

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 № 12 от 09.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

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, очно-заочная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.04 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;	Тест	Экзамен: Контрольные вопросы

<p><i>ПК-1-хтм:</i> Способен использовать современные методы решения практических задач оптимизации технологических процессов в области инженерной химии</p>	<p><i>ПК-1-хтм.2: ПК-1-хтм-2</i> Определяет эффективные параметры технологических процессов современной химической промышленности</p>	<p><i>ПК-1-хтм.2:</i> 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</p>	<p>Задачи</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>
<p><i>ПК-2-н:</i> Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках</p>	<p><i>ПК-2-н.2:</i> Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в области инженерной химии и химической технологии материалов микроэлектронной техники</p>	<p><i>ПК-2-н.2:</i> Знать: методы планирования и проведения экспериментальных исследований Уметь: проводить обработку и интерпретацию результатов экспериментальных исследований; Владеть: методами выполнения наблюдений и измерений с учетом требований техники безопасности</p>	<p>Задания</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>
<p><i>ПК-3-н:</i> 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><i>ПК-3-н.1:</i> Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными <i>ПК-3-н.2:</i> Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p>	<p><i>ПК-3-н.1:</i> Знать: методы интерпретации, обработки и систематизации экспериментальных данных Уметь: работать с научно-технической литературой и базами данных Владеть: навыками анализа научно-технической документации <i>ПК-3-н.2:</i> Знать: методы организации научно-технических работ</p>	<p>Задания</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

		<p>Уметь:</p> <p>планировать научно-техническую деятельность</p> <p>Владеть:</p> <p>инструментами организации и планирования научно-технической деятельности</p>		
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	5	5
Часов по учебному плану	180	180
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	32	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32	32
- КСР	2	2
самостоятельная работа	60	78
Промежуточная аттестация	54 экзамен	36 экзамен

3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование и краткое содержание 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					
	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о		
Гидромеханические процессы	62	71	16	16	16	16	32	32	30	39		
Тепловые процессы	62	71	16	16	16	16	32	32	30	39		
Аттестация	54	36										
КСР	2	2							2	2		
Итого	180	180	32	32	32	32	66	66	60	78		

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 - 16 ч., очно-заочная форма обучения - 16 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс:

Корытцева А.К., Петьков В.И. Промышленные химико-технологические процессы

<https://mooc.unn.ru/course/view.php?id=68>.

- учебно-методические пособия

1. Петьков В.И., Корытцева А.К. Химические реакторы: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2013. – 75 с.

2. Клапшин Ю.П., Щелоков И.А. Теплообменные процессы в химической технологии. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – 24 с.

3. Корытцева А.К. Тепловые режимы химических реакторов: Учебно-методическое пособие. – – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 48 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 - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Укажите уравнение для расчета средней скорости жидкости:

1	$... = \frac{Q}{S}$
2	$... = w \rho S$
3	$... = w S$
4	$... = \rho g H$

2. При увеличении числа

оборотов рабочего колеса центробежного насоса в 2 раза, напор насоса

1	Не изменится
2	Увеличится в 2 раза
3	Увеличится в 4 раза
4	Увеличится в 8 раз

3. Укажите уравнение фильтрации при постоянной разности давлений

1	$\frac{dV}{S d\tau} = \frac{\Delta p}{\mu(R_{oc} + R_{\phi n})}$
2	$q^2 + 2 \frac{R_{\phi n}}{r_0 x_0} q = 2 \frac{\Delta p}{\mu r_0 x_0} \tau$
3	$\Delta p = \mu r_0 W^2 \tau + \mu R_{\phi n} W$
4	$\frac{V}{S \tau} = \frac{\Delta p}{\mu(r_0 h_{oc} + R_{\phi n})}$

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент верно выполнил 60% и более тестовых заданий за отведенное время
не зачтено	Студент верно выполнил менее 60% тестовых заданий за отведенное время

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

Задача 1. Закрытая емкость с плоским дном заполнена водой на высоту 3,2 м. Определить давление (в Па) на дно емкости, если избыточное давление воздуха над поверхностью жидкости в емкости составляет 10^5 Па.

Задача 2. Определить гидравлическое сопротивление (в Па) нормального вентиля при течении через него воды со скоростью 1,1 м/с. Коэффициент местного сопротивления нормального вентиля $\zeta_{мс} = 8,6$.

Задача 3. Какой гидродинамический режим наблюдается при движении воды со скоростью 0,7 м/с по трубопроводу 25х2 мм? Коэффициент динамической вязкости воды равен $1 \cdot 10^{-3}$ Па·с.

Задача 4. Какой расчетный размер квадратного воздухопровода необходим для перекачивания газа с объемным расходом 28700 м³/ч со скоростью 14 м/с?

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 обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений, требуемых

Оценка	Критерии оценивания
	для решения задачи.

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

В сушилку поступает G_H (кг/ч) влажного материала с начальной влажностью ω_H (в % от общей массы влажного материала), конечная влажность материала ω_K (в % от общей массы влажного материала). Сушилка работает по нормальному варианту. Начальные параметры свежего атмосферного воздуха на входе в калорифер t_0 и ϕ_0 . На выходе из сушилки температура воздуха t_2 и относительная влажность ϕ_2 . Сумма всех потерь теплоты (на нагрев материала, нагрев транспортных устройств, потери в окружающую среду) составляет 12% от расхода теплоты в теоретической сушилке. Требуется: а) Составить схему сушильной установки и указать её составные элементы. б) Изобразить процесс теоретической сушки в I – Π диаграмме.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

Двухкомпонентная смесь разделяется под атмосферным давлением в ректификационной колонне. Количество исходной смеси подаваемой в колонну GF (кг/ч) и содержание НК компонента в ней x_f (% масс). Содержание НК в дистилляте x_d (% масс), в кубовом остатке x_w (%масс). Требуется: а) Составить схему ректификационной установки и указать её составные элементы; б) Привести краткое описание схемы установки и принцип её работы; в) Рассчитать материальные потоки в аппарате (расход питания, дистиллята и кубового остатка).

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Задание выполнено на 100%. Дан верный ответ на 2 вопроса, без недочетов. Даны обширные ответы с обоснованиями. Студент обладает знаниями и умениями требуемыми для решения заданий, без использования дополнительных материалов.
отлично	Задание выполнено на 100%. Дан верный ответ на 2 вопроса, без недочетов. Студент обладает знаниями и умениями требуемыми для решения заданий, без использования дополнительных материалов.
очень хорошо	Задание выполнено более чем на 80%. Дан верный ответ на 2 вопроса, без недочетов. Студент проявил умения, требуемые для поиска нужного материала для решения задания.
хорошо	Задание выполнено более чем на 50%, но менее чем на 80%. Дан верный ответ на 2 вопроса, но с недочетами. Студент проявил умения, требуемые для поиска нужного материала для решения задания.
удовлетворительно	Задание выполнено более чем на 20%, но менее чем на 50%. Дан верный ответ только на 1 вопрос. Студент имеет затруднения при ответе, однако проявил умения, требуемые для поиска нужного материала для решения задания.

Оценка	Критерии оценивания
неудовлетворительно	Задание выполнено менее чем на 20%. Полностью верный ответ не дан ни на один вопрос. Студент не проявил знаний и умений, требуемых для поиска нужного материала для решения задания.
плохо	Задание не выполнено. Полностью верный ответ не дан ни на один вопрос. Студент не проявил знаний и умений, требуемых для поиска нужного материала для решения задания.

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 отдельным 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые	Имеется минимальный набор навыков для	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрирован творческий подход к решению

	навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	навыки. Имели место грубые ошибки	решения стандартных задач с некоторым и недочетами	стандартных задач с некоторым и недочетами	стандартных задач без ошибок и недочетов	нестандартных задач без ошибок и недочетов	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

5.3.1 Задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
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»

Оценка	Критерии оценивания
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»
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»

Контрольные вопросы - Экзамен

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация основных процессов химической технологии. Основные общие характеристики процессов. 2. Основные понятия и характеристики движения жидкости. 3. Основы теории подобия. Теоремы подобия. 4. Основы теории подобия. Критерии подобия. 5. Основы теории подобия. Критериальное уравнение гидродинамики. 6. Метод анализа размерностей. 	ПК-3-н
<ol style="list-style-type: none"> 7. Основное уравнение гидростатики. 8. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. 9. Практическое приложение уравнения Бернулли (принципы измерения скорости и расхода жидкости). 10. Практическое приложение уравнения Бернулли (истечение жидкости при постоянном уровне жидкости в сосуде). 11. Гидравлическое сопротивление при движении жидкостей по трубопроводам. 12. Движение жидкости через стационарный пористый слой твердых частиц. 13. Гидродинамика псевдоожиженного слоя. Пневмотранспорт частиц. 14. Способы перемешивания, их достоинства и недостатки, области применения. Мощность потребляемая при механическом перемешивании. Расход газа и его давление при пневматическом 	ПК-2-н

перемешивании. Затраты энергии при использовании вставок и насосов.

15. Классификация неоднородных систем. Основные методы разделения неоднородных систем.
16. Материальный баланс процесса разделения неоднородной системы.
17. Отстаивание. Скорость осаждения частиц под действием силы тяжести.
18. Фильтрация суспензий. Свойства осадков. Фильтровальные перегородки. Режимы работы фильтров.
19. Уравнение фильтрации при постоянной разности давлений.
20. Уравнение фильтрации при постоянной скорости процесса.
21. Уравнение фильтрации при постоянной разности давлений и скорости. Операция промывки.
22. Продолжительность цикла фильтрации при разделении суспензий. Определение необходимой поверхности фильтра.
23. Порядок подбора фильтра для фильтрации суспензии.
24. Центрифугирование. Центробежная сила и фактор разделения.
25. Упрощенный метод расчета производительности отстойной центрифуги.
26. Упрощенный метод расчета производительности фильтрующей центрифуги.
27. Разделение газовых неоднородных систем под действием электрических сил.
28. Способы очистки газов, их достоинства и недостатки, сравнительная характеристика.
29. Основные параметры насосов.
30. Напор насоса.
31. Высота всасывания насоса. Кавитация.
32. Производительность поршневых насосов. Характеристика поршневого насоса. Графики подачи насосов.
33. Основное уравнение ц/б машин Эйлера. Влияние формы лопаток на напор центробежного насоса. Законы пропорциональности ц/б машин. Характеристики ц/б насосов. Работа ц/б насосов на сеть. Совместная работа насосов на сеть.
34. Регулирование производительности ц/б насосов. Достоинства и недостатки ц/б насосов.
35. Классификация компрессорных машин.
36. Процессы сжатия газа (изотермический, адиабатический, политропический). Удельные затраты энергии на сжатие. Изображение процессов сжатия в P-V и T-S координатах.
37. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора.
38. Многоступенчатое сжатие с охлаждением газа между ступенями. Изображение в P-V и T-S координатах.
39. Регулирование производительности поршневых компрессоров. Достоинства и недостатки поршневых компрессоров.

40. Регулирование производительности ц/б машин для сжатия и перемещения газов. Достоинства и недостатки ц/б машин для сжатия и перемещения газов.	
41. Способы распространения тепла. Схема процесса переноса тепла. Тепловые балансы. 42. Передача тепла теплопроводностью. Теплопроводность плоской стенки. 43. Передача тепла теплопроводностью. Теплопроводность цилиндрической стенки. 44. Тепловое излучение. Законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа. 45. Передача тепла конвекцией. Закон теплоотдачи. Уравнения подобия конвективного теплообмена. 46. Теплопередача. Основное уравнение. Теплопередача через плоскую стенку. Уравнение аддитивности термических сопротивлений. 47. Средняя разность температур при теплообмене. 48. Взаимное направление движения теплоносителей, его выбор. 49. Принципы теплового расчета кожухотрубчатого теплообменника. 50. Принципы теплового расчета конденсаторов паров. 51. Тепловая изоляция. Расчет тепловой изоляции. 52. Нагревающие агенты, способы нагрева и области применения. 53. Однокорпусное выпаривание. Материальный и тепловой балансы. 54. Полезная разность температур при выпаривании. Расчет поверхности нагрева одного корпуса. 55. Многокорпусное выпаривание. Материальный и тепловой балансы. 56. Общая полезная разность температур при выпаривании. Распределение общей полезной разности температур при условии равенства поверхности нагрева корпусов. 57. Общая полезная разность температур при выпаривании. Распределение общей полезной разности температур при условии минимальной суммарной поверхности нагрева корпусов. 58. Многокорпусное выпаривание. Схемы многокорпусных установок. Выбор числа корпусов. 59. Материальный и тепловой балансы изотермической кристаллизации. 60. Материальный и тепловой балансы изогидрической кристаллизации.	ПК-1-н
61. Общие принципы теплового расчета теплообменников. 62. Практическое приложение основного уравнения гидростатики (принцип сообщающихся сосудов, пневматическое измерение количества жидкости в резервуарах, гидростатические машины, давление жидкости на дно и стенки сосуда). 63. Расчет диаметра трубопроводов. Оптимальный диаметр трубопровода. 64. Расчет отстойника. 65. Регулирование производительности поршневых насосов. Достоинства и недостатки поршневых насосов 66. Производительность поршневого компрессора. 67. Способы интенсификации теплообмена.	ПК-1-хтм-2

- | | |
|------------------------------------------------------------------|--|
| 68. Охлаждающие агенты, способы охлаждения и области применения. | |
| 69. Экономия тепла при выпаривании. | |

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

Основная литература:

1. Касаткин Андрей Георгиевич. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. для вузов. - Изд. 10-е, стер., дораб. Перепеч. с изд. 1973 г. - М. : Альянс, 2004. - 753 с. - ISBN 5-98535-004-5 : 981.00.
2. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) / Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. - Москва : Химиздат, 2010.

Дополнительная литература:

1. Дьяконов В. Г. Основы теплопередачи и массообмена / Дьяконов В. Г., Лонцаков О. А. - Казань : КНИТУ, 2015. - 244 с. - Книга из коллекции КНИТУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-7882-1813-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=825613&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 (интерактивная доска), техническими средствами обучения, а также компьютерной техникой (корп.2, ауд. 152).

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 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Воротынцев Андрей Владимирович, кандидат химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Маркин Алексей Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии (протокол № 1 от 29 сентября 2022 г.)