчета о выполнении индивидуального задания (максимальная оценка за отчет о выполнении индивидуального задания – 20 баллов) и итогового опроса студента (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

### 8.1. Требования к отчету о прохождении практики

Отчет о прохождении практики выполняется студентом во время прохождения практики в соответствии с календарным учебным графиком учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники».

Отчет должен содержать следующие основные структурные элементы:

- титульный лист с наименованием вида практики и названия предприятия – места прохождения практики;
- содержание отчета;
- цель и задачи практики;
- краткая историческая справка о предприятии – места прохождения практики;
- ассортимент и объемы продукции, производимой предприятием, с указанием нормативных документов и сертификатов на выпускаемую продукцию;
- структура предприятия, основные производственные цеха и отделы;
- технологическая схема процесса производства основного продукта с указанием основного оборудования, применяемого для осуществления того или иного технологического процесса, при возможности – с указанием параметров работы основного технологического оборудования:



Производство профилированного сапфира методом Степанова и крупных булей сапфира методом Мусатова (Киропулоса)

1. Свойства сапфира (основные физико-химические свойства, структура кристаллической решетки).
2. Области применения изделий из сапфира.
3. Методы выращивания сапфира.
4. Основное достоинство метода Степанова.
5. Основное достоинство метода Мусатова (Киропулоса).
6. Требования к готовым сапфировым трубам.
7. Требования к готовым сапфировым лентам и пластинам.
8. Требования к готовым сапфировым столбикам.
9. Требования к готовым сапфировым обтекателям.
10. Требования к сырью для выращивания кристаллов сапфира.
11. Типичные дефекты кристаллов при разных методах выращивания, их причины и способы устранения.
12. Основные узлы установки для выращивания сапфира методом Степанова – НИКА-С.
13. Основные узлы установки для выращивания сапфира методом Киропулоса (Мусатова) – НИКА-М30.
14. Материалы тигля и формообразователя.
15. Способ нагрева и материалы нагревателя.
16. Необходимая атмосфера ростовой камеры.
17. Вспомогательное оборудование: печи отжига, станки для резки, шлифовки и полировки изделий.
18. Методы контроля качества полученных изделий
19. Оборудование для контроля качества изделий.

Производство кристаллов фианитов и частично стабилизированного диоксида циркония (ЧСЦ) методом холодного контейнера

1. Особенности кристаллического строения оксида циркония и материалов на его основе (фианитов и ЧСЦ).
2. Фазовая диаграмма  $ZrO_2-Y_2O_3$ . Области получения кристаллов фианитов и полидоменных кристаллов ЧСЦ.
3. Основные свойства фианитов и области применения.
4. Основные свойства ЧСЦ и области применения.
5. Влияние добавок редкоземельных элементов на свойства и области применения материалов на основе оксида циркония.
6. Требования к сырьевым материалам – оксид циркония, стабилизатор (оксид иттрия или другие), добавки (оксиды редкоземельных элементов), металлический цирконий.
7. Подготовка холодного контейнера (гарнисажа).
8. Стартовый разогрев.
9. Оборудование выращивания кристаллов методом холодного контейнера – Кристалл-403, Кристалл-400.
10. Материалы индуктора, водоохлаждаемой корзины.
11. Генераторы СВЧ.
12. Меры по защите от СВЧ.
13. Характеристики индуктора.
14. Физико-химические процессы, происходящие при индукционном разогреве, плавлении и направленной кристаллизации расплава.
15. Извлечение кристаллов из холодного контейнера.

16. Сортировка изделий.
17. Виды дефектов, их причины и способы устранения.
18. Возможности утилизации брака.
19. Требования к готовым кристаллам фианитов.
20. Требования к готовым кристаллам ЧСЦ.
21. Вспомогательное оборудование.

Производство пьезокварца, оптического кварца или окрашенных разновидностей кварца гидротермальным методом

1. Полиморфные модификации SiO<sub>2</sub>.
2. Кристаллическое строение и основные физические свойства α-кварца.
3. Основы гидротермального метода.
4. Устройство автоклава, требования к материалам.
5. Условия гидротермального роста кварца – диапазон давлений, температур.
6. Состав гидротермальных растворов.
7. Применяемые хромофорные добавки.
8. Требования к сырьевым материалам – жильному кварцу.
9. Физико-химические процессы, происходящие при росте кристалла в гидротермальных условиях.
10. Виды дефектов, их причины и способы устранения.
11. Возможности утилизации брака.
12. Требования к кварцевым пьезоэлементам.
13. Требования к кварцевым оптическим элементам.
14. Требования к ювелирным кристаллам кварца.

Производство полупроводниковых кристаллов

1. Простые и сложные полупроводники.
2. Основные промышленные методы выращивания кристаллов полупроводников.
3. Особенность выращивания кристаллов из расплавов в бескилородной атмосфере.
4. Требования к готовым булям полупроводниковых кристаллов.
5. Требования к готовым пластинам полупроводниковых кристаллов.
6. Требования к сырью для выращивания полупроводниковых кристаллов.
7. Типичные дефекты кристаллов при разных методах выращивания, их причины и способы устранения.
8. Основные узлы установки для выращивания полупроводниковых кристаллов методом Чохральского – Редмет-2.
9. Основные узлы установки для выращивания полупроводниковых кристаллов методом Бриджмена.
10. Основные узлы установки для выращивания полупроводниковых кристаллов методом Маркова–Давыдова.
11. Материалы тигля и оснастки.
12. Способ нагрева и материалы нагревателя.
13. Необходимая атмосфера ростовой камеры.
14. Вспомогательное оборудование: печи отжига, станки для резки, шлифовки и полировки изделий.
15. Методы контроля качества полученных изделий
16. Оборудование для контроля качества изделий.

Производство эпитаксиальных структур CdHgTe для матричных фотоприемников ИК-диапазона

1. Основные типы эпитаксиальных структур.

2. Особенности различных способов технологической реализации процесса жидкофазной эпитаксии.
3. Требования к подложкам для жидкофазной эпитаксии полупроводниковых материалов.
4. Требования к сырью для процесса жидкофазной эпитаксии.
5. Типичные дефекты кристаллов при разных способах выращивания эпитаксиальных структур.
6. Основные узлы установки для выращивания полупроводниковых эпитаксиальных структур жидкофазным методом.
7. Требования к материалам оснастки.
8. Способы контроля атмосферы при проведении процесса жидкофазной эпитаксии.
9. Методы контроля качества полученных изделий.
10. Оборудование для контроля качества изделий.

#### Производство жидкокристаллических дисплеев

1. Основные типы жидких кристаллов, их характеристики и применение по назначению.
2. Типы жидкокристаллических дисплеев по способам управления яркостью изображения.
3. Возможные варианты топологии эффективных ЖК-дисплеев.
4. Варианты технологий цветных светофильтров.
5. Варианты изготовления транзисторной матрицы и их характеристики.
6. Варианты технологий формирования рисунка при изготовлении светофильтров.
7. Требования к подложкам для формирования транзисторной матрицы и светофильтров.
8. Способы формирования зазора между подложками под заливку жидкого кристалла.
9. Особенности технологии Chip-on-glass при производстве ЖКдисплеев.
10. Оборудование для изготовления транзисторной матрицы.
11. Оборудование для формирования прозрачных проводящих слоев.
12. Особенности изготовления мишеней для ионных способов формирования прозрачных проводящих слоев.
13. Основные виды брака при производстве ЖК-дисплеев.
14. Требования к герметизации изделия.
15. Сортировка изделий.
16. Возможности утилизации брака.
17. Вспомогательное оборудование.

#### Производство органических электролюминесцентных дисплеев

1. Основные классы органических материалов в технологии ОСИД.
2. Типы ОСИД дисплеев по способам управления яркостью изображения.
3. Варианты топологии полноцветных ОСИД дисплеев.
4. Требования к транзисторной матрице для ОСИД.
5. Требования по гигиене помещения для различных участков в технологии ОСИД.
6. Требования к подложкам для формирования ОСИД структуры.
7. Способы формирования цветового изображения в технологиях ОСИД дисплеев.
8. Особенности вакуумного оборудования при производстве ОСИД дисплеев.
9. Способы герметизации изделий ОСИД.
10. Требования и способы изготовления электродов в технологии ОСИД.
11. Особенности подготовки органических препаратов для формирования различных функциональных слоев в технологии ОСИД.

12. Основные виды брака при производстве ОСИД дисплеев.
13. Сортировка изделий.
14. Возможности утилизации брака.
15. Вспомогательное оборудование.

Отчет о прохождении практики выполняется с помощью персонального компьютера на листах формата А4, поля – стандартные, шрифт – Times New Roman, 12, через 1,5 интервала. Желательно иллюстрировать текстовый материал рисунками и фотографиями, выполненными во время прохождения практики или полученными из сети Интернет.

Объем отчета не должен превышать 20 стр.

### *8.2. Примерная тематика индивидуальных заданий*

Индивидуальное задание выполняется обучающимся самостоятельно на основе сбора дополнительной информации во время прохождения практики, а также информации, полученной из других источников, например, сети Интернет.

Индивидуальное задание направлено на углубленное изучение обучающимся тех или иных вопросов, связанных с технологией роста кристаллов, производства гетерофазных пленочных структур, технологическими процессами, оборудованием для их осуществления, технологическими параметрами процесса производства, контролем качества производимой продукции).

Отчет о выполнении индивидуального задания должен выполняться в соответствии с требованиями, предъявляемыми к отчету о прохождении практики. Отчет о выполнении индивидуального задания должен включать текст, необходимые рисунки, формулы, схемы и фотографии.

Отчет об индивидуальном задании включает ; основные свойства кристалла (структура, плотность, твердость, диапазон прозрачности, показатель преломления, температура плавления, теплопроводность, растворимость и т.д.), область применения, наличие/отсутствие природных аналогов – минералов, применяемые добавки (активаторы, легирующие добавки), методы роста, условия роста (атмосфера, тигли и т.д.). Кроме того, отчет включает в себя титульный лист и список использованной литературы, включая Интернет-источники.

Примерная тематика индивидуальных заданий представлена ниже.

1. Кристаллы иттрий-алюминиевого граната ( $Y_3Al_5O_{12}$ )
2. Кристаллы лейкосапфира ( $Al_2O_3$ ) и рубина ( $Al_2O_3:Cr$ )
3. Кристаллы кварца ( $SiO_2$ )
4. Кристаллы кремния (Si)
5. Кристаллы фианитов ( $ZrO_2 - Y_2O_3$ )
6. Кристаллы форстерита ( $Mg_2SiO_4$ )
7. Кристаллы флюорита ( $CaF_2$ )
8. Кристаллы дигидрофосфата калия KDP ( $KH_2PO_4$ )
9. Кристаллы арсенида галлия (GaAs)
- 10. Кристаллы иттрий-литиевого фторида ( $YLiF_4$ )**
11. Кристаллы калий-гадолиниевого вольфрамата ( $KGd(WO_4)_2$ )
12. Кристаллы теллурида кадмия (CdTe)
13. Кристаллы частично стабилизированного диоксида циркония ЧСЦ ( $ZrO_2 - Y_2O_3$ )
14. Кристаллы ниобата лития ( $LiNbO_3$ )
- 15. Кристаллы гадолиний-скандий-галлиевого граната ГСГГ ( $Gd_3Sc_2Ga_3O_{12}$ )**
16. Кристаллы ванадата иттрия ( $YVO_4$ )
17. Кристаллы селенида цинка (ZnSe)
18. Кристаллы германия (Ge)
19. Кристаллы трибората лития LBO ( $LiB_3O_5$ )

20. Кристаллы титаната бария ( $BaTiO_3$ )
21. Кристаллы фторида бария ( $BaF_2$ )
22. Кристаллы антимонида индия ( $InSb$ )
23. Кристаллы карбида кремния ( $SiC$ )
24. Кристаллы молибдата лития ( $Li_2MoO_4$ )
25. Кристаллы германо - и силико-силленита ( $Bi_{12}GeO_{20}$  ,  $Bi_{12}SiO_{20}$ )
26. Кристаллы смешанного хлорида ( $KPb_2Cl_5$ )
- 27.

### 8.3. Примеры вопросов для итогового контроля освоения практики

#### 7.3. Вопросы для итогового контроля

1. Образование центров свечения в люминофорах
2. Методы получения профилированных монокристаллов
3. Условий образования кристаллов силикатов
4. Химическая стойкость ювелирных камней
5. Влияния разных факторов на гидродинамику расплава при росте кристаллов методом Бриджмена
6. Условия получения фианитов
7. Лазерные среды, активированных ионами  $Er^{3+}$ ,  $Yb^{3+}$ ,  $Ce^{3+}$
8. Свойства слоев нитрида кремния
9. Центры свечения в люминофорах, активированных РЗЭ
10. Методы измерения теплопроводности
11. Влияние нестехиометрии на свойства кристаллов
12. Способы получения люминофоров с белым цветом свечения
13. Уровни иона  $Cr^{3+}$  в кристаллах и стеклах
14. Уровни иона  $Cr^{4+}$  в кристаллах и стеклах
15. Технология получения кварцевых волоконных световодов
16. Физико-химические основы облагораживания волокнистых минералов
17. Выращивание кристаллов методом Вернейля.
18. Уровни иона  $Fe^{3+}$  в кристаллах и стеклах
19. Рост и свойства монокристаллов сложных боратов
20. Процесс автолегирования при эпитаксии кремния.
21. Влияние облучения на свойства кристаллов
22. Лазерное травление поверхности калий-титонилфосфата
23. Импрегнирование природных минералов.
24. Синтез стеклокерамики на основе сложных силикатов, легированных  $Cr^{4+}$ .
25. Выращивание кристаллов из растворов
26. Синтез углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом жидких углеводородов.
27. Термометрические свойства люминофоров.
28. Исследование и получение нанокристаллов оксида иттрия и твердых растворов на его основе методом «мягкой химии».
29. Исследование радиационного воздействия на кристаллы
30. Модифицирование окраски ювелирного сподумена
31. Нестехиометрия теллурида цинка
32. Получение прекурсоров алюмоиттриевого граната методом «мягкой химии»

33. Метод растровой электронной микроскопии
34. Химическое тонирование органическими красителями.
35. Получение стеклокристаллических структур в системе  $\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ .
36. Метод послойного плазмохимического травления.
37. Получение мелкодисперсного порошка оксида алюминия методом седиментации
38. Выращивание монокристаллов для изготовления световых фильтров на основе водорастворимых солей Ni.
39. Методы полирования кварца с помощью реагента «Полярит»
40. Получение ультрадисперсных порошков оксида иттрия для прозрачной керамики
41. Методы выращивания кристаллов теллурида кадмия
42. Методы синтеза прозрачной стеклокерамики

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## 8.4. Структура и пример билетов для зачета

Зачет с оценкой по практике включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой

«Утверждаю» Зав.кафедрой _____ 2021  И.Х. Аветисов _____	Министерство науки и высшего образования РФ
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра химии и технологии кристаллов</b>
	<b>Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов электроники»</b>
	<b>Производственная практика: технологическая (проектно- технологическая) практика</b>
<b>Билет № 1</b>	
3. Условия получения фианитов	
4. Влияние облучения на свойства кристаллов	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### А) Основная литература:

1. О.Б. Петрова, И.Х. Аветисов, И.В. Степанова. Методические указания по выполнению расчетов технологических процессов в производстве материалов электроники и нанoeлектроники: учебно-методическое пособие (учебное пособие), РХТУ, 2015, Москва, ISBN 978-5-7237-1263-8, 60 с.
2. А.Ю. Зиновьев, А.Г. Чередниченко, И.Х. Аветисов Технология органических электролюминесцентных устройств. Технологические процессы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. 64с.
3. Х.С. Багдасаров. Высокотемпературная кристаллизация из расплава. М.: Физматлит, 2004, 160 с.
4. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. М.; Высш.шк.,1990, 423 с.
5. А. А. Майер. Процессы роста кристаллов. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1999, 176 с.

### Б) Дополнительная литература

1. Шаскольская М.П. Кристаллография: Учеб.пособие для втузов.- 2-е изд., перераб.и доп.-М.:Высшая школа,1984.-376 с..
2. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников: Учеб. пособие для втузов/ Под ред. В.М.Глазова. -М.:Высш.шк.,1982.-528 с.
3. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011 400с

4. Ковтуненко П.В. Физическая химия твердого тела. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1993, 352 с.

## 8.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

### Журналы

1. Квантовая Электроника. ISSN 0368-7147.
2. Оптика и спектроскопия ISSN 0030-4034
3. Физика твердого тела. ISSN 0367-3294
4. Оптический журнал. ISSN 1023-5086
5. Современная электроника. (ООО "СТА-пресс")
6. Компоненты и технологии ISSN 2079-6811
7. Фотоника ISSN 1993-7296
8. Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники ISSN 1609-3577
9. Лазерная техника и оптоэлектроника
10. Advanced optical materials ISSN 2195-1071
11. Optical and quantum electronics ISSN 0306-8919
12. Optical materials ISSN 0925-3467
13. Applied physics B: Lasers and optics ISSN 0946-2171
14. Laser physics ISSN 1054-660x
15. Electronics letters ISSN 0013-5194
16. Advanced materials for optics and electronics ISSN 1057-9257
17. Advanced electronic materials ISSN 2199-160x
18. Russian microelectronics ISSN 0098-6658

### ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

- <https://intellect.ml/category/electronica-i-fotonika> - Электроника и фотоника
- <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
- <http://www.laser-portal.ru> - Лазерный Портал
- [www.centerprioritet.ru](http://www.centerprioritet.ru) – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science
- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета.

### Поиск книг и журналов

- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ



Информационную поддержку осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.09.2021 составляет 1 716 243 экз..

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

В соответствии с учебным планом практика проводится в форме самостоятельной работы студента с использованием материально-технической базы Предприятия и Университета.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Научные лаборатории кафедры, снабженные следующим оборудованием:

*Оборудование для получения монокристаллических, поликристаллических, стеклянных, керамических материалов и тонкопленочных структур:*

Высокотемпературные печи шахтного и цилиндрического (однозонные и двухзонные) типов, оснащенные программируемыми системами автоматического регулирования температуры «Термодат-14» и «Термодат-16»;

Установки для выращивания монокристаллов методом Чохральского (ИКАН), методом Бриджмена (Редмет-2) модернизированные, позволяющим контролировать парогазовую атмосферу в ростовой камере;

Установки вакуумно-термического напыления (резистивный нагрев, магнетронное распыление), модернизированные для напыления многослойных наноразмерных структур на основе неорганических и органических полупроводниковых и люминесцентных материалов.

Комплекс оборудования для приготовления и компактирования шихты: электронные аналитические весы, гидравлический пресс с усилием до 50 т., необходимая химическая посуда, мельница шаровая лабораторная, а также платиновые тигли.

Вытяжные шкафы, весы технические и аналитические, сушильные шкафы, ультразвуковые ванны, установки для резки, шлифовки и полировки кристаллов и стекол.

*Оборудование для анализа примесного состава материалов.*

Масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой NexION 300D (Perkin Elmer) с системами высокочистого вскрытия проб с помощью микроволнового и термического автоклавирования.

Вторично-ионный масс-спектрометр с время-пролетным масс-анализатором

MiniSIMS (MILLBROOK Ltd.)

*Оборудование для проведения спектральных исследований:*

Спектрофотометр UNICO 2800 (190-1100 нм);

ИК-Фурье спектрометр Tensor-27 (Bruker GmbH).

Спектрофотометрический комплекс Ocean Optics, в составе 2 спектрофотометров видимого диапазона, рамановского спектрометра (200-2000 см<sup>-1</sup>) с возбуждающим излучением 785 нм, спектрометра ближнего ИК диапазона NIR Quest (700-1750 нм), с интегрирующими сферами и оптоволоконными соединительными кабелями, светодиодными и лазерными источниками возбуждения в диапазоне 257- 978 нм.

Комплекс оборудования для проведения исследований спектрально- люминесцентных характеристик Fluorolog FL-22 (Horiba Jobin Yvon) с системой анализа кинетики затухания люминесценции

Оборудование для исследования образцов методами сканирующей электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа – VEGA-3 LUMO (Tesla Inc.) и INCA Energy 3-D MAX (Oxford Instruments).

Оборудование для исследования образцов методами оптической микроскопии Stereo Discovery V.12 (Carl Zeiss), оптические микроскопы: поляризационные (МИН-8, Полам P-111), металлографические, интерференционный МИИ-4, полярископ ПКС-500, столики Федорова, столики Лодочникова; рефрактометры жидкостные и геологические, наборы иммерсионных жидкостей.

Оборудование для исследования образцов рентгенодифракционными методами – дифрактометр Equinox 2000 (Inel Corp.).

*Оборудование для исследования механических, электрических и магнитных свойств материалов:*

Дилатометр Ботвинкина (кварцевый), микротвердомер ПМТ-3, феррограф, характерограф, измерительное оборудование для оценки электрофизических характеристик материалов, тераомметр (Е6-13), измеритель L, C, R цифровой Е7-12.

Научные лаборатории предприятий, с которыми заключены договора о практической подготовке.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов монокристаллов, лазерных материалов, полупроводников, минералов; плакаты типовых чертежей оборудования. Альбомы рентгенограмм неорганических материалов, дериватограмм систем с образованием твердых растворов, кривых изменения массы при нагревании систем с разложением кристаллогидратов и сложных соединений.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальный аппарат; оборудование для проведения электронного обучения и реализации дистанционных образовательных технологий, локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания, электронные

образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; учебные фильмы к разделам дисциплин; сборники технологических схем, буклеты и каталоги оборудования; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам неорганических веществ; электронная картотека по рентгенофазовому анализу; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния соединений.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Ознакомление с технологией производства монокристаллов, материалов электроники;</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое в производстве материалов электроники и фотоники;</li> <li>– <b>основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;</b></li> <li>– <b>основные нормативные документы по стандартизации и сертификации продукции предприятий по производству материалов электроники;</b></li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами проектирования технологических линий и подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства;</li> <li>– способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.</li> </ul>	<p>Оценка за отчет о прохождении производственной практики</p> <p>Оценка за отчет о выполнении индивидуального задания</p> <p>Оценка на зачете</p>
<p>Раздел 2 Практическое освоение технологических процессов</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое в производстве материалов электроники и фотоники;</li> <li>– <b>основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;</b></li> <li>– <b>основные нормативные документы по стандартизации и сертификации продукции предприятий по производству материалов электроники;</b></li> <li>– правила техники безопасности и производственной санитарии; организационную структуру предприятия;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции предприятий по производству</b></li> </ul>	<p>Оценка за отчет о прохождении производственной практики</p> <p>Оценка за отчет о выполнении индивидуального задания</p> <p>Оценка на зачете</p>

	<p><b><i>материалов электроники;</i></b>  – анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации.  <i>Владеет:</i>  – методами проектирования технологических линий и подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства;  – <b><i>способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.</i></b></p>	
--	--	--

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

*Дополнения и изменения к рабочей программе практики*  
**«Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика»**  
**основной образовательной программы**  
 18.03.01 Химическая технология,  
 профиль «Химическая технология материалов электроники».

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки «Химическая технология материалов электроники»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«28» мая 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена профессором кафедры химии и технологии кристаллов  
О.Б. Петровой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «12» мая 2022 г., протокол № 8.



## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники», с рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана блока 2 «Практики» и рассчитана на проведение практики в 7 семестре обучения.

Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физхимии, физических принципов работы электронных приборов, методов исследования материалов, кристаллографии, кристаллооптики, теории роста кристаллоов.

**Цель практики** – формирование универсальных и профессиональных компетенций и приобретение навыков для осуществления научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности на основании изученных дисциплин, в том числе специальных, и самостоятельно изученной информации.

**Задачами практики** являются приобретение навыков планирования и выполнения научно-исследовательской работы; обработка, интерпретация и представление научных результатов; подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы.

Способ проведения практики: **стационарная.**

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа практики может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники» способствует формированию следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности; УК-1.4 Умеет определять и оценивать варианты возможных решений задачи;

		УК-1.5 Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинств и недостатков.
--	--	--

### 4.3 Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство;</p> <p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-2. Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.</p>	<p>ПК-2.1. Знает порядок выстраивания логических взаимосвязей между различными литературными источниками.</p> <p>ПК-2.2. Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий.</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками обращения с научной и технической литературой.</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p>

<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство;</p> <p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-3. Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.</p>	<p>ПК-3.1. Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции.</p> <p>ПК-3.2. Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты.</p> <p>ПК-3.3. Владеет современными методами анализа сырья, материалов и готовой продукции.</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 26.017 «Специалист по подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD-покрытий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 августа 2017 г. N 644н,  Обобщенная трудовая функция С. Организация производственного процесса нанесения наноструктурированного PVD-покрытия.  С/05.6. Контроль соблюдения технологических процессов на участке PVD-покрытий (уровень</p>
---	--	--	--	--

				квалификации – б).
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство;</p> <p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-4. Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау.</p>	<p>ПК-4.1. Знает современные подходы к научному исследованию.</p> <p>ПК-4.2. Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада.</p> <p>ПК-4.3. Владеет современными методами обработки данных.</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 40.037 «Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 июля 2014 года N 446н, Обобщенная трудовая функция Д. Разработка и обоснование технических требований к</p>

				<p>модернизации технологических линий.</p> <p>D/04.6 Разработка методик и техническое руководство экспериментальной проверкой технологических процессов и исследованием параметров наноструктурных материалов (уровень квалификации – б).</p>
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство;</p> <p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.</p>	<p>ПК-5.1. Знает физико-химические основы работы приборов электронной техники, получения монокристаллов и материалов электроники и нанoeлектроники.</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 26.017 «Специалист по подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD-покрытий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 августа 2017 г. N 644н,</p>
			<p>ПК-5.2. Умеет применять аналитические и численные методы в области получения новых материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.</p>	
			<p>ПК-5.3. Владеет методами получения материалов электронной техники и нанoeлектроники.</p>	

				<p>Обобщенная трудовая функция С. Организация производственного процесса нанесения наноструктурированного PVD- покрытия. С/05.6. Контроль соблюдения технологических процессов на участке PVD-покрытий (уровень квалификации – 6).</p> <p>Профессиональный стандарт 29.002 «Специалист технического обеспечения технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. N 598н, Обобщенная трудовая функция D. Техническая подготовка технологической базы производства приборов квантовой электроники и фотоники. D/04.6 Приведение функциональных возможностей оборудования в соответствие специфическим требованиям процессов нанотехнологии</p>
--	--	--	--	--

				<p>(уровень квалификации – 6).</p> <p>Профессиональный стандарт 40.037 «Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 июля 2014 года N 446н,</p> <p>Обобщенная трудовая функция D. Разработка и обоснование технических требований к модернизации технологических линий.</p> <p>D/02.6 Разработка технических требований к модернизации технологических линий с целью реализации концепции производства и оптимизации технологических процессов с учетом требований систем менеджмента</p> <p>D/04.6 Разработка методик и техническое руководство экспериментальной проверкой технологических процессов и исследованием параметров наноструктурных материалов (уровень квалификации – 6).</p>
--	--	--	--	--



В результате прохождения практики студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- теоретические основы роста монокристаллов, получения материалов электроники и изделий из них, применять эти знания на практике;
- свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач;

*Уметь:*

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;
- применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных;

*Владеть:*

- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ;
- способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 7 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники». Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3</b>	<b>112</b>	<b>84</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>24</b>
Вид контактной работы практическая:	3	112	84
в том числе в форме практической подготовки	1	32	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>140</b>	<b>105</b>
Контактная самостоятельная работа	4	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		139,6	104,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зач. с оценк.</b>		

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

#### 4.1. Разделы практики и виды занятий

Раздел	Наименование раздела	Академ. часов			
		Всего	Аудит. работа	Сам. работа	Зачет с оценк.

1	<b>Раздел 1. Выполнение научных исследований.</b>	120	50	70	
2	<b>Раздел 2. Подготовка научного доклада и презентации.</b>	132	62	70	+
	<b>ИТОГО</b>	<b>252</b>	<b>112</b>	<b>140</b>	+

#### **4.2. Содержание разделов практики**

##### **Раздел 1. Выполнение научных исследований.**

Составление программы исследования. Структура и содержание основных разделов отчета о научно-исследовательской работе.

Формулирование целей и задач исследования; составление аналитического обзора по теме исследования; выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования.

Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов; анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов; написание отчета.

##### **Раздел 2. Подготовка научного доклада и презентации**

Составление плана доклада. Оформление презентации. Определение тайминга доклада.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
<b>Знать:</b>			
1	– порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;	+	+
2	– теоретические основы роста монокристаллов, получения материалов электроники и изделий из них, применять эти знания на практике;	+	+
3	– свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач;	+	+
<b>Уметь:</b>			
4	– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;	+	+
5	– работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;	+	+
6	– применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных;	+	+
<b>Владеть:</b>			
7	– способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ;	+	+
8	– способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.	+	+
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <b><u>универсальные и профессиональные компетенции</u></b> <b><u>и индикаторы их достижения:</u></b>			
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения</b>	
9	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности;	+

10		УК-1.4 Умеет определять и оценивать варианты возможных решений задачи;	+	+
11		УК-1.5 Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинств и недостатков	+	+
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>		
11	ПК-2. Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.	ПК-2.1. Знает порядок выстраивания логических взаимосвязей между различными литературными источниками.	+	+
12		ПК-2.2. Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий.	+	+
13		ПК-2.3. Владеет навыками обращения с научной и технической литературой.	+	+
14	ПК-3. Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.	ПК-3.1. Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции.	+	+
15		ПК-3.2. Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты.	+	+
16		ПК-3.3. Владеет современными методами анализа сырья, материалов и готовой продукции.	+	+
17	ПК-4. Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать	ПК-4.1. Знает современные подходы к научному исследованию.	+	+
18		ПК-4.2. Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада.	+	+

19	результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау.	ПК-4.3. Владеет современными методами обработки данных.	+	+
20	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.	ПК-5.1. Знает физико-химические основы работы приборов электронной техники, получения монокристаллов и материалов электроники и нанoeлектроники.	+	+
21		ПК-5.2. Умеет применять аналитические и численные методы в области получения новых материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.	+	+
22		ПК-5.3. Владеет методами получения материалов электронной техники и нанoeлектроники.	+	+

## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

### **6.1. Практические занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники» предусмотрено проведение практических занятий в объеме 112 академ. ч. (3 З.Е.)

Практические занятия состоят в выполнении обучающимся научно-исследовательской работы по индивидуальной тематике. Примерный перечень тем научно-исследовательских работ приведен в п. 8.1 настоящей программы.

### **6.2. Лабораторные занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники» проведение лабораторных занятий по практике не предусмотрено.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

На практику учебным планом выделено 140 акад. часов (105 астрон. часов) самостоятельной работы.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ**

Комплект оценочных средств по практике предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы практики. А также для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств включает:

- оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в форме устного опроса, позволяющего оценивать и диагностировать знание фактического материала, умение правильно использовать специальные термины и понятия, планировать и выполнять научное исследование;
- оценочные средства для проведения итогового контроля в форме зачета с оценкой.

### **8.1. Примерный перечень тем научно-исследовательских работ**

1. Исследования термометрических свойств некоторых кислородсодержащих люминофоров, активированных  $Mn^{4+}$
2. Выращивание профилированных монокристаллов вольфрамата бария
3. Изучение условий образования кристаллов андрадита
4. Матированные поверхности как новейшее направление в технологии обработки ювелирных камней
5. Исследование влияния низкочастотных вибраций на гидродинамику расплава при росте кристаллов нитрата натрия методом Бриджмена
6. Фианиты с эффектом смены цвета

7. Выращивание и исследование лазерных кристаллов со структурой шеелита, активированных ионами  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Yb}^{3+}$ ,  $\text{Ce}^{3+}$
8. Получение и исследование слоев нитрида кремния и оксида кремния в производстве МОП СБИС
9. Исследование люминесцентных свойств некоторых люминофоров, активированных  $\text{Pr}^{3+}$
10. Измерение теплопроводности поликристаллических алмазных пленок лазерным флэш-методом
11. Исследование влияния низкочастотных вибраций на рост кристаллов  $\text{PbTe}$
12. Геммологические особенности синтетического аметиста
13. Выращивание монокристаллов хризолитов
14. Влияние нестехиометрии на свойства кристаллов  $\text{PbTe}$ , выращенных методом Бриджмена при низкочастотном вибрационном воздействии на расплав
15. Нерадиационное облагораживание топаза и его геммологические характеристики
16. Синтез и исследование  $\text{ZnS}$  – люминофоров с белым цветом свечения
17. Изучение свойств кристаллов германосилленита, легированного ионами  $\text{Cr}^{3+}$
18. Влияние нестехиометрии на свойства кристаллов  $\text{CdTe}$ , выращенных методом Бриджмена при низкочастотном вибрационном воздействии на расплав
19. Синтез и рост карбида кремния
20. Синтез и исследование стеклокерамики на основе  $\text{LiGaSiO}_4$  и  $\text{LiAlGeO}_4$ , легированной ионами  $\text{Cr}^{4+}$
21. Технология получения кварцевых волоконных световодов с дырчатой структурой оболочки
22. Исследование свойств  $\text{ZnS}^*\text{Bi}$  люминофоров
23. Физико-химические основы облагораживания нефрита и его геммологические характеристики
24. Получение гранулированных порошков для выращивания кристаллов методом Вернейля.
25. Изучение свойств  $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}:\text{Fe}^{3+}$ .
26. Рост и свойства монокристаллов  $\text{GdCa}_4\text{O}(\text{BO}_3)_3 : \text{Er}, \text{Yb}$ .
27. Исследование процесса автолегирования при эпитаксии высокоомных слоев на низкоомных подложках кремния.
28. Влияние облучения на свойства германосилленита, легированного  $\text{Cr}^{3+}$ .
29. Рост кристаллов фторида свинца методом Бриджмена при введении НЧ аксиальных вибраций в расплав.
30. Исследование процессов лазерного травления поверхности калий-титонилфосфата в технологии создания периодически поляризованных структур.
31. Получение хризопразового цвета в натуральных халцедонах методом химического окрашивания.
32. Импрегнирование природного изумруда.
33. Синтез стеклокерамики на основе сложных силикатов, легированных  $\text{Cr}^{4+}$ .
34. Выращивание кристалла рубидия гексогидрата сульфата никеля и изучение его свойств.
35. Синтез углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом жидких углеводородов.

36. Термометрические свойства некоторых люминофоров на основе ZnS.
37. Рост кристаллов теллурида кадмия методом Бриджмена при введении НЧ аксиальных вибраций в расплав.
38. Исследование и получение нанокристаллов оксида иттрия и твердых растворов на его основе методом «мягкой химии».
39. Особенности термообработки оранжево-красных сапфиров Мадагаскара
40. Получение и исследование свойств кристаллов гроссуляра
41. Исследование радиационного воздействия на кристаллы форстерита.
42. Модифицирование окраски ювелирного сподумена  $\gamma$ -облучением
43. Нестехиометрия теллурида цинка
44. Получение прекурсоров оксида иттрия и алюмоиттриевого граната методом «мягкой химии»
45. Исследование возможности считывания поврежденной информации на твердотельных полупроводниковых носителях помощью атомно-силовой микроскопии
46. Влияние  $\gamma$ -облучения на свойства твердых растворов в системе  $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20} - \text{Bi}_{24}\text{Fe}_2\text{O}_{39}$
47. Разработка методики анализа топологии образцов интегральных микросхем методом растровой электронной микроскопии
48. Прецизионное электрографическое изучение электронной структуры и электростатического потенциала во флюорите
49. Формирование изображений в ювелирном топазе с помощью лазерного излучения
50. Химическое тонирование пресноводного культивируемого жемчуга органическими красителями.
51. Получение стеклокристаллических структур в системе  $\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ .
52. Исследование топологии интегральных микросхем методом послойного плазмохимического травления.
53. Получение мелкодисперсного порошка оксида алюминия методом седиментации
54. Выращивание монокристаллов для изготовления световых фильтров на основе водорастворимых солей Ni.
55. Исследование процесса полирования кварца с помощью реагента «Полярит»
56. Выращивание и исследование новых лазерных кристаллов двойных молибдатов и вольфраматов
57. Получение ультрадисперсных порошков оксида иттрия для прозрачной керамики
58. Рост кристаллов теллурида кадмия методом Бриджмена при введении НЧ аксиальных вибраций в расплав.
59. Разработка основ технологии сплавов золота черного цвета для ювелирных целей
60. Синтез и исследование прозрачной стеклокерамики на основе  $\text{LiGaSiO}_4:\text{Cr}$

## 8.2. Примеры вопросов для текущего контроля освоения практики

Контрольные работы проводятся в форме устного опроса по теме научно-исследовательской работы. Максимальная оценка за каждую работу – 20 баллов.

### Контрольная работа №1

Максимальная оценка – 20 баллов

- Представление программы научного исследования.
- Основные достижения науки и производства по теме исследования.



- Актуальность выполняемой работы.
- Обоснование выбора и характеристика применяемых методов исследования.
- Предполагаемые научные и практические результаты выполняемого исследования.

#### **Контрольная работа №2**

Максимальная оценка – 20 баллов

- Контроль выполнения программы научно-исследовательской работы.
- Анализ аналитического обзора по теме исследования.
- Необходимость корректировки темы и методов выполняемого исследования.

- Анализ полученных научных результатов.

- Графическое представление результатов эксперимента.

#### **Контрольная работа №3**

Максимальная оценка – 20 баллов

- Соответствие содержания отчета программе исследования.
- Качество оформления отчета.
- Содержание презентации научно-исследовательской работы.

### **8.3. Итоговый контроль освоения практики**

Поскольку учебный план в качестве итогового контроля освоения практики предусматривает представление отчета по выполненной научно-исследовательской работе и устный доклад по ней, то вопросы по работе формируются во время выступления обучающегося с учетом темы работы, представленных экспериментальных данных и формы представления отчета.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

### **А) Основная литература:**

1. Высокочистые вещества. Коллектив авторов. М., Научный мир, 2018, 996 с.
2. А.Ю. Зиновьев, А.Г. Чередниченко, И.Х. Аветисов Технология органических электролюминесцентных устройств. Технологические процессы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. 64с.
3. А.Ю.Зиновьев, А.Г.Чередниченко, И.Х.Аветисов Технология органических электролюминесцентных устройств. Теоретические основы и материалы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2010. 62с.
4. А.Ю.Зиновьев, И.Х.Аветисов, А.Г.Чередниченко Технология органических электролюминесцентных устройств. Гетероструктуры. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2011. 63с.
5. И.Х.Аветисов, Е.Н. Можевитина, О.Б. Петрова. Построение Р-Т-х диаграмм фазовых равновесий. Задачник, М., РХТУ, 2014, 68 с.
6. И.Х.Аветисов, Е.Н. Можевитина О.Б. Петрова, Построение Р-Т-х диаграмм фазовых равновесий. Задачник, М., РХТУ, 2014, 68 с.
7. Н.Г. Горащенко, О.Б. Петрова, И.В. Степанова. Методы исследования материалов электронной техники и наноматериалов. Лабораторный практикум: учеб. пособие / – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. – 94 с.
8. Глазачев, А.В. Физические основы электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Глазачев, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45131>. — Загл. с экрана.

## 9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

### Журналы

19. Квантовая Электроника. ISSN 0368-7147.
20. Оптика и спектроскопия ISSN 0030-4034
21. Физика твердого тела. ISSN 0367-3294
22. Оптический журнал. ISSN 1023-5086
23. Современная электроника. (ООО "СТА-пресс")
24. Компоненты и технологии ISSN 2079-6811
25. Фотоника ISSN 1993-7296
26. Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники ISSN 1609-3577
27. Лазерная техника и оптоэлектроника
28. Advanced optical materials ISSN 2195-1071
29. Optical and quantum electronics ISSN 0306-8919
30. Optical materials ISSN 0925-3467
31. Applied physics B: Lasers and optics ISSN 0946-2171
32. Laser physics ISSN 1054-660x
33. Electronics letters ISSN 0013-5194
34. Advanced materials for optics and electronics ISSN 1057-9257
35. Advanced electronic materials ISSN 2199-160x
36. Russian microelectronics ISSN 0098-6658

### ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

- <https://intellect.ml/category/electronica-i-fotonika> - Электроника и фотоника
- <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
- <http://www.laser-portal.ru> - Лазерный Портал
- [www.centerprioritet.ru](http://www.centerprioritet.ru) – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science
- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета.

### Поиск книг и журналов

- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной

учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.09.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом занятия по практике проводятся в форме практической и самостоятельной работы студента.

### 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лаборатории кафедры химии и технологии кристаллов, оснащенные научным и технологическим оборудованием для проведения научных исследований:

*Оборудование для получения монокристаллических, поликристаллических, стеклянных, керамических материалов и тонкопленочных структур:*

Высокотемпературные печи шахтного и цилиндрического (однозонные и двухзонные) типов, оснащенные программируемыми системами автоматического регулирования температуры «Термодат-14» и «Термодат-16»;

Установки для выращивания монокристаллов методом Чохральского (ИКАН), методом Бриджмена (Редмет-2) модернизированные, позволяющим контролировать парогазовую атмосферу в ростовой камере;

Установки вакуумно-термического напыления (резистивный нагрев, магнетронное распыление), модернизированные для напыления многослойных наноразмерных структур на основе неорганических и органических полупроводниковых и люминесцентных материалов.

Комплекс оборудования для приготовления и компактирования шихты: электронные аналитические весы, гидравлический пресс с усилием до 50 т., необходимая химическая посуда, мельница шаровая лабораторная, а также платиновые тигли.

Вытяжные шкафы, весы технические и аналитические, сушильные шкафы, ультразвуковые ванны, установки для резки, шлифовки и полировки кристаллов и стекол.

*Оборудование для анализа примесного состава материалов.*

Масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой NexION 300D (Perkin Elmer) с системами высокочистого вскрытия проб с помощью микроволнового и термического автоклавирования.

Вторично-ионный масс-спектрометр с время-пролетным масс-анализатором MiniSIMS (MILLBROOK Ltd.)

*Оборудование для проведения спектральных исследований:*

Спектрофотометр UNICO 2800 (190-1100 нм);

ИК-Фурье спектрометр Tensor-27 (Bruker GmbH).

Спектрофотометрический комплекс Ocean Optics, в составе 2 спектрофотометров видимого диапазона, рамановского спектрометра (200-2000 см<sup>-1</sup>) с возбуждающим излучением 785 нм, спектрометра ближнего ИК диапазона NIR Quest (700-1750 нм), с интегрирующими сферами и оптоволоконными соединительными кабелями, светодиодными и лазерными источниками возбуждения в диапазоне 257- 978 нм.

Комплекс оборудования для проведения исследований спектрально- люминесцентных характеристик Fluorolog FL-22 (Horiba Jobin Yvon) с системой анализа кинетики затухания люминесценции

Оборудование для исследования образцов методами сканирующей электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа – VEGA-3 LUMO (Tesla Inc.) и INCA Energy 3-D MAX (Oxford Instruments).

Оборудование для исследования образцов методами оптической микроскопии Stereo Discovery V.12 (Carl Zeiss), оптические микроскопы: поляризационные (МИН-8, Полам Р-111), металлографические, интерференционный МИИ-4, полярископ ПКС-500, столики Федорова, столики Лодочникова; рефрактометры жидкостные и геологические, наборы иммерсионных жидкостей.

Оборудование для исследования образцов рентгенодифракционными методами – дифрактометр Equinox 2000 (Inel Corp.).

Оборудование для исследования механических, электрических и магнитных свойств материалов:

Дилатометр Ботвинкина (кварцевый), микротвердомер ПМТ-3, феррограф, характерограф, измерительное оборудование для оценки электрофизических характеристик материалов, тераомметр (Е6-13), измеритель L, C, R цифровой Е7-12.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

#### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Перечень пособий представлен в основной образовательной программе.

#### 11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Перечень средств представлен в основной образовательной программе.

#### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Перечень ресурсов представлен в основной образовательной программе..

#### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

### 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов практики	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1. Выполнение и представление результатов научных исследований.</b> Выполнение научных исследований.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;</li> <li>- теоретические основы роста монокристаллов, получения материалов электроники и изделий из них, применять эти знания на практике;</li> <li>- свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой</li> </ul>	<p>Оценка за контрольные работы №1, 2. Оценка на <i>зачете</i></p>

	<p>работы, в том числе с применением современных технологий;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;</li> <li>- применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ;</li> <li>- способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.</li> </ul>	
<p><b>Раздел 2. Выполнение и представление результатов научных исследований.</b> Подготовка научного доклада и презентации.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;</li> <li>- работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;</li> <li>- применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №3. Оценка на <i>зачете</i></p>

	<p>дисциплин для анализа экспериментальных данных;  <i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ;</li> <li>- способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.</li> </ul>	
--	---	--

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащении образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).



**Дополнения и изменения к рабочей программе практики**  
**«Производственная практика: научно исследовательская работа»**  
**основной образовательной программы**  
 18.03.01 Химическая технология,  
 профиль «Химическая технология материалов электроники».

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА»  
Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Химическая технология  
материалов электроники»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«28» мая 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена профессором кафедры химии и технологии кристаллов  
О.Б. Петровой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов  
РХТУ им.Д.И. Менделеева «12» мая 2022 г., протокол № 8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки бакалавров *18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники»*, рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д. И. Менделеева.

Программа относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана, к блоку 2 практик Учебного плана и рассчитана на прохождение обучающимися в 8 семестре (4 курс) обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области кристаллографии, кристаллооптики, процессов в газах и в вакууме, физической электроники и электронных приборов, теории роста кристаллов, минералогии, физической химии реального кристалла, химическая технология технических и ювелирных монокристаллов и тонкопленочных гетероструктур, оборудования предприятий по производству технических монокристаллов, использования диаграмм фазовых равновесий при синтезе материалов электроники и фотоники, методов исследования материалов фотоники электроники.

**Цель преддипломной практики** – выполнение выпускной квалификационной работы, закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных в процессе обучения по программе бакалавриата; приобретение практического опыта работы с источниками научно-технической информации, опыта постановки и выполнения научно-исследовательских и проектных задач; овладение методологией и методами обработки результатов исследования; сбор, подготовка и анализ материалов по тематике выпускной квалификационной работы.

**Основными задачами** преддипломной практики является окончательное формирование у обучающихся профессиональных компетенций, связанных с производственно-технологической и научно-исследовательской деятельностью: размещением, эксплуатацией и обслуживанием технологического оборудования, управлением технологическими процессами промышленного производства, освоением технологических процессов и оборудования в ходе подготовки производства новой продукции, сбором и изучением научно-технической информации по тематике исследования, проведением экспериментов по заданной методике, анализом их результатов и подготовкой данных для составления научных отчетов и публикаций и т.п.

Способ проведения практики: **стационарная**.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа практики может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Прохождение практики при подготовке бакалавров по направлению *18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники»* направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

## Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство;  Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.
			ПК 1.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	
			ПК-1.3 Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального	Химическое, химико-технологическое производство;  Сквозные виды	ПК-2. Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике	ПК-2.1. Знает порядок выстраивания логических взаимосвязей между различными литературными источниками. ПК-2.2. Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта,

<p>характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>исследования.</p>	<p>технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий. ПК-2.3. Владеет навыками обращения с научной и технической литературой.</p>	<p>проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p>
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство;  Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического</p>	<p>ПК-3. Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.</p>	<p>ПК-3.1. Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции. ПК-3.2. Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты. ПК-3.3. Владеет современными методами анализа сырья, материалов и готовой продукции.</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.  Профессиональный стандарт 26.017 «Специалист по подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD-</p>

	производства).			покрытий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 августа 2017 г. N 644н, Обобщенная трудовая функция С. Организация производственного процесса нанесения наноструктурированного PVD-покрытия. С/05.6. Контроль соблюдения технологических процессов на участке PVD-покрытий (уровень квалификации – б).
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство;  Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и	ПК-4. Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада,	ПК-4.1. Знает современные подходы к научному исследованию. ПК-4.2. Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада. ПК-4.3. Владеет современными методами обработки данных.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.  Профессиональный стандарт 40.037 «Специалист по разработке технологии производства приборов

	химико-технологического производства).	готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау.		квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 июля 2014 года N 446н, Обобщенная трудовая функция D. Разработка и обоснование технических требований к модернизации технологических линий. D/04.6 Разработка методик и техническое руководство экспериментальной проверкой технологических процессов и исследованием параметров наноструктурных материалов (уровень квалификации – 6).
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство;  Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.	ПК-5.1. Знает физико-химические основы работы приборов электронной техники, получения монокристаллов и материалов электроники и нанoeлектроники.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.  Профессиональный стандарт 26.017 «Специалист по
			ПК-5.2. Умеет применять аналитические и численные методы в области получения новых материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.	
			ПК-5.3. Владеет методами получения материалов электронной техники и нанoeлектроники.	



	<p>работ в области химического и химико-технологического производства).</p>			<p>подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD-покрытий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 августа 2017 г. N 644н,          Обобщенная трудовая функция С. Организация производственного процесса нанесения наноструктурированного PVD-покрытия.          С/05.6. Контроль соблюдения технологических процессов на участке PVD-покрытий (уровень квалификации – б).</p> <p>Профессиональный стандарт 29.002 «Специалист технического обеспечения технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. N 598н,          Обобщенная трудовая функция D. Техническая подготовка</p>
--	---	--	--	---

				<p>технологической базы производства приборов квантовой электроники и фотоники.</p> <p>D/04.6 Приведение функциональных возможностей оборудования в соответствие специфическим требованиям процессов нанотехнологии (уровень квалификации – б).</p> <p>Профессиональный стандарт 40.037 «Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 июля 2014 года N 446н,</p> <p>Обобщенная трудовая функция D. Разработка и обоснование технических требований к модернизации технологических линий.</p> <p>D/02.6 Разработка технических требований к модернизации технологических линий с целью реализации концепции производства и оптимизации технологических процессов с учетом требований систем</p>
--	--	--	--	--

				менеджмента D/04.6 Разработка методик и техническое руководство экспериментальной проверкой технологических процессов и исследованием параметров наноструктурных материалов (уровень квалификации – б).
<b>Технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство;  Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	<b>ПК-6.</b> Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники	ПК-6.1. Знает технологическое оборудование для производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники и правила его эксплуатации	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.  Профессиональный стандарт 26.017 «Специалист по подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD-покрытий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 августа 2017 г. N 644н,
			ПК-6.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.	
			ПК-6.3. Владеет основами проектирования технологической линии производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.	

				<p>Обобщенная трудовая функция С. Организация производственного процесса нанесения наноструктурированного PVD- покрытия. С/05.6. Контроль соблюдения технологических процессов на участке PVD-покрытий (уровень квалификации – 6).</p> <p>Профессиональный стандарт 29.002 «Специалист технического обеспечения технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. N 598н, Обобщенная трудовая функция D. Техническая подготовка технологической базы производства приборов квантовой электроники и фотоники. D/04.6 Приведение функциональных возможностей оборудования в соответствие специфическим требованиям процессов нанотехнологии</p>
--	--	--	--	--

				<p>(уровень квалификации – 6).</p> <p>Профессиональный стандарт 40.037 «Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 июля 2014 года N 446н,</p> <p>Обобщенная трудовая функция D. Разработка и обоснование технических требований к модернизации технологических линий.</p> <p>D/02.6 Разработка технических требований к модернизации технологических линий с целью реализации концепции производства и оптимизации технологических процессов с учетом требований систем менеджмента</p>
--	--	--	--	---

В результате прохождения практики обучающийся должен:

*Знать:*

*Знать:*

- основы организации и методологию научных исследований;
- современные научные концепции в области неорганического материаловедения;
- структуру и методы управления современным производством материалов электроники.

*Уметь:*

– работать с научными текстами, пользоваться научно-справочным аппаратом, оформлять результаты научных исследований;

– использовать полученные теоретические знания для проектирования технологических линий предприятий электронной промышленности.

*Владеть:*

– навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций;

– методами проектирования основных и вспомогательных цехов производства монокристаллов, материалов электроники и фотоники, способами расчета технологического оборудования.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 8 семестре. Итоговый контроль прохождения практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>243</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>243</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>		<b>324,6</b>	<b>243,7</b>
Контактная самостоятельная работа	9	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		323,6	242,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зач. с оценк.</b>		

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

##### 4.1. Разделы дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем раздела дисциплины
1	Введение: цели и задачи преддипломной практики.	4
2	Выполнение выпускной квалификационной работы.	320
	<b>Всего часов</b>	<b>324</b>

##### 4.2. Содержание разделов практики

Тематика преддипломной практики студентов бакалавриата определяется тематикой их выпускной квалификационной работы и может проводиться в научно-исследовательском или проектном формате (при выполнении научно-исследовательской или расчетно-проектной работы соответственно).

Научно-исследовательская практика проходит в научных лабораториях, технологических подразделениях, информационных центрах научно-исследовательской организации или в лабораториях выпускающей кафедры РХТУ им. Д. И. Менделеева. Студенты знакомятся с текущей работой лаборатории, осваивают методы синтеза материалов, проводят отдельные физико-химические и технологические испытания, приобретают навыки поиска научно-технической информации и работы с базами данных, участвуют в обработке результатов исследования и подготовки их к публикации.

Преддипломная практика студентов, выполняющих расчетно-проектную выпускную квалификационную работу, проходит в производственных цехах и технических отделах промышленного предприятия. Студенты знакомятся со структурой предприятия, нормативно-технологической документацией, регламентами производства, изучают систему менеджмента и качества продукции. Основное внимание уделяется практическим вопросам функционирования технологических линий производства продукции, проблемам диагностики брака готовой продукции и мероприятиям по его устранению, вопросам интенсификации работы теплотехнических агрегатов.

Во время прохождения преддипломной практики студенты собирают материалы по тематике выпускной квалификационной работы, анализируют их, намечают основные направления и задачи работы, вырабатывают методологию решения этих задач.

###### **Раздел 1. Введение: цели и задачи преддипломной практики**

Цели и задачи преддипломной практики. Составление и согласование плана выполнения выпускной квалификационной работы, контрольных точек, вида и объема представляемого к каждой контрольной точке материала. Организационно-методические мероприятия. Инструктажи на рабочем месте, по электробезопасности и противопожарной безопасности.

###### **Раздел 2. Выполнение выпускной квалификационной работы**

Сбор научно-технической информации по теме выпускной квалификационной работы. Отработка методик и выполнение экспериментальных исследований.

Сбор, обработка и систематизация материала. Оформление отчета по преддипломной практике.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
	<b>Знать:</b>		
1	– основы организации и методологию научных исследований;	+	+
2	– современные научные концепции в области неорганического материаловедения;	+	+
	– структуру и методы управления современным производством материалов электроники	+	+
	<b>Уметь:</b>		
3	– работать с научными текстами, пользоваться научно-справочным аппаратом, оформлять результаты научных исследований;	+	+
4	– использовать полученные теоретические знания для проектирования технологических линий предприятий электронной промышленности.	+	+
	<b>Владеть:</b>		
5	– навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций;	+	+
6	– методами проектирования основных и вспомогательных цехов производства монокристаллов, материалов электроники и фотоники, способами расчета технологического оборудования.	+	+
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</b>			
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>	
7	ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса.	
8		ПК 1.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	
9		ПК-1.3 Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.	



10	ПК-2. Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.	ПК-2.1. Знает порядок выстраивания логических взаимосвязей между различными литературными источниками.		
11		ПК-2.2. Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий.		
12		ПК-2.3. Владеет навыками обращения с научной и технической литературой.		
13	ПК-3. Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.	ПК-3.1. Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции.		
14		ПК-3.2. Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты.		
15		ПК-3.3. Владеет современными методами анализа сырья, материалов и готовой продукции.		
16	ПК-4. Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау.	ПК-4.1. Знает современные подходы к научному исследованию.		
17		ПК-4.2. Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада.		
18		ПК-4.3. Владеет современными методами обработки данных.		
19	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования материалов и	ПК-5.1. Знает физико-химические основы работы приборов электронной техники, получения монокристаллов и материалов электроники и нанoeлектроники.		

20	приборов электронной техники и нанoeлектроники.	ПК-5.2. Умеет применять аналитические и численные методы в области получения новых материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.		
21		ПК-5.3. Владеет методами получения материалов электронной техники и нанoeлектроники.		
22	ПК-6. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники	ПК-6.1. Знает технологическое оборудование для производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники и правила его эксплуатации		
23		ПК-6.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.		
24		ПК-6.3. Владеет основами проектирования технологической линии производства материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники.		

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники» проведение практических занятий по практике не предусмотрено.

### 6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники» проведение лабораторных занятий по практике не предусмотрено.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Регламент практики определяется и устанавливается в соответствии с учебным планом и темой государственной итоговой аттестации обучающегося.

Основу содержания самостоятельной работы обучающегося при прохождении практики в случае выполнения выпускной квалификационной работы в виде НИР составляет освоение методов, приемов, технологий анализа и систематизации научно-технической информации, разработка планов и программ проведения научных исследований и выполнение исследований по теме выпускной квалификационной работы с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится.

При прохождении практики обучающийся должен использовать совокупность форм и методов самостоятельной работы:

- посещение семинаров кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);
- изучение методик анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;
- посещение предприятий по производству, выставок;
- самостоятельное изучение рекомендуемой литературы.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Итоговая оценка по практике (зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту по итогам написания отчета о прохождении практики (максимальная оценка за отчет о прохождении практики – 60 баллов) и итогового опроса студента (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

### 8.1. Требования к отчету о прохождении практики

Отчет о прохождении преддипломной практики выполняется студентом во время прохождения практики в соответствии с календарным учебным графиком рабочего учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов электроники».

Отчет о прохождении преддипломной практики должен содержать следующие основные разделы:

- Титульный лист с наименованием вида практики и названия научно-исследовательской организации или производственного предприятия – места прохождения практики;
- Содержание (наименование всех текстовых разделов отчета);
- Результаты выполнения обучающимся программы выпускной квалификационной работы в процессе прохождения практики:

- при выполнении выпускной квалификационной работы в виде НИР:
  - цели и задачи научной работы;
  - анализ информации, полученной из различных информационных источников, по теме итоговой квалификационной работы;
  - сведения о материалах, использованных при выполнении экспериментальной работы во время прохождения практики;
  - описание методов исследования и научно-исследовательского оборудования, использованных при выполнении экспериментальной работы во время прохождения практики;
  - полученные экспериментальные результаты и их обсуждение;
  - основные выводы по результатам экспериментальной работы, выполненной во время прохождения практики;
- при выполнении выпускной квалификационной работы в виде РГР:
  - обоснование точки строительства, мощности, ассортимента выпускаемой продукции и основной концепции предприятия или линии по производству технических монокристаллов, ювелирных кристаллов, гетерофазных пленочных структур;
  - технологической схемы и описание работы технологической линии или предприятия по производству технических монокристаллов, ювелирных кристаллов, гетерофазных пленочных структур;
  - основные технологические расчеты технологической линии или предприятия по производству технических монокристаллов, ювелирных кристаллов, гетерофазных пленочных структур;
  - входной, производственный контроль и методы контроля качества готовой продукции;
  - графический материал (чертежи), предусмотренные планом выпускной квалификационной работы
  - Список использованных литературных источников.

Отчет о прохождении преддипломной практики выполняется с помощью персонального компьютера на листах формата А4, поля – стандартные, шрифт – TimesNewRoman, 12, через 1,5 интервала. Таблицы и рисунки выполняются в соответствии с ГОСТ 7.32-2001. Текстовый материал необходимо иллюстрировать рисунками и фотографиями, выполненными во время прохождения практики или полученными из сети Интернет.

Страницы отчета нумеруют арабскими цифрами со сквозной нумерацией по всему тексту; титульный лист включают в общую нумерацию страниц отчета, но номер страницы на титульном листе не проставляют;

Ссылки на использованные источники располагают в тексте в порядке их появления и нумеруют арабскими цифрами без точки в квадратных скобках, например, [1]; [3-5]. Библиографические ссылки оформляют в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

## 8.2. Примерная тематика отчетов по практике

Тематика отчетов о преддипломной практике должна соответствовать тематике государственной итоговой аттестации и выпускной квалификационной работе

Примерная тематика отчетов о преддипломной практике представлена ниже.

1. Модифицирование цветовых характеристик природного демантоида методом термообработки
2. Синтез легкоплавких стекол для склеивания деталей лазерной керамики на основе иттрий-алюминиевого граната
3. Стеклокристаллические материалы в свинцовых фтороборатных системах соактивированные La/Nd
4. Синтез гидроксипатита в обменных реакциях с нетоксичными компонентами
5. Построение рi-T диаграммы три-(8-оксихинолята) алюминия
6. Морфология и структура тонких пленок на основе MnSi
7. Получение и исследование свойств люминесцентных порошков сложных оксидов Gd-Ga-Y-Al со структурой граната и керамических материалов на их основе
8. Влияние добавки металлического висмута на свойства висмутгерманатных стекол
9. исследование электрофизических свойств Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-композитов с УНТ
10. Исследование характеристик керамик на основе SiC и углеродных нанотрубок
11. Исследование диэлектрических характеристик поликристаллических материалов на основе оксидов висмута и германия
12. Получение SiC-композитов с добавками элемент-оксидов горячим пресованием
13. Эволюция соотношений концентраций Cr<sup>4+</sup>, Cr<sup>3+</sup> и Cr<sup>2+</sup> в монокристаллах форстерита с дополнительными примесями в процессе окислительного отжига образцов
14. Исследование оптических и люминесцентных свойств керамик на основе Lu-YAG
15. Влияние условий термической обработки на спектральные характеристики висмутгерманатных стекол
16. Синтез и исследование свойств люминофоров в системе PbF<sub>2</sub>-ErF<sub>3</sub>
17. Облагораживание жадеита методом гидротермальной перекристаллизации
18. Термоэлектрические свойства соединений на основе CoSi
19. Кристаллизация из раствора в расплаве и исследование фаз в системе PbF<sub>2</sub> – BaF<sub>2</sub>
20. Получение искусственного благородного опала на матрице из природных материалов
21. Влияние чистоты исходных реактивов на оптические характеристики монокристаллов вольфраматов.
22. Модифицирование искусственного рубина для ювелирной промышленности методом наведения характерных включений и структурных неоднородностей
23. Влияние чистоты исходных реактивов на оптические, люминесцентные и даун-конверсионные характеристики монокристаллов шеелитоподобных молибдатов, легированных ионами Yb.
24. Характеристики нестехиометрических кристаллов NaGd(WO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.
25. Улучшение цвета природного демантоида методом термообработки
26. Синтез и исследование фаз в системе PbF<sub>2</sub> – BaF<sub>2</sub> методом кристаллизации из раствора в расплаве
27. Влияние отклонений от стехиометрического состава оксидов со структурой граната с общей формулой (Gd,Y)<sub>3-x</sub>Ce<sub>x</sub>(Al,Ga)<sub>3</sub>O<sub>12</sub> на их люминесцентные свойства
28. Сравнительный анализ свойств янтаря и копала и их модифицирование
29. Получение композиционного материала на основе карбида кремния с повышенной концентрацией МУНТ
30. Разработка стенда для физического моделирования процессов массопереноса в растворе при формировании вынужденных вибрационных потоков
31. Влияние концентрации ионов лантана и гидроксида аммония на текстуру

- осажденного гидроксида лантана.
32. Выращивание кристаллов нитрата натрия методом вертикальной направленной кристаллизации с применением аксиальных низкочастотных вибраций
  33. Снижение концентраций примесей в исходном сырье для технологии крупногабаритных монокристаллов KDP
  34. Исследование стеклянных матриц для объемных гибридных материалов на основе органических люминофоров
  35. Получение SiC- композита, армированного углеродными нанотрубками, со спекающими добавками на основе элементоксановых олигомеров.
  36. Синтез и свойства стекол в системе оксид висмута - оксид германия
  37. Исследование свойств монокристаллов натрий-гадолиниевого молибдата, выращенных из расплавов различных составов
  38. Синтез и люминесценция нестехиометрического ZnSe:Te
  39. Синтез углеродных нанотрубок в присутствии детонационных наноалмазов

### **8.3. Примеры вопросов для итогового контроля освоения практики**

#### **8.1. Примерная тематика индивидуального задания**

Максимальная оценка индивидуального задания – 60 баллов

1. Сбор, систематизация и анализ научной литературы по тематике ВКР с использованием отечественных библиотечных систем и баз данных.
2. Сбор, систематизация и анализ научно-технической информации для выполнения патентного исследования по ГОСТ 15.011-96 по тематике ВКР с привлечением отечественных и зарубежных источников.
3. Сбор, систематизация и анализ научной литературы по тематике ВКР с использованием международных баз цитирования.
4. Сбор и систематизация материалов к составлению отчета о выполнении этапа календарного научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ.
5. Развитие практического исследования по изучению объекта научно-исследовательской работы как объекта управления (проектирования, реконструкции, модернизации) в зависимости от целей ВКР, систематизация результатов в виде раздела в отчет практики.
6. Развитие объекта практического исследования по изучению объекта как источника промышленной и экологической опасности или как объекта энерго- и ресурсосбережения в зависимости от целей ВКР, систематизация результатов в виде раздела в отчет практики.
7. Проведение лабораторных или практических экспериментов с использованием современных методик и технических средств по тематике ВКР.
8. Разработка доклада по материалам научного исследования и иллюстративного материала в форме постера.
9. Разработка доклада по материалам научного исследования и иллюстративного материала в форме отчета.

#### **8.2. Вопросы для итогового контроля прохождения преддипломной практики (зачёт с оценкой)**

Максимальная оценка – 40 баллов

1. Цели, задачи, формы научной деятельности организации.
2. Планирование научно-исследовательской и проектной деятельности в высшем учебном заведении.

3. Финансирование научных исследований и разработок в высшем учебном заведении.
4. Цели, формы и приемы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.
5. Методы расчета при разработке заданий для отдельных исполнителей научно-исследовательских работ.
6. Системный подход в планировании и организации научно-исследовательских и проектных работ.
7. Методологические подходы к организации и проведению научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ в высшем учебном заведении.
8. Должностные функции руководящего персонала научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (руководителя научной группы, проекта, программы).
9. Специфика подготовки научно-технической документации для проведения научных исследований и технических разработок.
10. Требования к оформлению результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ.

### 8.3. Структура и пример билета для зачета

<p>«Утверждаю» Зав. каф. ХТК</p> <p>_____ 2021</p> <p>_____</p> <p>И.Х. Аветисов</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p>Кафедра химии и технологии кристаллов</p> <p><b>18.03.01 Химическая технология</b></p> <p><b>Профиль «Химическая технология материалов электроники»</b></p> <p><b>«Преддипломная практика»</b></p>
<p><b>Билет № 1</b></p> <p>1. Методологические подходы к организации и проведению научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ в высшем учебном заведении.</p> <p>2. Особенности техники безопасности при получении новых материалов электроники на примере вашей НИР.</p>	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### А. Основная литература

1. Высококачественные вещества. Коллектив авторов. М., Научный мир, 2018, 996 с.
2. А.Ю. Зиновьев, А.Г. Чередниченко, И.Х. Аветисов Технология органических электролюминесцентных устройств. Технологические процессы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. 64с.
3. А.Ю.Зиновьев, А.Г.Чередниченко, И.Х.Аветисов Технология органических электролюминесцентных устройств. Теоретические основы и материалы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2010. 62с.
4. А.Ю.Зиновьев, И.Х.Аветисов, А.Г.Чередниченко Технология органических

- электролюминесцентных устройств. Гетероструктуры. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. 63 с.
- И.Х. Аветисов, Е.Н. Можевитина, О.Б. Петрова. Построение Р-Т-х диаграмм фазовых равновесий. Задачник, М., РХТУ, 2014, 68 с.
  - И.Х. Аветисов, Е.Н. Можевитина, О.Б. Петрова, Построение Р-Т-х диаграмм фазовых равновесий. Задачник, М., РХТУ, 2014, 68 с.
  - Н.Г. Горащенко, О.Б. Петрова, И.В. Степанова. Методы исследования материалов электронной техники и наноматериалов. Лабораторный практикум: учеб. пособие / – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. – 94 с.
  - Глазачев, А.В. Физические основы электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Глазачев, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45131>. — Загл. с экрана.

### ***Б. Дополнительная литература***

- А. Д. Бялик, Р. П. Дикарева, Т. С. Романова. Материалы электронной техники. Полупроводники. Проводниковые материалы. Магнитные материалы : учебное пособие /— Новосибирск : НГТУ, 2017. — 99 с. — ISBN 978-5-7782-3222-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118106> (дата обращения: 12.01.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- О.Б. Петрова, И.Х. Аветисов, И.В. Степанова. Методические указания по выполнению расчетов технологических процессов в производстве материалов электроники и нанoeлектроники: учебно-методическое пособие (учебное пособие), РХТУ, 2015, Москва, ISBN 978-5-7237-1263-8, 60 с.

## **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы:

- Российский химический журнал ISSN: 0373-0247
- «Успехи химии» ISSN: 0014-460X
- Доклады Академии наук ISSN: 0869-5652
- Журнал «Кристаллография» ISSN: 0023-4761
- Journal of Chemical & Engineering Data ISSN: 1520-9568
- Nature Nanotechnology ISSN: 1748-3387
- Nature Chemistry ISSN: 1755-4330
- «Российские нанотехнологии», ISSN– 1992-7223.
- Журнал «Оптика и спектроскопия», ISSN 0030-4034
- Журнал «Квантовая электроника», ISSN 0368-7147
- Журнал «Оптический журнал», ISSN 1023-5086
- Журнал «Optical Materials», ISSN 0925-3467
- Журнал «IEEE Journal of Quantum Electronics», ISSN 0018-9197
- Журнал «Journal of Crystal Growth», ISSN 0022-0248
- Журнал «Crystal Research and Technology», ISSN 0232-1300
- Журнал «Cryst. Eng. Comm.» , ISSN 1466-8033
- Журнал «Journal of Non-Crystalline Solids», ISSN 0022-3093



- Журнал «European Journal of Inorganic Chemistry», ISSN 1434-1948
- Журнал «Кристаллография», ISSN 0023-4761
- Журнал «Неорганические материалы», ISSN 0002-337X
- Журнал «Журнал неорганической химии», ISSN 0014-457X
- Журнал «Журнал экспериментальной и теоретической физики», ISSN 0014-4510
- Журнал «Физика твердого тела», ISSN 0367-3294

#### *10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ*

Информационную поддержку осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ 01.09.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом практика проводится в форме самостоятельной работы обучающегося, как правило, на кафедре, осуществляющей подготовку обучающегося, и включает освоение программы практики с использованием материально-технической базы кафедры.

**На кафедре химии и технологии кристаллов** имеется компьютерный класс. Всего 35 единиц вычислительной техники (с процессорами Pentium – II и выше), из которых 26 компьютеров используются в образовательном процессе.

Лаборатории кафедры ХТК оснащены оборудованием для проведения научных исследований:

Высокотемпературные печи шахтного и цилиндрического (однозонные и двухзонные) типов, оснащенные программируемыми системами автоматического регулирования температуры «Термодат-14» и «Термодат-16»;

Установки для выращивания монокристаллов методом Чохральского (ИКАН), методом Бриджмена (Редмет-2) модернизированные, позволяющим контролировать парогазовую атмосферу в ростовой камере;

Установки вакуумно-термического напыления (резистивный нагрев, магнетронное распыление), модернизированные для напыления многослойных наноразмерных структур на основе неорганических и органических полупроводниковых и люминесцентных материалов.

Комплекс оборудования для приготовления и компактирования шихты: электронные аналитические весы, гидравлический пресс с усилием до 50 т., необходимая химическая посуда, мельница шаровая лабораторная, а также платиновые тигли.

Вытяжные шкафы, весы технические и аналитические, сушильные шкафы, ультразвуковые ванны, установки для резки, шлифовки и полировки кристаллов и стекол. Оборудование для анализа примесного состава материалов.

Масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой NexION 300D (PerkinElmer) с системами высокочистого вскрытия проб с помощью микроволнового и термического автоклавирования.

Вторично-ионный масс-спектрометр с время-пролетным масс-анализатором MiniSIMS (MILLBROOK Ltd.)

Оборудование для проведения спектральных исследований:

Спектрофотометр UNICO 2800 (190-1100 нм);

ИК-Фурье спектрометр Tensor-27 (BrukerGmbH).

Спектрофотометрический комплекс OceanOptics, в составе 2 спектрофотометров видимого диапазона, рамановского спектрометра (200-2000 см<sup>-1</sup>) с возбуждающим излучением 785 нм, спектрометра ближнего ИК диапазона NIR Quest (700-1750 нм), с интегрирующими сферами и оптоволоконными соединительными кабелями, светодиодными и лазерными источниками возбуждения в диапазоне 257- 978 нм.

Комплекс оборудования для проведения исследований спектрально-люминесцентных характеристик Fluorolog FL-22 (HoribaJobinYvon) с системой анализа кинетики затухания люминесценции

Оборудование для исследования образцов методами сканирующей электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа – VEGA-3 LUMO (TeslaInc.) и INCA Energy 3-D MAX (OxfordInstruments).

Оборудование для исследования образцов методами оптической микроскопии StereoDiscovery V.12 (CarlZeiss), оптические микроскопы: поляризационные (МИН-8, Полам Р-111), металлографические, интерференционный МИИ-4, полярископ ПКС-500,

столики Федорова, столики Лодочникова; рефрактометры жидкостные и геологические, наборы иммерсионных жидкостей.

Оборудование для исследования образцов рентгенодифракционными методами – дифрактометр Equinox 2000 (InelCorp.).

Оборудование для исследования механических, электрических и магнитных свойств материалов:

Дилатометр Ботвинкина (кварцевый), микротвердомер ПМТ-3, феррограф, характере-реограф, измерительное оборудование для оценки электрофизических характеристик материалов, тераомметр (Е6-13), измеритель L, C, R цифровой Е7-12.

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; комплекты образцов полупроводниковых и диэлектрических кристаллов, органических и неорганических люминофоров, других материалов электронной техники; комплекты приборов вакуумной техники (системы масляной и безмасляной откачки).

### 11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками средств создания вакуума и проведения высоковакуумных технологических процессов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам материалов электронной техники; электронная картотека по рентгенофазовому анализу; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния; кафедральные библиотеки электронных изданий.

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение: цели и задачи преддипломной практики.	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы организации и методологию научных исследований;</li> <li>- современные научные концепции в области неорганического материаловедения;</li> <li>- структуру и методы управления современным производством материалов электроники</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с научными текстами, пользоваться научно-справочным аппаратом, оформлять</li> </ul>	<p>Оценка за выполнение индивидуального задания</p> <p>Оценка за отчет по практике</p> <p>Оценка за зачет</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>результаты научных исследований;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать полученные теоретические знания для проектирования технологических линий предприятий электронной промышленности.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций;</li> <li>– методами проектирования основных и вспомогательных цехов производства монокристаллов, материалов электроники и фотоники, способами расчета технологического оборудования.</li> </ul>	
<p>Раздел 2. Выполнение выпускной квалификационной работы.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы организации и методологию научных исследований;</li> <li>- современные научные концепции в области неорганического материаловедения;</li> <li>- структуру и методы управления современным производством материалов электроники</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работать с научными текстами, пользоваться научно-справочным аппаратом, оформлять результаты научных исследований;</li> <li>– использовать полученные теоретические знания для проектирования технологических линий предприятий электронной промышленности.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций;</li> <li>– методами проектирования основных и вспомогательных цехов производства монокристаллов, материалов электроники и фотоники, способами расчета технологического оборудования.</li> </ul>	<p>Оценка за выполнение индивидуального задания</p> <p>Оценка за отчет по практике</p> <p>Оценка за зачет</p>

### 13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

*Дополнения и изменения к рабочей программе практики*  
**«Производственная практика: преддипломная практика»**  
**основной образовательной программы**  
18.03.01 Химическая технология, профиль

«Химическая технология материалов электроники»

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

