

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

Наночастицы в двухфазных системах

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы

Химическая технология для микроэлектроники

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина ФТД.02 Наночастицы в двухфазных системах является факультативом в образовательной программе.

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-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н-1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных ПК-2-н-2: Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н-1: Знать Классификацию наноразмерных примесей; Уметь: Определять эффективную методику очистки жидкостей от наноразмерных примесей; Владеть: Навыком расчета основных параметров процесса глубокой очистки жидкостей от наночастиц ПК-2-н-2: Знать: Виды глубокой очистки веществ от наноразмерных примесей и конструкции ректификационных и кристаллизационных аппаратов. Уметь: Анализировать и обобщать результаты информационного поиска по видам глубокой очистки веществ; Подбирать необходимые параметры процесса. Владеть: навыком выбора эффективной методики глубокой очистки	Задачи Тест	Зачёт: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	1
Часов по учебному плану	36
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	3
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

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
Введение	7	6		6	1
Глубокая очистка веществ от наночастиц дистилляционными методами	19	18		18	1
Глубокая очистка жидкостей от наночастиц кристаллизационными методами	9	8		8	1
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	36	32	0	33	3

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1.1. Введение. Классификация примесных частиц.

Тема 2.2. Глубокая очистка жидкостей методом однократной дистилляции.

Тема 2.3. Коэффициент разделения наночастиц между жидкостью и паром

Тема 2.4. Глубокая очистка жидкостей от взвешенных наночастиц в

Насадочных, тарельчатых и пленочных ректификационных колоннах. Фактор разделения

Тема 2.5. Конструкция аппарата пленочной ректификационной колонны

и методика проведения эксперимента

Тема 3.1. Принцип работы противоточной кристаллизационной колонны. Типы примесных скоплений

Тема 3.2. Фронт кристаллизации

Тема 3.3. Расчет скорости перехода частиц из расплава в кристалл

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.

-

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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

1. В 45,21г смеси сульфата и бихромата калия содержится 4.11 г сульфата. Окажется ли содержание примеси сульфата в бихромате менее 5% после однократной перекристаллизации если приготовить насыщенный при 80 °С раствор и провести его кристаллизацию при охлаждении до 0°С? Считайте, что растворимости солей такие же, как в чистой воде.

2. При охлаждении насыщенного при 100 °С раствора до 14 °С выкристаллизовалась соль массой 112 г. Сколько было взято воды и соли для перекристаллизации, если растворимость соли при 100 °С равна 52,7 г, а при 14 °С - 7,9 г?

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Задача решена без ошибок. Студент ответил на дополнительные вопросы
отлично	Задача решена без ошибок.
очень хорошо	Задача решена. Допущено несколько незначительных ошибок. Студент ответил на дополнительный вопрос
хорошо	Задача решена. Допущено несколько незначительных ошибок
удовлетворительно	Задача решена более чем на 50%
неудовлетворительно	Задача не решена. Студент имеет затруднения с формулированием хода решения
плохо	Задача не решена. Студент отказался выполнять задание

Оценка	Критерии оценивания

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

1. Концентрация в ppm это

А. 10-3 %, Б. 10-4 %, В. 10-5 %, Г. 10-6 %.

2. В порядке уменьшения концентрации примеси вещества располагаются следующим образом

А. Техн., Ч, ЧДА, ОСЧ (А,Б,С), ХЧ Б. Техн., ЧДА, Ч, ОСЧ (А,Б,С), ХЧ

В. Техн., ЧДА, Ч, ХЧ, ОСЧ (А,Б,С), Г. Техн., ХЧ, Ч, ЧДА ,ОСЧ (А,Б,С).

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Дан правильный ответ на 100% вопросов. Затраченное время на прохождение теста менее 5 минут
отлично	Дан правильный ответ чем на 100% вопросов.
очень хорошо	Дан правильный ответ более чем на 85% вопросов.
хорошо	Дан правильный ответ более чем на 70% вопросов.
удовлетворительно	Дан правильный ответ только на 50% вопросов.
неудовлетворительно	Не дан правильный ответ ни на один вопрос.
плохо	Не дан правильный ответ ни на один вопрос. Студент отказался проходить тест

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

компет							
<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	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 и несущественными 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 базовых навыков. 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 оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворитель	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена

	но	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».
	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 с указанием критериев их оценивания:

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

1. Классификация примесных частиц. Содержание примесей в высокочистых веществах
2. Концентрация частиц в чистых комнатах
3. Классификация аэрозолей
4. Проблема получения высокочистых газов
5. Кластеры, мицеллы, эмульсии

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

Основная литература:

1. Девярых 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. Базовые технологии микро- и нанoeлектроники / Воротынцев В.М., Скупов В.Д. - Москва : Проспект, 2017., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=651322&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Гельперин Нисон Ильич. Основы техники кристаллизации расплавов. - М. : Химия, 1975. - 351

с. : ил. - 1.43., 3 экз.

2. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. / Гусев А.И. - Москва : Физматлит, 2009., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=634721&idb=0>.

3. Сергеев Глеб Борисович. Нанохимия. - М. : Изд-во МГУ, 2003. - 288 с. - ISBN 5-211-04852-0 : 33.00., 1 экз.

4. Справочник химика. Т. 1 : Общие сведения. Строение вещества. свойства важнейших веществ. Лабораторная техника / [редкол.: Б. П. Никольский (гл. ред.) и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. ; Л. : Химия, [Ленингр. отд-ние], 1966. - 1071 с. : черт. - 4.74., 1 экз.

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

-

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: «Учебно-лабораторный интерактивный комплекс "Химическая технология для микроэлектроники", созданный на базе специального образовательного пространства «Опытное производство малотоннажных высокочистых веществ и материалов» для проведения практических и лабораторных занятий», предусмотренных программой, оснащенное

чистым помещениям ИСО 5 для проведение синтеза и анализа прекурсоров для микроэлектроники

высокотехнологичным оборудованием: Ректификационная колонна, "Учебно-лабораторное интерактивное оборудование ЭЛБ-150.024.01", Дистанционный счетчик частиц в жидкости (Lighthouse REMOTE LPC 0.2µm), Микроволновой реакторный прибор UWave-2000, Ротационный испаритель в комплекте с мембранным вакуумным насосом Hei-VAP Expert Control ML/G3, Heidolph, Лабораторная установка очистки воды Аквалаб AL-4 EDI, Комплекс хроматографический газовый «Хромос ГХ-1000» с набором высокочувствительных детекторов, Хроматомасс-спектрометр GCMS-QP2010 Plus, Мультиспектральный волоконно-оптический комплекс с тремя методами спектроскопии.

вычислительными ресурсами: 8 персональных компьютеров Количество ядер процессора: 6 штук, Количество потоков процессора: 12 штук, Объем кэша L3 процессора: 12 МБ, Техпроцесс процессора: 14 нм, Базовая частота процессора: 2.6 ГГц, Максимальная частота процессора: 4.4 ГГц, Суммарный объем памяти всего комплекта оперативной памяти 16 ГБ, офисное и мультимедийное оборудование, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

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 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Петухов Антон Николаевич, кандидат химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Князев Александр Владимирович, доктор химических наук.

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