

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 Ученого совета ННГУ
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Экспериментальные методы неорганической химии

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
2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.02.01 «Экспериментальные методы неорганической химии» относится к части ООП направления подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия», формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия». Дисциплина «Экспериментальные методы неорганической химии» является основой для дальнейшего успешного освоения студентами дисциплин специализации по профилю подготовки «Неорганическая химия» и выполнения выпускной квалификационной работы.

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	ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	<i>Владеть навыками планирования методов получения, очистки и анализа неорганических веществ для решения задач химической направленности</i> <i>Уметь выбирать и применять типовые методы синтеза, очистки и характеристики неорганических веществ.</i> <i>Знать современные методы решения научно-исследовательских задач</i>	Допуск к лабораторной работе, Отчеты по лабораторным работам	Экзамен
	ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<i>Владеть навыками реализации и описания методов получения, очистки и анализа неорганических веществ для решения задач химической направленности.</i> <i>Уметь применять расчетно-теоретические и экспериментальные и методы решения поставленной задачи</i> <i>Знать критерии выбора расчетно-теоретических и экспериментальных и методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</i>		
ПК-1-т. Способен определять способы, методы и средства решения технологических	ПК-1-т-1. Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных НИР	<i>Владеть навыками подготовки детальных планов отдельных стадий прикладных НИР</i> <i>Знать содержание распространенных стадий НИР в области получения,</i>		Экзамен

задач в рамках прикладных НИР в выбранной области химии		очистки, определение примесного состава и исследования свойств неорганических веществ		
	ПК-1-т-2. Готовит документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР	<u>Владеть</u> навыками подготовки научной документации <u>Уметь</u> составлять отчеты о подготовке, проведению и выполнении научно-исследовательской работы <u>Знать</u> основные требования представления информации химического содержания в области неорганической химии		
	ПК-1-т-3. Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР	<u>Владеть</u> навыками работы с техническими средствами и оборудованием для выполнения НИР <u>Уметь</u> осуществлять выбор технических средств и методов испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР <u>Знать</u> основные методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР		
	ПК-1-т-4. Проводит испытания инновационной продукции	<u>Владеть</u> навыками работы на современном научно-исследовательском оборудовании <u>Уметь</u> проводить испытания инновационной продукции при помощи технических средств и методов испытаний (из набора имеющихся) <u>Знать</u> методы обработки и представления результатов испытаний инновационной продукции		
ПК-2-н. Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных	<u>Владеть</u> навыками работы с базами данных (в т.ч. патентных баз данных) для поиска информации в области неорганической химии и/или смежных с химией науках <u>Уметь</u> осуществлять корректный поиск специализированной информации по синтезу, очистке и анализу неорганических веществ. <u>Знать</u> основные требования информационной безопасности при сборе, анализе, обработке и представлении информации		Экзамен
	ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках	<u>Владеть</u> навыками обобщения и представления информации по избранной тематике научной работы в области неорганической химии и/или смежных с химией науках <u>Уметь</u> анализировать и обобщать информацию по синтезу, очистке и анализу неорганических веществ. <u>Знать</u> основные правила анализа и обобщения информации в области неорганической химии и/или смежных с химией науках		

ПК-3-н. Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии и/или смежных с химией науках	ПК-3-н-1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	<i>Владеть методиками анализа веществ с использованием современного аналитического оборудования.</i> <i>Уметь выбирать метод исследования для получения необходимой информации при характеристике веществ</i> <i>Знать основополагающие законы разделов физики и химии, необходимые для корректной постановки и проведения экспериментов по изучению состава и свойств неорганических соединений с помощью инструментальных методов</i>	Допуск к лабораторной работе, Отчеты по лабораторным работам	Экзамен
	ПК-3-н-2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	<i>Владеть навыками критического анализа результатов НИР и оценки перспектив их практического применения в области неорганической химии и/или смежных с химией наук</i> <i>Уметь определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</i> <i>Знать основные перспективные направления в области неорганической химии и/или смежных с химией наук</i>		

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма
Общая трудоемкость	9 ЗЕТ
Часов по учебному плану	324
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	160
КСР	2
самостоятельная работа	26
Контроль – экзамен/зачет	72
	экзамен

3.2. Содержание дисциплины

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

	в том числе
--	-------------

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		З а н я т и я лекц. типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабораторные работы)	В с е г о	
	Очная форма обучения	Очная форма обучения	Очная форма обучения	Очная форма обучения	Очная форма обучения
1.Введение. Общие вопросы лабораторного эксперимента: техника безопасности, планирование, материалы и оборудование.	15	6	8	14	1
2.Основы техники лабораторного эксперимента. Техника работ с газами, жидкими и твердыми веществами. Типовые методы получения простых и сложных неорганических веществ.	20	6	12	18	2
3.Нагревание и охлаждение, измерение и регулирование температуры	12	2	8	10	2
4.Техника работ при пониженном давлении. Вакуум. Приборы для создания и измерения вакуума.	16	2	12	14	2
5.Методы очистки веществ. Классификация веществ по степени чистоты и методов очистки веществ.	12	2	8	10	2
6.Химические методы очистки веществ. Химические транспортные реакции.	14	4	8	12	2
7.Дистилляционные методы очистки веществ. Коэффициент разделения жидкость – пар;. статические и динамические методы его определения.	26	8	16	24	2
8.Ректификация. Ректификация в тарельчатых, насадочных, пленочных колоннах. Фактор разделения в отборном и безотборном режимах. ВЭТТ, ВЕП.	23	6	16	22	1
9.Периодическая ректификация. Ректификация	13	4	8	12	1

с постоянной скоростью отбора продукта. Ректификация при постоянно составе продукта. Ректификация с дискретным отбором дистиллята. Молекулярная дистилляция					
10. Экстракция. Экстракционные методы очистки веществ. Термодинамика равновесия жидкость – жидкость. Однократная экстракция. Многоступенчатая экстракция. Противоточная экстракция.	22	4	16	20	2
11. Кристаллизационные методы очистки веществ. Термодинамика равновесия жидкость – твердое. Кристаллизация из расплава. Коэффициент распределения жидкость – твердое. Теоретические и опытные методы определения коэффициента разделения жидкость - твердое	20	6	12	18	2
12. Направленная кристаллизация. Зависимость концентрации примеси в твердой фазе от доли закристаллизовавшегося вещества. Многократная направленная кристаллизация. Зонная плавка (перекристаллизация). Распределение примеси по длине слитка после одного прохода, после N проходов расплавленной зоны.	18	4	12	16	2
13. Противоточная кристаллизация из расплава. Кристаллизационные колонны. Основные модели процесса массообмена. Фактор разделения в стационарном состоянии и безотборном режиме. Влияние скорости отбора продукта на фактор разделения. Распределение примеси по высоте кристаллизационной колонны. Эффект перекристаллизации.	18	4	12	16	2
14. Методы исследования	21	6	12	18	3

химического состава веществ. Газовая хроматография. Масс-спектрометрия. Хромато-масс-спектрометрия.					
КСР	2			2	
Контроль	72				
Итого	324	64	160	226	26

3.3. Лабораторный практикум.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	Измерение и регулирование расхода газа
2	3	Измерение и регулирование температуры
3	4	Вакуумная техника (получение и измерение вакуума)
4	7	Дистилляционные методы очистки веществ
5	8	Определение фактора разделения и числа теоретических тарелок насадочной ректификационной колонны
6	10	Экстракционные методы очистки веществ.
7	11, 12	Нормальная направленная кристаллизация
8	13	Противоточная кристаллизация из расплава.
9	14	Газохроматографический анализ веществ

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к сдаче допуска к лабораторным работам.

Перечень учебно-методических разработок для выполнения лабораторных работ:

1. Техника проведения лабораторных работ / Сост. Ю.Б. Зверев, И.В. Руновская, С.Г. Чеснокова, П.Е. Гайворонский. Метод. разработка.- Горький: ГГУ, 1987.- Часть 2. - 20 с.
2. Методы очистки веществ / Сост. Ю.Б.Зверев, И.В. Руновская, С.Г. Чеснокова. - Методическая разработка. – Горький: ГГУ, 1989. - 28 с.
3. Основы вакуумной техники / Сост. Ю.Б.Зверев, Е.М. Гаврищук, И.В. Руновская. - Методическая разработка. - Горький: ГГУ, 1977. - 20 с.

4. Дистилляционные методы очистки веществ / Сост. Трошин О.Ю., Буланов А.Д. Электронное учебно–методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 18 с.

Режим доступа http://www.unn.ru/books/met_files/Distillation.doc

5. Глубокая очистка веществ кристаллизационными методами. Сост. Еллиев Ю.Е., Сибиркин А.А., Хлопочкина Е.Л. - Методическая разработка. - Нижний Новгород: ННГУ, 1999. 14 с.

6. Газохроматографический анализ веществ. / Сост. А.А. Сибиркин. - Методическая разработка. - Нижний Новгород: ННГУ, 2007. - В 2-х частях: 43 с., 44 с.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Допуск к лабораторной работе
- Отчеты по лабораторным работам.

Отчеты по лабораторным работам представляют собой отчетный документ о практической работе студента по заданной теме. Подготовка отчета также способствует лучшему усвоению материала дисциплины и развивает навыки анализа и обработки научной информации, так как написание отчета требует от студента знаний методического и аппаратного оформления лабораторной работы, правильного представления и обсуждения результатов эксперимента.

Критерии оценивания (оценочное средство – отчеты по лабораторным работам)

Зачтено	Отчет должен удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к оформлению отчета. Содержание отчета соответствует названию лабораторной работы. Результаты эксперимента отражены в отчете, соответствуют данным в подписанном 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 обработаны, выводы по работе не сделаны. Или отчет не предоставлен.

5. Фонд оценочных средств для 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 – допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Охарактеризуйте области применения стеклообразных материалов в лабораторной технике. Почему стеклянная посуда является одной из самых распространенных в лаборатории?
2. Охарактеризуйте состав, физико-химические свойства и области применения в лабораторной технике наиболее распространенных материалов на основе металлов и их сплавов (не менее 10 названий).
3. Назовите основные типы устройств для регулирования расхода газов; расскажите об устройстве и принципе их действия.
4. На каком физическом явлении основано определение содержания воды в газах с использованием метода точки росы?
5. Охарактеризуйте принцип действия кулонометрического гигрометра.
6. Предложите осушитель и принципиальную схему прибора для удаления влаги из аммиака (газ); этанола (жидк.); хлора (газ). Ответ обоснуйте.
7. Какой эффект (явление) лежит в основе действия термоэлектрических преобразователей (термопар)?
8. Проведите сравнительную характеристику (укажите достоинства и недостатки) жидкостных термометров и термопар.
9. Предложите схему лабораторного нагревательного прибора для задачи, измерения и поддержания температуры объекта-диэлектрика в диапазоне а) 400–500 °С; б) 1300 – 1400 °С.
10. Перечислите и опишите принцип действия распространенных устройств для создания вакуума.
11. Какие типы вакуумных насосов можно использовать для получения давления 10^{-5} мм.рт.ст.? Ответ поясните.
12. Какие типы вакуумметров можно использовать для измерения давления на уровне 10^{-5} мм.рт.ст.? Ответ поясните.

5.1.2. Задания для оценки компетенции «ПК-2-н»:

1. Назовите способы классификации веществ по степени чистоты (содержанию примесей).
2. Какие признаки положены в основу классификации методов глубокой очистки веществ?
3. Каким образом можно оценить предельные возможности химических методов очистки?
4. Как возможно рассчитать значение идеального коэффициента разделения жидкость-пар?
5. От каких факторов (условий) зависит значение коэффициента разделения жидкость-пар?
6. Представьте качественную зависимость эффективного коэффициента разделения от скорости перегонки при релеевой дистилляции.
7. Перечислите основные типы ректификационных колонн.
8. Что такое ВЭТТ и ВЕП? Как они определяются?
9. Что такое флегмовое число и степень отбора? Как эти величины связаны друг с другом?
10. Что представляет собой уравнение рабочей линии ректификационной колонны?
11. Как качественно зависит фактор разделения от степени отбора при ректификации?
12. Охарактеризуйте зависимость фактора разделения насадочной ректификационной колонны от скорости потока жидкой фазы в колонне (орошения).
13. Запишите формулу для расчета доли неэкстрагированного вещества после N экстракций.
14. Что называется коэффициентом распределения твердое – жидкость?
15. Что представляет собой зонная перекристаллизация?
16. Охарактеризуйте зависимость фактора разделения противоточной кристаллизационной колонны от степени отбора продукта.

5.1.3. Задания для оценки компетенции «ПК-3-н»:

1. Какие методы анализа применяются для определения примесного состава летучих (газообразных) веществ?
2. Проведите сравнительную характеристику методов масс-спектрометрии и хроматографии.
3. Какие способы разделения веществ используются хроматографии?
4. Что используют в качестве подвижной и неподвижной фаз в хроматографии?

<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 негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»

	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	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	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используется ответ на контрольные вопросы экзаменационного билета. Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине и уровень понимания студентами изученного материала.

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
1. Планирование и оборудование химических лабораторий. Устройство, оборудование и основные правила работы в химических лабораториях.	ПК-1-г
2. Правила безопасной работы в химических лабораториях. Средства индивидуальной защиты и меры первой помощи.	ПК-1-г
3. Важнейшие конструкционные материалы для изготовления лабораторных приборов и посуды. Стекланные, полимерные, металлические, керамические материалы: классификация, физико-химические свойства, области применения..	ПК-1-г
4. Гравиметрия. Типы весов: устройство и принцип действия, характеристика.	ПК-1-н
5. Измерение объема и плотности веществ. Ареометрический, пикнометрический методы определения плотности, метод гидростатического взвешивания.	ПК-1-н
6. Определение температуры кипения и плавления веществ. Метод определения температуры плавления в капилляре. Методы определения температуры кипения по Сиволобову, Рупе, Свентославскому.	ПК-1-н
7. Важнейшие осушители, области их применения и оценка эффективности удаления воды. Гигрометры: устройство, принцип действия. Метод точки росы.	ПК-1-н

8. Измерение и регулирование расхода жидких и газообразных веществ. Регуляторы расхода газа: классификация, принцип действия и характеристика.	ПК-1-н
9. Техника эксперимента с участием веществ в различном агрегатном состоянии.	ПК-1-н
10. Типовые методы получения простых и сложных неорганических веществ.	ПК-1-т
11. Измерение температуры (термометрия). Температурная шкала. Жидкостные и газовые термометры, термоэлектрические преобразователи (термопары), термометры сопротивления, пирометры: устройство, принцип действия и характеристики устройств.	ПК-1-н
12. Нагревательные приборы: газовые горелки, резистивные нагреватели, муфельные печи, индукционные печи (устройство, принцип действия, характеристики, области применения).	ПК-1-н
13. Оборудование для регулирования температуры. Электронные регуляторы температуры.	ПК-1-н
14. Вакуумные насосы: пароструйные насосы, роторные насосы, турбомолекулярные насосы, магнито-ионизационные насосы (устройство, принцип действия, предельная глубина достигаемого вакуума).	ПК-1-н
15. Устройства для измерения вакуума Вакуумметры деформационного типа, термопарные вакуумметры, ионизационные вакуумметры.	ПК-3-н
16. Классификация веществ высокой чистоты и их роль в науке и технике	ПК-3-н
17. Классификация и сущность методов глубокой очистки веществ; сравнительная характеристика методов глубокой очистки веществ.	ПК-3-н
18. Влияние загрязняющего действия материалов аппаратуры на процессы глубокой очистки.	ПК-3-н
19. Химические методы глубокой очистки веществ: общая характеристика и оценка предельных возможностей химических методов очистки.	ПК-2-н
20. Химические транспортные реакции (ХТР). Особенности и выбор химических транспортных реакций для глубокой очистки веществ.	ПК-2-н
21. Виды переноса вещества в химических транспортных реакциях: перенос потоком газа-реагента, перенос молекулярной диффузией, перенос посредством конвекции. Примеры использования ХТР.	ПК-2-н
22. Термодинамика равновесия жидкость – пар. Теоретические и экспериментальные методы определения коэффициента разделения жидкость - пар. Эффективный коэффициент разделения.	ПК-2-н
23. Ректификация. Основные понятия: флегмовое число, степень отбора, высота, эквивалентная теоретической тарелке (ВЭТТ), высота единицы переноса (ВЕП), фактор разделения.	ПК-2-н
24. Ректификация в тарельчатых колоннах. Фактор разделения в стационарном состоянии и безотборном режиме. Влияние скорости отбора продукта, продольного перемешивания в тарельчатой ректификационной колонне на эффективность глубокой очистки веществ.	ПК-2-н
25. Ректификация в насадочных колоннах. Понятие о движущей силе массообмена. Фактор разделения в стационарном состоянии и безотборном режиме. Влияние скорости отбора продукта, продольного перемешивания в насадочной ректификационной колонне на эффективность глубокой очистки веществ.	ПК-2-н
26. Влияние загрязняющего действия материала аппаратуры в ректификационных колоннах различного типа на эффективность глубокой очистки веществ.	ПК-2-н

27. Экстракционные методы очистки веществ. Термодинамика равновесия жидкость – жидкость. Однократная экстракция. Многоступенчатая экстракция. Противоточная экстракция.	ПК-3-н
28. Периодическая ректификация. Ректификация с постоянной скоростью отбора продукта. Ректификация при постоянно составе продукта. Ректификация с дискретным отбором дистиллята.	ПК-2-н
29. Молекулярная дистилляция. Приборы и методика проведения. Уравнение Ленгмюра. Применение молекулярной дистилляции для очистки термонестойких веществ.	ПК-2-н
30. Термодинамика равновесия жидкость – твердое. Кристаллизация из расплава. Виды диаграмм состояния бинарных систем.	ПК-2-н
31. Коэффициент распределения жидкость – твердое. Теоретические и опытные методы определения коэффициента разделения жидкость - твердое.	ПК-2-н
34. Сущность метода нормальной направленной кристаллизации. Зависимость концентрации примеси в твердой фазе от доли закристаллизовавшегося вещества. Эффективный коэффициент распределения.	ПК-2-н
33. Сущность метода зонной плавки. Распределение примеси по длине слитка после одного прохода расплавленной зоны. Распределение примеси по длине слитка после N проходов расплавленной зоны.	ПК-3-н
34. Сущность метода противоточной кристаллизации. Основные модели процесса массообмена в противоточной кристаллизационной колонне. Фактор разделения в стационарном состоянии и безотборном режиме. Влияние скорости отбора продукта на фактор разделения. Распределение примеси по высоте кристаллизационной колонны.	ПК-2-н
35. Хроматография, масс-спектрометрия, хромато-масс-спектрометрия: сущность и возможности методов анализа.	ПК-1-т

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Девярых Г.Г. Глубокая очистка веществ: [учеб. пособие для хим. и хим.-технол. специальностей вузов]. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 1990. – 191 с.: ил.. – ISBN 5-06-000073-7

<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=97988&idb=0>

Количество экземпляров в библиотеке ННГУ – 36.

2. Девярых Г.Г. Введение в теорию глубокой очистки веществ. М.: Наука, 1981. – 320 с.: ил..

<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=97990&idb=0>

Количество экземпляров в библиотеке ННГУ – 62.

3. Чурбанов М.Ф., Вельмузов А.П. Химия высокочистых неорганических веществ: учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2015.- 170 с.

<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=468603&idb=0>

Количество экземпляров в библиотеке ННГУ – 2.

4. Дистилляционные методы очистки веществ / Сост. Трошин О.Ю., Буланов А.Д. Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 18 с.

Режим доступа: http://www.unn.ru/books/met_files/Distillation.doc.

5. Степанов Виктор Михайлович. Термодинамика разбавленных растворов : учеб. пособие / [науч. ред. Колесников А. Н.] ; Нижегород. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 1998. - 68 с.

<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=31485&idb=0>

Количество экземпляров в библиотеке ННГУ – 26.

6. Газохроматографический анализ веществ. / Сост. А.А. Сибиркин. - Методическая разработка. - Нижний Новгород: ННГУ, 2007. - В 2-х частях: 43 с., 44 с.

б) дополнительная литература:

1. Мусакин А.П. Оборудование химических лабораторий / Под ред. Ф.Ю. Рачинского. – Л.: Химия. 1978. – 480 с.: ил.

<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=84784&idb=0>

Количество экземпляров в библиотеке ННГУ – 2.

2. Семенов В. В. Охрана труда и пожарная безопасность технологических процессов : учебное пособие для вузов / Семенов В. В., Петручик А. А., Ивахнюк Г. К.; Петручик А. А., Ивахнюк Г. К. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 268 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-507-44667-4.

<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=828536&idb=0>

3. Балабанова Ф.Б. Техника безопасности в учебном процессе и научно-исследовательской работе: учебное пособие / Балабанова Ф.Б.; Голованова К.В.; Ахтямова А.Р. - Москва : КНИТУ, 2019. - 232 с. - ISBN 978-5-7882-2602-6.

<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=774035&idb=0>

4. Рачинский Ф.Ю., Рачинская М.Ф. Техника лабораторных работ. - Л. 1982. - 432 с.

Режим доступа: <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=86477&DB=1>

Количество экземпляров в библиотеке ННГУ – 2.

5. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник. Книга 2. К. 2 / Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А., Захаренко В. В., Зиновкина Т. В., Таран А. Л., Костанян А. Е., Айнштейна В. Г. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 876 с. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-8114-2975-2.

<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=798655&idb=0>

5. Крель Э. Руководство по лабораторной перегонке. - М. 1984. - 240 с. <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=82843&idb=0>

Количество экземпляров в библиотеке ННГУ – 2.

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

<http://www.lib.unn.ru/>

<http://www.lib.unn.ru/er/lanj.html>

<http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (вместимость 10 человек), лабораторных занятий (вместимостью 10 человек), предусмотренных программой дисциплины. Аудитория для проведения лекционных и практических занятий (№ 309, корп. 5) оснащена оборудованием и техническими средствами обучения: переносным мультимедийным проектором, ноутбуком и выходом в сеть Интернет, доской и мелом (для разбора частных вопросов и детализации теоретических аспектов дисциплины, а также решения практических задач). Аудитория для проведения лабораторных занятий (№309, корп. 5) оснащена необходимым специализированным оборудованием для выполнения лабораторных работ: вакуумный пост, газовый хроматограф, установки для дистилляционной, экстракционной, кристаллизационной очистки веществ.

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

Авторы: Трошин Олег Юрьевич к.х.н., доцент;

Буланов Андрей Дмитриевич, д.х.н., профессор.

Заведующий кафедрой: Пермин Дмитрий Алексеевич, к.х.н.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25.05.2023 года, протокол № 7.