

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета,  
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ**  
**Научно-исследовательская работа**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Неорганическая химия

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

Рабочая программа практики разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение

2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019

## 1. Наименование практики **Научно-исследовательская работа**

Практика проводится во 7, 8, 9 и 11-м семестрах и предназначена для ознакомления учащихся с основными направлениями исследований, достижений и перспективных направлений развития науки и техники в выбранной области химии. При ее выполнении студенты получают навыки работы с научной литературой и поисковыми базами данных, знакомятся с выбранной темой научной работы, представленными в литературе подходами к решению аналогичных проблем, экспериментальными и расчетными методами решения поставленных задач.

Основные задачи НИР:

- обучение навыкам сбора, анализа, систематизации и обобщения результатов научных исследований;
- формирование у студентов умения планировать и реализовывать планы исследования по заданной тематике с использованием современных экспериментальных и расчетных методов, информационных и инновационных технологий;
- формирование навыков представления результатов НИР в виде отчетов и тезисов докладов научных конференций;
- создание условий для взаимодействия обучающихся с коллегами при решении исследовательских задач;
- создание условий для профессионального самообразования обучающихся и выбора профессиональной карьеры.

2. Планируемые результаты обучения по практике «Научно-исследовательская работа», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>УК-1.С</b> Способность формулировать научно обоснованные гипотезы, создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> применять методологию научного познания при планировании научного исследования и интерпретации полученных результатов <b>Владеть:</b> методологией научного познания применительно к профессиональной сфере деятельности
<b>УК-2.С</b> Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	<b>Уметь:</b> анализировать и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития <b>Уметь:</b> самостоятельно планировать и осуществлять процесс саморазвития в научной сфере деятельности
<b>УК-3.С</b> Способность осуществлять письменную и устную коммуникацию на иностранном (иностраннных) языках в процессе межкультурного взаимодействия в академической и профессиональной сферах на основе современных коммуникативных технологий	<b>Уметь:</b> представить результаты своих исследований в устной форме на английском языке <b>Владеть:</b> навыками оформления результатов научных исследований в виде тезисов и/или отдельных частей статьи на английском языке

<p><b>УК-4.С</b> Способность осуществлять письменную и устную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации в академической и профессиональной сферах на основе современных коммуникативных технологий</p>	<p><b>Уметь:</b> оформить результаты научных исследований согласно требованиям профессионального сообщества  <b>Владеть:</b> навыками представления результатов своих исследований в устной и письменной формах в соответствии с нормами и правилами, принятыми в научном сообществе</p>
<p><b>УК-5.С</b> Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения</p>	<p><b>Уметь:</b> оценивать и прогнозировать последствия своей социальной и профессиональной деятельности</p>
<p><b>УК-12.С</b> Способность создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций</p>	<p><b>Знать:</b> нормы и требования техники безопасности при работе в химической лаборатории  <b>Уметь:</b> осуществлять научную деятельность с учетом норм и правил техники безопасности в лабораторных условиях  <b>Владеть:</b> навыками безопасной работы с химическими реактивами и оборудованием при выполнении научных исследований</p>
<p><b>УК-13.С</b> Способность осуществлять социальное и профессиональное взаимодействие для реализации своей роли в команде и достижения командных целей и задач</p>	<p><b>Иметь опыт:</b> разработки стратегии сотрудничества и организации взаимодействия в научном коллективе при проведении научных исследований</p>
<p><b>УК-14.С</b> Способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах</p>	<p><b>Владеть:</b> навыками сбора, обработки и представления научной информации с использованием современных компьютерных технологий</p>
<p><b>ОПК-1.С.</b> Способность решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов</p>	<p><b>Владеть:</b> навыками применения методологии научного подхода при выполнении исследований химической направленности</p>
<p><b>ОПК-2.С.</b> Способность проводить химический эксперимент с соблюдением норм безопасного обращения с химическими материалами, адекватно оценивая возможные риски с учетом свойств веществ</p>	<p><b>Владеть:</b> навыками использования результатов экспериментальных исследований (литературные и собственные данные) при решении задач НИР, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>
<p><b>ОПК-3.С.</b> Способность использовать методы регистрации и обработки результатов экспериментов, в том числе, полученных на современном научном оборудовании</p>	<p><b>Уметь:</b> формулировать заключения и выводы по результатам анализа представленных в литературе и собственных экспериментальных работ в выбранной области химии  <b>Владеть:</b> навыками формулировки заключений, выводов и рекоменда-</p>

	даций по результатам анализа информации химического профиля
<b>ОПК-4.С.</b> Способность создавать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты	<b>Владеть:</b> навыками анализа и интерпретации результатов моделирования свойств веществ и процессов с их участием при решении задач научного исследования в выбранной области химии
<b>ОПК-5.С.</b> Способность использовать современные расчетно-теоретические методы изучения свойств веществ и процессов с их участием при решении профессиональных задач	<b>Владеть:</b> навыками использования современных теоретических и полумпирических методов химии при решении задач научного исследования
<b>ОПК-6.С.</b> Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания в области физики и математики	<b>Владеть:</b> навыками применения физико-математических знаний при обработке и интерпретации результатов научных исследований в области химии
<b>ОПК-7.С.</b> Способность собирать, анализировать, обрабатывать и представлять информацию с использованием современных компьютерных технологий, общих и профессиональных баз данных	<b>Владеть:</b> навыками применения современных ИТ-технологий в практике научной работы (при сборе, анализе и представлении информации химического профиля)
<b>ОПК-8.С.</b> Способность применять стандартные программные продукты для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности.	<b>Владеть:</b> навыками использования программных продуктов при проведении собственных научных исследований и представлении их результатов профессиональному сообществу
<b>ОПК-9.С.</b> Способность представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.	<b>Владеть:</b> навыками подготовки и представлению презентации по теме работы на русском и (или) английском языках
<b>ПК-1.С</b> Способность в рамках задачи, поставленной специалистом более высокой квалификации, определять методологию исследования, составлять план работы и предлагать методы (в том числе, нестандартные) решения поставленных задач химической направленности	<b>Уметь:</b> сформулировать конкретные задачи работы в рамках заданной темы и реализовать их на практике <b>Уметь:</b> оценить достоинства и недостатки возможных способов решения научной проблемы <b>Владеть:</b> навыками анализа альтернативных способов решения задач НИР и выбора оптимального метода решения
<b>ПК-2.С</b> Способность в рамках задачи, поставленной специалистом более высокой квалификации, проводить экс-	<b>Уметь:</b> оценить научную новизну, практическую значимость и достоверность результатов научных исследований

<p>периментальные и (или) расчетно-теоретические исследования и (или) осуществлять разработки с получением научного и (или) научно-практического результата, оценивать достоверность и значимость результатов научных исследований</p>	<p><b>Владеть:</b> навыками формулировки научной новизны, практической значимости и достоверности результатов собственных научных исследований</p>
<p><b>ПК-3.С</b> Способность готовить отдельные документы, связанные с проводимой научно-исследовательской работой и (или) опытно-конструкторской работой</p>	<p><b>Уметь:</b> подготовить вспомогательный материал для заявки на финансирование НИР <b>Владеть:</b> навыками оформления отдельных разделов отчетов по итогам НИР</p>
<p><b>СПК-1.С.</b> Способность применять теоретические основы неорганической химии и Периодический закон для объяснения химических свойств неорганических соединений, изменения свойств в рядах веществ и прогнозирования свойств новых неорганических веществ</p>	<p><b>Уметь:</b> интерпретировать результаты в области неорганической химии на основе современных представлений о химической связи, периодичности свойств и реакционной способности неорганических соединений; использовать полученные знания для предсказания строения и свойств различных классов неорганических соединений. <b>Владеть:</b> подходами современной неорганической химии для анализа химической связи, строения и реакционной способности неорганических соединений.</p>
<p><b>СПК-2.С.</b> Способность использовать представления о взаимосвязи состава, кристаллического и электронного строения, химических и физических свойствах неорганических веществ и материалов с различной морфологией, микроструктурой и дисперсностью, кристаллохимические, термодинамические и кинетические знания для проведения направленного неорганического синтеза</p>	<p><b>Уметь:</b> выбирать условия синтеза материалов из расплава, раствора и пара из анализа Р-Т-х фазовой диаграммы. <b>Уметь:</b> определять основные параметры функциональных неорганических материалов: электрофизические, фотоэлектрические, оптические, магнитные, термоэлектрические и др свойства. <b>Уметь:</b> определять основные операционные параметры синтеза материалов. <b>Владеть:</b> основными методами синтеза неорганических материалов из раствора, расплава и пара в виде кристаллов, пленок и гетероструктур</p>
<p><b>СПК-3.С.</b> Способность формулировать квантовохимические расчетные задачи для моделирования различных неорганических систем и выбирать параметры моделирования; владение навыками интерпретации получаемой квантовохимической информации</p>	<p><b>Уметь:</b> формулировать конкретные расчетные задачи и методологически грамотно выбирать параметры моделирования в зависимости от типа химической системы. <b>Владеть:</b> навыками интерпретации информации, получаемой в результате квантовохимического моделирования; ориентироваться в</p>

	<p>спектре доступных пакетов программ.</p> <p><b>Иметь</b> опыт анализа квантовохимических данных, работы с тематическими источниками, выбора пути решения квантовохимических задач.</p>
<p><b>СПК-4.С.</b> Владение классическими и новейшими методами получения неорганических веществ и материалов с заданной морфологией, микроструктурой, дисперсностью, включая монокристаллы, наночастицы, аморфные фазы и пленки</p>	<p><b>Владеть:</b> навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.</p> <p><b>Владеть:</b> методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов.</p> <p><b>Владеть:</b> приемами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, быть способным оценивать возможные риски при проведении экспериментов.</p>
<p><b>СПК-5.С.</b> Владение основным терминологическим и понятийным аппаратом современного неорганического материаловедения; знание основных классов функциональных материалов, методов их получения, взаимосвязи структуры и свойств, умение анализировать и предлагать способы получения функциональных материалов с заданными свойствами, выбирать оптимальные материалы для дизайна устройств с заданным функционалом</p>	<p><b>Уметь:</b> выбирать условия синтеза материалов и определять основные параметры функциональных неорганических материалов: электрофизические, фотоэлектрические, оптические, магнитные, термоэлектрические и др. свойства.</p> <p><b>Уметь:</b> определять основные операционные параметры синтеза материалов.</p> <p><b>Владеть:</b> основными методами исследования состава и структуры кристаллов, пленок и гетероструктур с учетом локальности и глубины анализа: электронная микроскопия, рентгеновская дифракция, спектроскопия поглощения.</p> <p><b>Владеть:</b> основными методами измерения функциональных свойств: электрофизических, оптических, фотоэлектрических, магнитных, термоэлектрических свойств</p>
<p><b>СПК-6.С.</b> Способность применять знание теоретических основ современных методов исследования состава, структуры и свойств неорганических веществ и материалов, основных принципов работы приборов для грамотного выбора параметров проведения эксперимента, методов регистрации, обработки и интерпретации полученных результатов</p>	<p><b>Уметь:</b> выбрать условия проведения исследования исходя из методологических особенностей метода, подготовить образец к анализу;</p> <p><b>Владеть:</b> программным обеспечением инструментальных методов исследования</p>

6. Объем практики составляет **24** зачетных единицы, всего **864** часа, из которых **184** часа составляет контактная работа студента с преподавателем (176 часов – индивидуальные консультации, 8 часов - промежуточный контроль успеваемости), **680** часов составляет самостоятельная работа студента).

7. Входные требования для освоения практики, предварительные условия.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся должен освоить лабораторные работы по основным химическим дисциплинам, предусмотренные учебным планом

8. Содержание практики, структурированное по темам.

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов			Форма текущего контроля
		Всего	Контактная работа	Самостоятельная работа	
1	Подготовительный.	116	36	80	Собеседование
2	Предварительный..	196	68	128	Собеседование
3	Основной.	408	36	372	Собеседование
4	Завершающий.	136	36	100	Доклад на научном коллоквиуме
	<b>Промежуточная аттестация (зачет)</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		
	<b>ИТОГО</b>	<b>864</b>	<b>184</b>	<b>680</b>	зачет

Содержание разделов

№ раздела	Наименование раздела НИР	Содержание раздела
1	Подготовительный. Ознакомление с основными результатами, полученными ко времени ра-	Сбор и анализ литературных данных по теме магистерской диссертации; подготовка обзора литературы или реферата по выбранной теме.



	боты в рамках выбранной темы исследований.	
2	Предварительный. Ознакомление с основными методами решения задач, разработанными ко времени работы в рамках выбранной научной тематики. Получение навыков работы на специальном оборудовании и использовании специализированного программного обеспечения.	В зависимости от тематики работы (экспериментальная, расчетно-теоретическая или смешанная) это может быть: обучение работе на специализированном оборудовании, проведение предварительных экспериментов по известным методикам; воспроизведение ранее полученных в лаборатории, где работает студент, данных; расчеты и обработка полученных данных с использованием специализированного программного обеспечения.
3	Основной. Применение изученных методов к решению поставленной перед студентом задачи.	В зависимости от тематики работы (экспериментальная, расчетно-теоретическая или смешанная) это может быть: синтез и определение основных параметров функциональных неорганических материалов (электрофизические, фотоэлектрические, оптические, магнитные, термоэлектрические и др. свойства); подбор условий проведения исследования, подготовка образца к анализу и пр.; участие в студенческих научных семинарах с сообщениями о полученных результатах.
4	Завершающий. Оформление результатов работы.	Подготовка отчета о НИР, тезисов доклада на конференции, рукописи статьи. Отчет о работе заслушивается на заседании комиссии по НИР, лабораторном научном коллоквиуме, кафедральной научной минисессии и пр.

### 9. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ разного назначения;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- круглые столы;
- преподавание с использованием результатов исследований научных школ МГУ.

### 10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по практике

Практика проводится на базе научных лабораторий МГУ или институтов РАН. Все оборудование, находящееся на балансе химического факультета, может быть использовано учащимися при выполнении ВКР. Рекомендации по оформлению отчета и прочие методические материалы доступны обучающимся на сайте химического факультета

#### 11. Ресурсное обеспечение:

Перечень используемого оборудования:

- 1) Приборы ЦКП МГУ (см. сайт <http://ckp-nano.msu.ru>)
- 2) Оригинальное и серийное научное оборудование, находящееся на балансе научных лабораторий кафедры (см. сайт [http://www.inorg.chem.msu.ru/index\\_r.php](http://www.inorg.chem.msu.ru/index_r.php))
- 3) Научное оборудование лабораторных спецпрактикумов по неорганической химии:
  - Дуговые и отжиговые печи Arc Melter AM и MAM-1
  - Прибор синхронного ТГ-ДТА/ДСК анализа NETZSCHSTA 449 F1
  - Порошковый дифрактометр StoeStadi-P
  - Химическая лаборатория с набором реактивов и химической посуды, химические весы
  - Монокристалльный дифрактометр StadiVari
  - Спектрофотометр Shimadzu UV-3600Plus
  - Каталитическая установка
  - Металлографические микроскопы Neophot-32, Versamet-2
  - Электронный микроскоп CarlZeiss – LEO EVO 50XVPc энергодисперсионным анализатором EDXOxfordInstrumentsINCAEnergy 450

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватели: научно-педагогические работники кафедры неорганической химии.

#### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачета. На зачете проверяется достижение результатов, перечисленных в п.5.

#### **Форма отчета о НИР**

### ОТЧЁТ по научно-исследовательской работе

Студент (ФИО) \_\_\_\_\_

год обучения \_\_\_\_\_ семестр \_\_\_\_\_

Научный руководитель \_\_\_\_\_

Тема работы \_\_\_\_\_

1. Индивидуальное задание студента:

2. Отчёт по результатам научно-исследовательской деятельности.

3. Отзыв о прохождении НИР. В отзыве должны быть отмечены достоинства и недостатки проделанной работы, должен быть отмечен факт сформированности компетенций, по показателям (индикаторам), которые отражены в Программе НИР, должна быть дана обоснованная оценка выполнения НИР в целом.

4. Аттестация по результатам НИР (зачёт/оценка) \_\_\_\_\_ Дата аттестации \_\_\_\_\_

Научный руководитель (подпись) \_\_\_\_\_ (ФИО) \_\_\_\_\_

Заведующий лабораторией (кафедрой) (подпись) \_\_\_\_\_ (ФИО) \_\_\_\_\_

По результатам выполнения НИР студент представляет отчет на научном семинаре (коллоквиуме) лаборатории (кафедры).

#### **Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

При выставлении зачета оценивается:

1. объем проведенных работ;
2. информированность о состоянии аналогичных исследований в данной области химии;
3. ответы на вопросы по теме исследования;
4. аргументированность заключений и выводов;
5. качество презентации материала.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по практике	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
Знать: нормы и требования техники безопасности при работе в химической лаборатории	мероприятия текущего контроля успеваемости, научный доклад на кафедре
<p>Уметь: применять методологию научного познания при планировании научного исследования и интерпретации полученных результатов</p> <p>Уметь: анализировать и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития</p> <p>Уметь: самостоятельно планировать и осуществлять процесс саморазвития в научной сфере деятельности</p> <p>Уметь: представить результаты своих исследований в устной форме на английском языке</p> <p>Уметь: оформить результаты научных исследований согласно требованиям профессионального сообщества</p> <p>Уметь: оценивать и прогнозировать последствия своей социальной и профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: осуществлять научную деятельность с учетом норм и правил техники безопасности в лабораторных условиях</p> <p>Уметь: формулировать заключения и выводы по результатам анализа представленных в литературе и собственных экспериментальных работ в выбранной области химии</p> <p>Уметь: сформулировать конкретные задачи работы в рамках заданной темы и реализовать их на практике</p> <p>Уметь: оценить достоинства и недостатки возможных способов решения научной проблемы</p> <p>Уметь: оценить научную новизну, практическую значимость и достоверность результатов научных исследований</p> <p>Уметь: подготовить вспомогательный материал для заявки на финансирование НИР</p> <p>Уметь: интерпретировать результаты в области неорганической химии на основе современных представлений о химической связи, периодичности свойств и реакционной способности неорганических соединений; использовать полученные знания для предсказания строения и свойств различных классов неорганических соединений.</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, научный доклад на кафедре</p>

<p>Уметь: выбирать условия синтеза материалов из расплава, раствора и пара из анализа Р-Т-х фазовой диаграммы.</p> <p>Уметь: определять основные параметры функциональных неорганических материалов: электрофизические, фотоэлектрические, оптические, магнитные, термоэлектрические и др свойства.</p> <p>Уметь: определять основные операционные параметры синтеза материалов.</p> <p>Уметь: формулировать конкретные расчетные задачи и методологически грамотно выбирать параметры моделирования в зависимости от типа химической системы.</p> <p>Уметь: выбирать условия синтеза материалов и определять основные параметры функциональных неорганических материалов: электрофизические, фотоэлектрические, оптические, магнитные, термоэлектрические и др. свойства.</p> <p>Уметь: определять основные операционные параметры синтеза материалов.</p> <p>Уметь: выбрать условия проведения исследования исходя из методологических особенностей метода, подготовить образец к анализу.</p>	
<p>Владеть: навыками безопасной работы с химическими реактивами и оборудованием при выполнении научных исследований</p> <p>Иметь опыт: разработки стратегии сотрудничества и организации взаимодействия в научном коллективе при проведении научных исследований</p> <p>Владеть: методологией научного познания применительно к профессиональной сфере деятельности</p> <p>Владеть: навыками оформления результатов научных исследований в виде тезисов и/или отдельных частей статьи на английском языке</p> <p>Владеть: навыками представления результатов своих исследований в устной и письменной формах в соответствии с нормами и правилами, принятыми в научном сообществе</p> <p>Владеть: навыками сбора, обработки и представления научной информации с использованием современных компьютерных технологий</p> <p>Владеть: навыками применения методологии научного подхода при выполнении исследований химической направленности</p> <p>Владеть: навыками использования результатов экспериментальных исследований (литературные и собственные данные) при решении задач НИР, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p>Владеть: навыками формулировки заключений, выводов и рекомендаций по результатам</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, научный доклад на кафедре</p>

анализа информации химического профиля

Владеть: навыками анализа и интерпретации результатов моделирования свойств веществ и процессов с их участием при решении задач научного исследования в выбранной области химии

Владеть: навыками использования современных теоретических и полуэмпирических методов химии при решении задач научного исследования

Владеть: навыками применения физико-математических знаний при обработке и интерпретации результатов научных исследований в области химии

Владеть: навыками применения современных IT-технологий в практике научной работы (при сборе, анализе и представлении информации химического профиля)

Владеть: навыками использования программных продуктов при проведении собственных научных исследований и представлении их результатов профессиональному сообществу

Владеть: навыками подготовки и представлению презентации по теме работы на русском и (или) английском языках

Владеть: навыками анализа альтернативных способов решения задач НИР и выбора оптимального метода решения

Владеть: навыками формулировки научной новизны, практической значимости и достоверности результатов собственных научных исследований

Владеть: навыками оформления отдельных разделов отчетов по итогам НИР

Владеть: подходами современной неорганической химии для анализа химической связи, строения и реакционной способности неорганических соединений

Владеть: основными методами синтеза неорганических материалов из раствора, расплава и пара в виде кристаллов, пленок и гетероструктур

Владеть: навыками интерпретации информации, получаемой в результате квантовохимического моделирования; ориентироваться в спектре доступных пакетов программ

Владеть: навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.

Владеть: методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов.

Владеть: приемами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, быть способным оценивать возможные риски при проведении экспериментов

Владеть: основными методами исследования состава и структуры кристаллов, пленок и гетероструктур с учетом локальности и глубины анализа: электронная микроскопия, рентгенов-

ская дифракция, спектроскопия поглощения.

Владеть: основными методами измерения функциональных свойств: электрофизических, оптических, фотоэлектрических, магнитных, термоэлектрических свойств

Владеть: программным обеспечением инструментальных методов исследования