

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Высокочистые материалы для современной техники

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

---

Направленность образовательной программы

Неорганическая химия

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.05.01 Высокочистые материалы для современной техники относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии и/или смежных с химией науках	<p>ПК-1-н-1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий</p> <p>ПК-1-н-2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>	<p>ПК-1-н-1: Уметь составлять общий план исследования и детальные планы отдельных стадий. Знать основные принципы составления общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий. Владеть приемами составления общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий.</p> <p>ПК-1-н-2: Уметь выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов Знать основные принципы и методологию выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов Владеть приемами выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и</p>	Опрос	Экзамен: Контрольные вопросы

		временных ресурсов		
ПК-1-нх: Способен использовать современные химические методы для получения и анализа неорганических веществ и материалов	<p>ПК-1-нх-1: Использует известные методики синтеза и анализа неорганических веществ и материалов</p> <p>ПК-1-нх-2: Разрабатывает на основе известных методов способы получения и методики анализа новых неорганических веществ и материалов</p>	<p>ПК-1-нх-1: Уметь адаптировать известные методики глубокой очистки веществ применительно к заданному целевому соединению</p> <p>Знать теоретические основы физико-химических методов глубокой очистки веществ</p> <p>Владеть приемами сочетания различных методов очистки применительно к конкретному соединению</p> <p>ПК-1-нх-2: Уметь разрабатывать на основе известных методов способы получения новых высокочистых неорганических веществ и материалов</p> <p>Знать теоретические основы применения летучих неорганических соединений для получения неорганических веществ и материалов</p> <p>Владеть информацией об использовании летучих неорганических соединений для получения простых твердых веществ, полупроводниковых и оптических материалов</p>	Допуск к лабораторной работе Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-1-о: Способен организовывать работу коллектива по решению задач НИР в выбранной области химии, готовить нормативную и отчетную документацию	<p>ПК-1-о-1: Планирует и организует работу коллектива в рамках научных и научно-технических проектов</p> <p>ПК-1-о-2: Осуществляет оперативный контроль за выполнением работ и состоянием рабочих мест</p> <p>ПК-1-о-3: Анализирует результаты деятельности коллектива и вносит предложения по ее совершенствованию</p> <p>ПК-1-о-4: Разрабатывает, внедряет и осуществляет меры контроля за соблюдением подчиненными работниками</p>	<p>ПК-1-о-1: Уметь планировать и организовывать работу коллектива в рамках научных и научно-технических проектов</p> <p>Знать научные основы планирования и организации работы коллектива в рамках научных и научно-технических проектов</p> <p>Владеть методами планирования и организации работы коллектива в рамках научных и научно-технических проектов</p> <p>ПК-1-о-2:</p>	Опрос	Экзамен: Контрольные вопросы

	<p>производственной дисциплины, выполнением трудовых функций, регламентов, эксплуатационных инструкций</p> <p>ПК-1-о-5: Организует обучение подчиненных работников безопасным приемам и методам труда</p>	<p>Уметь осуществлять оперативный контроль за выполнением работ и состоянием рабочих мест</p> <p>Знать основы оперативного контроля за выполнением работ и состоянием рабочих мест</p> <p>Владеть методами оперативного контроля за выполнением работ и состоянием рабочих мест</p> <p>ПК-1-о-3:</p> <p>Уметь анализировать результаты деятельности коллектива и формулировать предложения по ее совершенствованию</p> <p>Знать основы анализа результатов деятельности коллектива</p> <p>Владеть методами анализа результатов деятельности коллектива</p> <p>ПК-1-о-4:</p> <p>Уметь разрабатывать меры контроля за соблюдением подчиненными работниками производственной дисциплины</p> <p>Знать о существовании документов, в которых закреплены трудовые функции работников и технологические регламенты</p> <p>Владеть методами контроля за соблюдением подчиненными работниками производственной дисциплины, выполнением трудовых функций, регламентов, эксплуатационных инструкций</p> <p>ПК-1-о-5:</p> <p>Уметь организовывать обучение подчиненных работников безопасным приемам и методам труда</p> <p>Знать основы безопасных</p>		
--	---	---	--	--

		<p>приемов и методов труда Владеть практическими навыками безопасной работы</p>		
<p>ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-2-н-1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных ПК-2-н-2: Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-2-н-1: Знать основные приемы поиска специализированной информации в информационных базах данных Уметь выполнять поиск специализированной информации в информационных базах данных Владеть техникой поиска специализированной информации в информационных базах данных  ПК-2-н-2: Знать основные приемы анализа и обобщения результатов информационного поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках Уметь анализировать и обобщать результаты информационного поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках Владеть методологией анализа и обобщения результатов информационного поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках</p>	<p>Опрос</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>
<p>ПК-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии</p>	<p>ПК-3-н-1: Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными ПК-3-н-2: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных</p>	<p>ПК-3-н-1: Знать основные способы получения, очистки и анализа летучих неорганических веществ, ставшие известными путем систематизации информации, полученной в ходе НИР и ее анализа в свете литературных данных Уметь систематизировать</p>	<p>Опрос</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

и/или смежных с химией науках	результатов	<p>информацию, полученную в ходе НИР, анализировать ее и сопоставлять с литературными данными</p> <p>Владеть приемами систематизации информации, полученной в ходе НИР и ее анализа путем сопоставления с литературными данными</p> <p>ПК-3-н-2: Знать важнейшие свойства летучих неорганических соединений, на которых основано их актуальное и перспективное применение</p> <p>Уметь определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p> <p>Владеть способностью определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p>		
-------------------------------	-------------	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>10</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>360</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	192
- КСР	2
самостоятельная работа	48
Промежуточная аттестация	54 Экзамен

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
Тема 1 Летучие неорганические соединения	152	32	96	128	24
Тема 2 Высокочистые материалы для инфракрасной оптики	152	32	96	128	24
Аттестация	54				
КСР	2			2	
Итого	360	64	192	258	48

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1 Летучие неорганические соединения

Тема 2 Высокочистые материалы для инфракрасной оптики

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

А.А.Сибиркин, А.В.Новикова, Д.А.Пермин. Получение и очистка летучих металлокомплексов. - Нижний Новгород, 2021. - 19 с.

А.А.Сибиркин, И.Г.Федотова. Синтез исходных веществ для получения неорганических оксидных материалов. - Нижний Новгород, 2019. - 20 с.

А.А.Сибиркин, И.Г.Федотова. Идентификация и синтез сложных оксидов. - Нижний Новгород, 2019. - 19 с.

#### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:

1. Методы получения и примесный состав летучих неорганических гидридов.

2. Методы очистки летучих гидридов.

3. Техника работы с летучими гидридами.
4. Методы получения высокочистых простых веществ из летучих гидридов.
5. Методы получения и очистки летучих хлоридов.
6. Техника работы с летучими хлоридами.
7. Факторы, определяющие примесный состав летучих хлоридов.
8. Определение примесей в высокочистых летучих хлоридах масс-спектрометрическим, газохроматографическим и химико-спектральными методами.
9. Получение высокочистых простых веществ и оксидов из летучих хлоридов.
10. Получение и очистка летучих иодидов.
11. Техника работы с карбонилами элементов.
12. Методы получения и очистки карбониллов.
13. Техника работы с металлоорганическими соединениями.
14. Методы получения металлоорганических соединений.
15. Методы получения лигандов и металлокомплексов.

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1-о:**

1. Методы безопасной работы с летучими неорганическими гидридами.
2. Методы безопасной работы с летучими неорганическими галогенидами.
3. Методы безопасной работы с твердыми и жидкими карбонилами.
4. Методы безопасной работы с металлоорганическими соединениями.
5. Методы безопасной работы с летучими металлокомплексами.

#### **5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:**

1. Основные классы летучих неорганических соединений.
2. Понятие летучего вещества.
3. Выставка-коллекция высокочистых веществ.
4. Достигнутый уровень чистоты летучих веществ.
5. Классификация и номенклатура гидридов.
6. Общие свойства летучих гидридов.
7. Общие свойства летучих хлоридов элементов.
8. Строение и номенклатура карбониллов.

9. Химические свойства карбониллов элементов.
10. Классификация и строение металлокомплексов.
11. Строение и свойства алколюлятов элементов.
12. Строение и свойства амидов металлов и их производных.
13. Строение и свойства карбоксилатов металлов и их аналюгов.
14. Проблема устойчивости металлокомплексов и пути ее решения.
15. Проблема летучести металлокомплексов и пути ее решения.
16. Проблема тары, фасовки, упаковки и транспортировки при работе с высокочистыми веществами.

#### **5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:**

1. Применение летучих гидридов для получения высокочистых простых веществ.
  2. Применение летучих гидридов для получения высокочистых оксидов элементов.
  3. Применение летучих гидридов для получения полупроводниковых материалов.
  4. Применение летучих хлоридов для получения простых веществ.
  5. Применение хлоридов элементов для получения высокочистых оксидов элементов для волоконной оптики.
  6. Применение летучих бромидов для получения простых веществ.
  7. Применение летучих йодидов для получения высокочистых титана, циркония, гафния.
  8. Применение летучих йодидов для получения высокочистых оксидов элементов.
- Применение летучих йодидов элементов для получения халькогенидных стекол.
9. Применение карбониллов для получения металлов и сплавов.
  10. Применение карбониллов для получения металлических покрытий и нитевидных кристаллов.
  11. Применение металлоорганических соединений для получения простых веществ и бинарных соединений.
  12. Применение металлокомплексов для получения высокочистых материалов.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	знает основные положения материала дисциплины
не зачтено	не знает значительной части материала дисциплины

### 5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-1-нх:

1. На каких физико-химических свойствах основаны методы получения галидов щелочных металлов (ЩГК – NaCl, KCl, KBr, CsBr, CsI).
2. Сравните оптические свойства фторидов щелочноземельных металлов (CaF<sub>2</sub>, MgF<sub>2</sub>, BaF<sub>2</sub>).
3. Каковы характерные особенности свойств простых полупроводниковых оптических кристаллов (германий, кремний) и их использования в ИК оптике?
4. Основные проблемы выращивания массивных материалов (ZnSe, ZnS, CdS, SiC) методом химического осаждения из газовой фазы.
5. В чем отличие метода выращивания кристаллов из расплава от выращивание из раствора в расплаве.
6. Основные физико-химические процессы, происходящие при выращивании кристаллов из расплава.
7. Выбор оптимальных условий для выращивания кристаллов из водных растворов. Объясните на примере диаграммы Оствальда-Майерса.
8. Приведите примеры использования гидротермального метода для синтеза кристаллов.
9. Назовите основные закономерности процессов, происходящих при выращивании кристаллов методом физического осаждение из пара (PVD).
10. В чем отличие метода горячего прессования от искрового плазменного спекания?
11. Опишите основные макрокинетические параметры процессов химического газофазного осаждения.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу под-готовки. Продемонстрированы все основные умения. Ре-шены все основные задачи. Выполнены все задания, в пол-ном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных оши-бок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без оши-бок и недочетов.

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Про-демонстрированы все основные умения. Решены все ос-новные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все за-дания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Про-демонстрированы базовые навыки при решении стандарт-ных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено мно-го негрубых ошибок. Продемонстрированы основные уме-ния. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Вы-полнены все задания, но не в полном объеме. Имеется ми-нимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навы-ков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### 5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-1-нх:

1. Отчет должен содержать обзор литературных источников по теме лабораторной работы, в котором должны быть обобщены литературные сведения.
2. В отчете должна быть сформулирована цель работы.
3. Отчет должен содержать список приборов и реактивы, необходимых для проведения лабораторной работы.
4. Отчет должен содержать первичные экспериментальные результаты. Эти результаты могут быть представлены в виде графиков и таблиц.
5. Отчет должен содержать обработку и анализ (обсуждение) результатов эксперимента.
6. В отчете должен быть сформулирован вывод, отвечающий цели работы.
7. Отчет должен завершаться списком использованных источников, оформленных в соответствии с действующим стандартом.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчет должен удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к оформлению отчета. Содержание отчета соответствует названию лабораторной работы. Ре-зультаты эксперимента отражены в отчете, соответствуют данным в подписан-ном протоколе, обработаны, сделаны соответствующие выводы.
не зачтено	Содержание отчета не соответствует теме лабораторной работы, предъявляемые требования к оформлению лабораторной работы не соблюдены. Результаты эксперимента не отражены в отчете, либо не соответствуют протоколу, не об-работаны, выводы по работе не сделаны. Или отчет не предоставлен

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие	При решении	Имеется	Продемонс	Продемонс	Продемонс	Продемонстр

	базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	трированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	трированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	трированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	ирован творческий подход к решению нестандартных задач
--	---	---	--	---	---	---	--

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

**5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н**

1. Методы получения и примесный состав летучих неорганических гидридов.
2. Методы очистки летучих гидридов.
3. Техника работы с летучими гидридами.
4. Методы получения высокочистых простых веществ из летучих гидридов.
5. Методы получения и очистки летучих хлоридов.
6. Техника работы с летучими хлоридами.

7. Факторы, определяющие примесный состав летучих хлоридов.
8. Определение примесей в высокочистых летучих хлоридах масс-спектрометрическим, газохроматографическим и химико-спектральным методами.
9. Получение высокочистых простых веществ и оксидов из летучих хлоридов.
10. Получение и очистка летучих иодидов.
11. Техника работы с карбонилами элементов.
12. Методы получения и очистки карбониллов.
13. Техника работы с металлоорганическими соединениями.
14. Методы получения металлоорганических соединений.
15. Методы получения лигандов и металлокомплексов.

### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-нх**

1. На каких физико-химических свойствах основаны методы получения галидов щелочных металлов (ЩГК – NaCl, KCl, KBr, CsBr, CsI).
2. Сравните оптические свойства фторидов щелочноземельных металлов (CaF<sub>2</sub>, MgF<sub>2</sub>, BaF<sub>2</sub>).
3. Каковы характерные особенности свойств простых полупроводниковых оптических кристаллов (германий, кремний) и их использования в ИК оптике?
4. Основные проблемы выращивания массивных материалов (ZnSe, ZnS, CdS, SiC) методом химического осаждения из газовой фазы.
5. В чем отличие метода выращивания кристаллов из расплава от выращивания из раствора в расплаве.
6. Основные физико-химические процессы, происходящие при выращивании кристаллов из расплава.
7. Выбор оптимальных условий для выращивания кристаллов из водных растворов. Объясните на примере диаграммы Оствальда-Майерса.
8. Приведите примеры использования гидротермального метода для синтеза кристаллов.
9. Назовите основные закономерности процессов, происходящих при выращивании кристаллов методом физического осаждения из пара (PVD).
10. В чем отличие метода горячего прессования от искрового плазменного спекания?
11. Опишите основные макрокинетические параметры процессов химического газофазного осаждения.

### **5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-о**

1. Методы безопасной работы с летучими неорганическими гидридами.

2. Методы безопасной работы с летучими неорганическими галогенидами.
3. Методы безопасной работы с твердыми и жидкими карбонилами.
4. Методы безопасной работы с металлоорганическими соединениями.
5. Методы безопасной работы с летучими металлокомплексами.

#### **5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н**

1. Основные классы летучих неорганических соединений.
2. Понятие летучего вещества.
3. Выставка-коллекция высокочистых веществ.
4. Достигнутый уровень чистоты летучих веществ.
5. Классификация и номенклатура гидридов.
6. Общие свойства летучих гидридов.
7. Общие свойства летучих хлоридов элементов.
8. Строение и номенклатура карбониллов.
9. Химические свойства карбониллов элементов.
10. Классификация и строение металлокомплексов.
11. Строение и свойства алколюлятов элементов.
12. Строение и свойства амидов металлов и их производных.
13. Строение и свойства карбоксилатов металлов и их аналогов.
14. Проблема устойчивости металлокомплексов и пути ее решения.
15. Проблема летучести металлокомплексов и пути ее решения.
16. Проблема тары, фасовки, упаковки и транспортировки при работе с высокочистыми веществами.

#### **5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н**

1. Применение летучих гидридов для получения высокочистых простых веществ.
2. Применение летучих гидридов для получения высокочистых оксидов элементов.
3. Применение летучих гидридов для получения полупроводниковых материалов.
4. Применение летучих хлоридов для получения простых веществ.
5. Применение хлоридов элементов для получения высокочистых оксидов элементов для волоконной оптики.
6. Применение летучих бромидов для получения простых веществ.

7. Применение летучих йодидов для получения высокочистых титана, циркония, гафния.
8. Применение летучих йодидов для получения высокочистых оксидов элементов.  
Применение летучих йодидов элементов для получения халькогенидных стекол.
9. Применение карбониллов для получения металлов и сплавов.
10. Применение карбониллов для получения металлических покрытий и нитевидных кристаллов.
11. Применение металлоорганических соединений для получения простых веществ и бинарных соединений.
12. Применение металлокомплексов для получения высокочистых материалов.

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	исчерпывающе и логически строго излагает содержание дисциплины, справляется с ответом на видоизмененное задание
отлично	исчерпывающе и логически строго излагает содержание дисциплины
очень хорошо	не используется
хорошо	проявляет твердое знание материала дисциплины
удовлетворительно	знает общие положения материала дисциплины
неудовлетворительно	не знает значительной части материала дисциплины
плохо	не используется

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Девятых Григорий Григорьевич. Введение в теорию глубокой очистки веществ / АН СССР, Секция хим.-технол. и биол. наук. - М. : Наука, 1981. - 320 с. : ил. - 2.50., 62 экз.
2. Агафонов Игорь Леонидович. Масс-спектрометрический анализ газов и паров особой чистоты / АН СССР, Ин-т химии (г. Горький). - М. : Наука, 1980. - 334 с., 1 л. диагр. : ил. - 3.60., 10 экз.
3. Девятых Г. Г. Выставка-коллекция веществ особой чистоты / [Отв. ред. Г. Г. Девятых]. - М. : Наука, 2003. - 236 с. : ил., 1 л. портр. - ISBN 5-02-006483-1 : 30.00., 2 экз.
4. Девятых Григорий Григорьевич. Летучие неорганические гидриды особой чистоты / АН СССР, Ин-т химии. - М. : Наука, 1974. - 206 с. : с черт. - 1.53., 4 экз.
5. Фурман Абрам Аронович. Основы химии и технологии безводных хлоридов / под ред. Л. М. Якименко. - М. : Химия, 1970. - 255 с. : черт. - 1.52., 1 экз.
6. Ролстен Роберт Ф. Йодидные металлы и йодиды металлов : пер. с англ. / под ред. А. И. Беляева,

- В. Н. Вигдоровича. - М. : Металлургия, 1968. - 524 с. : ил. - 2.11., 2 экз.
7. Металлоорганические соединения в электронике. - М. : Наука, 1972. - 479 с. : ил. - 24.00., 5 экз.
8. Мошьер Р. Газовая хроматография хелатов металлов / пер с англ. В. Г. Гугли ; под ред. А. А. Жуховицкого и О. Д. Стерлигова. - М. : Мир, 1967. - 175 с. : с граф. - 0.60., 3 экз.
9. Гаврищук Евгений Михайлович. Материалы для инфракрасной оптики : получение, свойства, применение : учеб. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 04.03.01 "Химия" и 18.03.01 "Хим. технология" и специальности 04.05.01 "Фундам. и приклад. химия" / ННГУ, РАН, Ин-т химии высокочистых веществ им. Г. Г. Девярых. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2015. - 265 с. - ISBN 978-5-91326-356-8 : 237.76., 2 экз.
10. Айхлер Юрген. Лазеры. Исполнение, управление, применение / пер. с нем. Л. Н. Казанцевой. - М. : Техносфера, 2012. - 496 с. - (Мир физики и техники ; 2 - 25). - ISBN 978-5-94836-309-7 : 836.00., 1 экз.
11. Горелик Семен Самуилович. Материаловедение полупроводников и диэлектриков : учеб. для студентов вузов, обучающ. по специальности "Физика и технология материалов и компонентов электронной техники". - М. : Металлургия, 1988. - 575 с. - 2547.00., 2 экз.
12. Павлов Павел Васильевич. Физика твердого тела : учебник. - 3-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2000. - 494 с. - 78.54., 33 экз.
13. Справочник по инфракрасной технике = The infrared handbook : в 4 т. Т. 2 : Проектирование оптических систем / [авт. т.: Волф У., Смит У., Лего Р.] ; ред.: Волф У., Цисис Г. ; пер. с англ. под ред. Васильченко Н. В., Мирошникова М. М. - М. : Мир, 1998. - 347 с. : ил. - 34.00., 1 экз.
14. Справочник по инфракрасной технике = The infrared handbook : в 4 т. Т. 3 : Приборная база ИК-систем / ред.: Волф У., Цисис Г. ; пер. с англ. под ред. Васильченко Н. В., Мирошникова М. М. - М. : Мир, 1999. - 472 с. : ил. - 47.00., 1 экз.
15. Справочник по инфракрасной технике = The Infrared Handbook : в 4 т. Т. 4 : Проектирование инфракрасных систем / ред.: У. Волф, Г. Цисис ; пер. с англ. под ред. Н. В. Васильченко, В. А. Есакова, М. М. Мирошникова. - М. : Мир, 1999. - 472 с. : ил. - ISBN 5-03-002927-3, 5-03-00292 : 45.00., 1 экз.

#### Дополнительная литература:

1. Девярых Григорий Григорьевич. Глубокая очистка веществ : [учеб. пособие для хим. и хим.-технол. специальностей вузов]. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Высшая школа, 1990. - 191, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-000073-7 : 0.40., 39 экз.
2. Девярых Григорий Григорьевич. Высокочистые халькогены : моногр. / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, РАН, Ин-т химии высокочистых веществ. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. ун-та, 1997. - 244 с. - 25.00., 1 экз.
3. Фурман Абрам Аронович. Основы химии и технологии безводных хлоридов / под ред. Л. М. Якименко. - М. : Химия, 1970. - 255 с. : черт. - 1.52., 1 экз.
4. Ключников Николай Григорьевич. Руководство по неорганическому синтезу : [для хим. и хим.-технол. специальностей вузов]. - Изд. 2-е, перераб. - М. : Химия, 1965. - 390 с. : ил. - 1.08., 2 экз.
5. Карякин Юрий Викторович. Чистые химические вещества : руководство по приготовлению неорганических реактивов и препаратов в лабораторных условиях. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия, 1974. - 407 с. - 1.87., 14 экз.
6. Иванова Нина Тимофеевна. Газохроматографический анализ нестабильных и реакционноспособных соединений. - М. : Химия, 1979. - 232 с. : ил. - 0.65., 1 экз.
7. Кацуяма Тосе. Инфракрасные волоконные световоды / пер. с англ. В. В. Войцеховского, В. Г.

Плотниченко. - М. : Мир, 1992. - 272 с. : ил. - ISBN 5-03-002463-8 : 39.00., 1 экз.

8. Фельц Адальберт. Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела / пер. с нем. Г. З. Виноградовой [и др.] ; под ред. И. В. Тананаева, С. А. Дембовского. - М. : Мир, 1986. - 556 с. : ил. - 5.70., 1 экз.

9. Левитин Исидор Борисович. Инфракрасная техника. - Л. : Энергия, Ленингр. отд-ние, 1973. - 157 с., 1 л. ил. - 0.47., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Не используются

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Установка для пайки стекла, установка для проведения химических транспортных реакций в закрытой системе, установка для синтеза металлокомплексов, установка для очистки металлокомплексов возгонкой в вакууме.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия.

Автор(ы): Сибиркин Алексей Алексеевич, доктор химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Пермин Дмитрий Алексеевич, кандидат химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.