

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

Специальные процессы и аппараты химической технологии

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 Б1.В.03.05 Специальные процессы и аппараты химической технологии 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, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-1-н-1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий ПК-1-н-2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	ПК-1-н-1: Знать: основные законы гидромеханических, тепловых и массообменных процессов; Уметь: решать практические задачи по расчету аппаратов для проведения гидромеханических, тепловых и массообменных процессов; Владеть: навыками анализа технической документации, подбора оборудования, подготовки заявки на приобретение и ремонт оборудования ПК-1-н-2: Знать: аппаратурное оформление технологического процесса и средства для контроля параметров процесса Уметь: осуществлять подбор оборудования для проведения технологического процесса Владеть: навыками управления параметрами технологического процесса;	Задачи	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-1-хтм: Способен	ПК-1-хтм-1: Определяет наиболее эффективные	ПК-1-хтм-1: Знать: виды процессов	Задачи	

использовать современные методы решения практических задач оптимизации технологических процессов в области инженерной химии	подходы к решению практических задач в области химии веществ высокой чистоты ПК-1-хтм-2: Определяет эффективные параметры технологических процессов современной химической промышленности	массопередачи, способы очистки веществ, механизм процессов массопереноса Уметь: составлять материальный баланс и уравнение рабочей линии массообменного процесса, рассчитывать параметры ректификации, дистилляции, экстракторов и адсорберов Владеть: Навыком выбора и определения наиболее эффективного для конкретных задач конструктивного оформления колонн ректификации, аппаратов экстракции и мембранного разделения ПК-1-хтм-2: Знать: основные процессы химического производства, принципы проектирования технологических процессов химического производства. Уметь: определять эффективные параметры технологических процессов современной химической промышленности. Владеть: Навыком экспериментальных исследований оптимизации технологических процессов современной химической промышленности		Экзамен: Контрольные вопросы
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: современное состояние и достигнутый уровень очистки веществ ректификационными, дистилляционными и мембранными методами Уметь: пользоваться информационными базами данных для поиска современных разработок Владеть: навыком обобщения результатов работы научных групп и выбора наиболее	Задания	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>перспективного решения поставленной задачи</p> <p>ПК-2-н-2:</p> <p>Знать:</p> <p>методы планирования и проведения экспериментальных исследований</p> <p>Уметь:</p> <p>проводить обработку и интерпретацию результатов экспериментальных исследований;</p> <p>Владеть:</p> <p>методами выполнения наблюдений и измерений с учетом требований техники безопасности</p>		
<p>ПК-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-3-н-1:</p> <p>Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными</p> <p>ПК-3-н-2: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p>	<p>ПК-3-н-1:</p> <p>Знать:</p> <p>методы интерпретации, обработки и систематизации экспериментальных данных</p> <p>Уметь:</p> <p>работать с научно-технической литературой и базами данных</p> <p>Владеть:</p> <p>навыками анализа научно-технической документации</p> <p>ПК-3-н-2:</p> <p>Знать:</p> <p>методы организации научно-технических работ</p> <p>Уметь:</p> <p>планировать научно-техническую деятельность</p> <p>Владеть:</p> <p>инструментами организации и планирования научно-технической деятельности</p>	Задачи	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	6

Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	36
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	36
- КСР	2
самостоятельная работа	88
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/ лабора торные работы), часы	Всего	
	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф
1. Общие сведения о массопередаче	26	6	6	12	14
2. Абсорбция	23	5	5	10	13
3. Ректификация	22	5	5	10	12
4. Экстракция	22	5	5	10	12
5. Адсорбция	22	5	5	10	12
6. Сушка	22	5	5	10	12
7. Мембранное разделение	23	5	5	10	13
Аттестация	54				
КСР	2			2	
Итого	216	36	36	74	88

Содержание разделов и тем дисциплины

- 1.1 Краткая характеристика массообменных процессов
- 1.2 Основные модели тепло и массопереноса
- 1.3 Равновесие и движущая сила массопередачи
- 2.1 Баланс абсорбции
- 2.2 Равновесие абсорбции
- 2.3 Расчет параметров аппарата
- 2.4 Основные конструкции абсорберов
- 3.1 Баланс ректификации и дистилляции

- 3.2 Равновесие ректификации и дистилляции
- 3.3 Расчет параметров ректификации и дистилляции
- 3.4 Основные конструкции колонн ректификации
- 4.1 Баланс экстракции
- 4.2 Равновесие экстракции
- 4.3 Расчет параметров экстракторов
- 4.4 Основные конструкции экстракторов
- 5.1 Баланс адсорбции
- 5.2 Равновесие адсорбции
- 5.3 Расчет параметров адсорберов
- 5.4 Основные конструкции адсорберов
- 6.1 Баланс сушки
- 6.2 Равновесие сушки
- 6.3 Расчет параметров сушилок
- 6.4 Основные конструкции сушилок
- 7.1 Баланс и равновесие мембранного разделение
- 7.2 Параметры оборудования для мембранного разделения
- 7.3 Конструктивное оформление мембранного разделения

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 18 ч.

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.

Петьков Владимир Ильич. Химические реакторы : учебно-методическое пособие / В. И. Петьков, А. К. Корытцева ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 71 с. - Текст : электронный.

Трошин Олег Юрьевич. Дистилляционные методы очистки веществ : учебно-методическое пособие / О. Ю. Трошин, А. Д. Буланов ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2015. - 18 с. - Текст : электронный.

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-1-н:

Задача 1

Определить диаметр проходного канала трубы, транспортирующей воду(или другую среду) при заданном расходе и температуре (пример: расход 2 кг/с, температура 60 °C)

Задача 2

Выполнить расчет гидравлического сопротивления трубопровода, диаметром 25 мм, с 10 поворотами, длиной 50 м. Расход жидкости 0,2 м³/с..

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1-хтм:

Задача 1

Провести расчет ректификационной колонны для разгонки смеси спирт-вода, исходным расходом 10 кг/с, $X_F = 0,4$, $X_W = 0,9$, $X_{W'} = 0,05$

Задача 2

Провести расчет ректификационной колонны для разгонки смеси этанол-ацетон, исходным расходом 10 кг/с, $X_F = 0,4$, $X_W = 0,9$, $X_{W'} = 0,05$

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

Задача 1

Оценить погрешность экспериментальных данных, выбрав и обосновав самостоятельно методику обработки результатов измерений

Задача 2

Обработать массив экспериментальных данных с получением гладкой аппроксимации измеренных величин

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonстрированы все основные знания и умения, решены все задачи в полном объеме без недочетов. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
отлично	Продemonстрированы все основные знания и умения, решены все задачи в полном объеме с отдельными несущественным недочетами.
очень хорошо	Уровень знаний требуемый для решения задач в полном объеме. Допущено несколько несущественных ошибок. Продemonстрированы все основные умения. Решены все задачи.
хорошо	Продemonстрированы все основные умения. Решены все задачи с негрубыми ошибками в полном объеме, но некоторые с недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований для решения задачи. Имели место грубые ошибки. При решении задач не продemonстрированы основные умения и базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала, требуемого для решения задачи. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа

Оценка	Критерии оценивания
	обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений, требуемых для решения задачи.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

Задание 1. Применение аппроксимации при расчетах процессов

Задание 2. Применение линейной интерполяции при проведении расчетах процессов и аппаратов

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonстрированы все основные знания и умения, требуемые для выполнения задания. Задание выполнено в полном объеме без недочетов. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных заданий
отлично	Продemonстрированы все основные знания и умения, требуемые для выполнения задания. Решены все задания в полном объеме с отдельными несущественным недочетами.
очень хорошо	Уровень знаний требуемый для выполнения задания в полном объеме. Допущено несколько несущественных ошибок. Продemonстрированы все основные умения. Решены все задания.
хорошо	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все задания с негрубыми ошибками в полном объеме, но некоторые с недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Решены типовые задания с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований для выполнения заданий. Имели место грубые ошибки. Не продemonстрированы основные умения и базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала, требуемого для выполнения заданий. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений.

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	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».
	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».
	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-1-н

1. Равновесие при абсорбции. Материальный баланс абсорбции.
2. Уравнение рабочей линии процесса абсорбции при противотоке и прямотоке фаз, рециркуляцией абсорбента.
3. Материальный баланс абсорбции. Определение рабочего расхода абсорбента.
4. Дистилляция и ректификация. Фазовое равновесие в системе жидкость-пар.
5. Простая и фракционная перегонка. Материальный баланс.
6. Ректификация. Допущения, принятые при рассмотрении процесса. Материальный баланс.
7. Уравнение рабочих линий для укрепляющей и исчерпывающей части ректификационной колонны.
8. Минимальное и действительное флегмовое число при расчете ректификации.
9. Материальный и тепловой балансы ректификационной колонны.
10. Экстракция. Принципиальные схемы экстракции. Равновесие в системе жидкость-жидкость.
11. Материальный баланс экстракции. Принципиальные схемы однократной и многократной экстракции.
12. Адсорбция. Промышленные адсорбенты и их основные характеристики.
13. Равновесие в процессах адсорбции. Скорость адсорбции. Уравнение Шилова.
14. Расчет периодических и непрерывно действующих адсорберов.
15. Сушка. Параметры влажного воздуха. I-X диаграмма влажного воздуха.
16. Изображение процессов изменения состояния воздуха на I-X диаграмме (нагревание, охлаждение, сушка, смешение).
17. Равновесие в процессах сушки. Формы связи влаги с материалом.

18. Материальный баланс сушки. Баланс влаги в сушильном агенте.
19. Тепловой баланс конвективной сушилки. Теоретическая сушилка.
20. Тепловой баланс контактной сушилки.
21. Скорость сушки. Испарение влаги с поверхности и ее перемещение внутри материала.
22. Сущность процесса мембранного разделения смесей. (Основные характеристики, обратный осмос, ультрафильтрация, испарение через мембрану, диализ, электродиализ, диффузионное разделение газов.)
23. Мембраны. Кинетика процессов мембранного разделения смесей. Влияние различных факторов на процесс мембранного разделения смесей.

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

1. Расчет основных размеров массообменных аппаратов с непрерывным контактом фаз.
2. Расчет основных размеров массообменных аппаратов с ступенчатым контактом фаз.
3. Экономия энергии в ректификационных установках.
4. Варианты процесса сушки. Достоинства и недостатки вариантов.

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

1. Виды процессов массопередачи. Схема процесса переноса вещества. Фазовое равновесие.
2. Материальный баланс и уравнение рабочей линии массообменного процесса.
3. Диффузионный и конвективный перенос вещества. Механизм процессов массопереноса.
4. Массоотдача. Уравнение массоотдачи. Критериальное уравнение массоотдачи.
5. Массопередача. Уравнение массопередачи. Уравнение аддитивности фазовых сопротивлений.
6. Средняя движущая сила процессов массопередачи.
7. Модифицированные уравнения массопередачи.

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

Классификация основных процессов химической технологии. Основные общие характеристики процессов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продemonстрированы навыки при решении нестандартных

Оценка	Критерии оценивания
	задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. 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 ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

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

Основная литература:

1. Холланд Чарльз Д. Многокомпонентная ректификация / пер. с англ. Б. Ц. Генкиной ; под ред. В. М. Платонова. - М. : Химия, 1969. - 351 с. : черт. - 1.53., 1 экз.
2. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 1 : учебник для вузов / Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А., Захаренко В. В., Зиновкина Т. В., Таран А. Л., Костанян А. Е.; Захаров М. К., Носов Г. А., Захаренко В. В., Зиновкина Т. В., Таран А. Л., Костанян А. Е. - 10-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 916 с. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-507-46494-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=860886&idb=0>.
3. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 2 : учебник для вузов / Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А., Захаренко В. В., Зиновкина Т. В., Таран А. Л., Костанян А. Е. - 10-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 876 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-507-47219-

2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=876921&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Поникаров И. И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки : учебник для вузов / Поникаров И. И., Гайнуллин М. Г.; Гайнуллин М. Г. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 604 с. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-507-46914-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=863709&idb=0>.

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

Не используется

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: «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 помещением ИСО 5 для проведения 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
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, специализированным прикладным программным обеспечением: 1. Программа «ПАССАТ-базовый» (учебная версия) 2. AutoDesk – AutoCAD, Inventor (учебная версия) 3. Компас-график, Компас-3D (учебная версия) 4. CODESYS — инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации (бесплатная версия).
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.