



Вобликова Т.В.
2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

Теоретические основы технологии неорганических веществ и материалов

по направлению подготовки

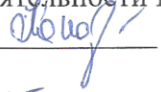
18.03.01 Химическая технология

направленность (профиль)

Технология неорганических веществ

СОГЛАСОВАНО

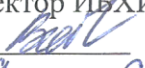
Начальник отдела обеспечения
деятельности ИБХИ

 Т.Н. Кондратьева

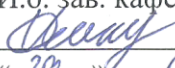
« 05 » 06 2023 г.

Разработали

директор ИБХИ

 Вобликова Т.В.
« 29 » 05 2023 г.

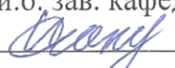
И.о. зав. кафедрой ФПХ

 Исаков В.А.
« 29 » 05 2023 г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № 9 от « 31 » 05 2023 г.

и.о. зав. кафедрой ФПХ

 Исаков В.А.

« 31 » 05 2023 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины: формирование компетентности студентов в области теоретических основ технологии неорганических веществ.

Задачи:

1. изучить теоретические основы гидромеханических процессов технологии неорганических веществ;
2. изучить теоретические основы тепловых процессов технологии неорганических веществ;
3. изучить теоретические основы массообменных процессов технологии неорганических веществ.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина к вариативной части учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 18.03.01 Химическая технология и профилю Технология неорганических веществ (далее – ОПОП). В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках следующих дисциплин (модулей, практик): общая и неорганическая химия и аналитическая химия. Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения следующих дисциплин (модулей, практик): технология связанного азота, технология минеральных удобрений и солей, моделирование химико-технологических процессов.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

Профессиональные компетенции:

ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, в том числе наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами.

Таблица 1 – Результаты освоения учебной дисциплины:

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, в том числе наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами	ПК-1.1 Знать принципы организации химического производства, свойства сырья и выпускаемой продукции; понятия теории управления технологическими процессами; аппаратное оснащение процессов химической технологии и методов их моделирования; особенности технологического процесса, регламента	ПК-1.2 Уметь осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса	ПК-1.3 Владеть методами определения и моделирования технологических режимов работы оборудования, методами измерения основных параметров технологического процесса; управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов

	и технических средств, которые необходимы для контроля и управления технологическим процессом		
--	---	--	--

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения:

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		5 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	4
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	78	78
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ)	0	0
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	66	66
5. Промежуточная аттестация (диф. зачет) (АЧ)	экзамен	экзамен

4.1.2 Трудоемкость учебной дисциплины для заочной формы обучения:

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		5 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	4
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	52	52
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ)	0	0
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	92	92
5. Промежуточная аттестация (диф. зачет) (АЧ)	экзамен	экзамен

4.2 Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Гидромеханические процессы

1.1 Введение

Предмет и задачи курса «теоретические основы технологии неорганических веществ и материалов». Классификация основных процессов. Материальные и энергетические расчеты. Размерность физических величин. Термодинамические свойства веществ.

1.2 Гидростатика

Понятие о реальной и идеальной жидкостях. Механические характеристики и основные свойства жидкостей. Силы, действующие на жидкость. Гидростатическое давление. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения. Сила давления на дно и стенки сосуда. Закон Архимеда и его практические приложения.

1.3 Гидродинамика

Внутренняя, внешняя и смешанные задачи гидродинамики. Стационарные и нестационарные потоки. Субстанциальная производная скорости. Вязкость. Физическая сущность вязкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Влияние температуры и давления на вязкость жидкостей и газов. Режимы движения жидкостей.

Дифференциальное уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения движений идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальных и реальных жидкостей. Практические приложения уравнения Бернулли. Турбулентное движение. Турбулентные касательные напряжения. Полуэмпирическая теория турбулентности Прандтля. Структура турбулентного потока.

1.4 Теория подобия и метод анализа размерностей

Пути исследования процессов химической технологии. Основы теории подобия. Условия и теоремы подобия. Принципы аналогии и математического моделирования. Основные принципы метода анализа размерностей. Гидродинамическое подобие.

Раздел 2. Тепловые процессы

2.1 Теплопроводность

Температурное поле. Изометрические поверхности. Температурный градиент. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Стационарная и нестационарная теплопроводность. Граничные условия 1, 2, 3 и 4-го рода. Уравнения Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплопроводности. Стационарный одномерный поток тепла через однослойную и многослойную плоскую и цилиндрическую стенку.

2.2 Конвективный перенос тепла

Конвективный теплообмен. Уравнение конвективно-кондуктивного переноса теплоты. Тепловой пограничный слой. Взаимосвязь профилей температур и скоростей. Массовая сила, возникающая при наличии разности плотностей в потоке жидкости. Теплоотдача при естественной и вынужденной конвекции. Другие виды конвективной теплоотдачи. Критерии теплового подобия.

2.3 Теплопередача

Коэффициент теплопередачи для плоской и цилиндрической стенки. Основное уравнение теплопередачи. Движущая сила процесса (средняя разность температур теплоносителей). Взаимное направление движения теплоносителей (прямоток, противоток, смешанный ток, перекрестный ток), его оптимальный выбор и влияние на среднюю разность температур. Итерационный и поинтервальный методы расчета теплового потока в теплообменном аппарате. Оптимизация теплообменных аппаратов.

Раздел 3. Массообменные процессы

3.1 Законы фазового равновесия

Концентрационное равновесие. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процессов массопереноса, их обратимость. Кинетика массообменных процессов. Механизмы переноса массы. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массоотдачи. Движущая сила процесса.

3.2 Массопередача

Уравнение массопередачи. Коэффициенты массопередачи и их выражения. Связь между коэффициентами массопередачи и коэффициентами массоотдачи. Средняя движущая сила процессов массопередачи. Влияние гидродинамической структуры потоков на величину средней движущей силы массопередачи.

3.3 Молекулярная диффузия

Закон Фика. Дифференциальное уравнение молекулярной диффузии. Дифференциальное уравнение переноса массы в потоке. Турбулентная диффузия. Диффузионный пограничный слой. Теоретические модели переноса массы. Критерии диффузионного подобия.

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)				Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР			
1.	УЭМ 1. Гидромеханические процессы	8	7	0	3	22	КР1, КЛ1
2.	УЭМ 2. Тепловые процессы	6	7	0	3	22	КР2, КЛ2
3.	УЭМ 3. Массообменные процессы	7	7	0	2	22	КР3, КЛ3
	Промежуточная аттестация	Экзамен					
	ИТОГО	21	21	0	8	66	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
	Раздел 1. Гидромеханические процессы	
1.	Раздел № 1.1 Введение (лекция-презентация)	2
2.	Раздел № 1.2 Гидростатика (лекция-презентация)	2
3.	Раздел № 1.3 Гидродинамика (лекция-презентация)	2
4.	Раздел № 1.4 Теория подобия и метод анализа размерностей (лекция-презентация)	2
	Раздел 2. Тепловые процессы	
5.	Раздел № 2.1 Теплопроводность (лекция-презентация)	2
6.	Раздел № 2.2 Конвективный перенос тепла (лекция-презентация)	2
7.	Раздел № 2.3 Теплопередача (лекция-презентация)	2
	Раздел 3. Массообменные процессы	
8.	Раздел № 3.1 Законы фазового равновесия (лекция-презентация)	2
9.	Раздел № 3.2 Массопередача (лекция-презентация)	2
10.	Раздел № 3.3 Молекулярная диффузия (лекция-презентация)	3
	ИТОГО	21

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
1.	Термодинамические свойства веществ (решение задач)	1
2.	Основы гидравлики (решение задач)	2
3.	Гидростатика (решение задач)	2
4.	Гидродинамика (решение задач)	2
5.	Теория подобия и метод анализа размерностей (решение задач)	2
6.	Теплопроводность (решение задач)	2
7.	Конвекция (решение задач)	2
8.	Теплопередача (решение задач)	2
9.	Фазовые равновесия (решение задач)	2
10.	Массопередача (решение задач)	2
11.	Молекулярная диффузия (решение задач)	2
	ИТОГО	21

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечения учебной дисциплины представлено в Приложении

Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения	
1.	Наличие специальной аудитории	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)	
2.	Мультимедийное оборудование	Проектор, компьютер, экран	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Антиплагиат. Вуз. *		Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
MS Office 365		Безвозмездно передаваемое ВУЗам	-
Adobe Acrobat		свободно распространяемое	-
Teams		свободно распространяемое	-
Skype		свободно распространяемое	-
Zoom		свободно распространяемое	-
«Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Education Renewal. 250-499 Node 1 year License» /1 год *		Договор №158/ЕП(У)22-ВБ	21.09.2022
* отечественное производство			

Приложение А
Фонд оценочных средств учебной дисциплины
Теоретические основы технологии неорганических веществ и материалов

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 – Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Контрольная работа 1	1.1 Введение	25	ПК-1
2.	Коллоквиум 1	1.2 Гидростатика 1.3 Гидродинамика 1.4 Теория подобия и метод анализа размерностей	25	
3.	Контрольная работа 2	2.1 Теплопроводность	25	
4.	Коллоквиум 2	2.2 Конвективный перенос тепла 2.3 Теплопередача	25	
5.	Контрольная работа 3	3.1 Законы фазового равновесия 3.2 Массопередача	25	
6.	Коллоквиум 3	3.3 Молекулярная диффузия	25	
Промежуточная аттестация				
	Экзамен		50	
	ИТОГО		200	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.2 – Контрольная работа

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Количество правильно решенных задач: 1 задача – 6 баллов	10	5

Пример контрольной работы 1:

1. Рассчитать с помощью уравнения Ван-дер-Ваальса объемы насыщения пропана при температуре 300К.
2. Вычислить плотность воздуха при 120°C и избыточном давлении 3 ат. Атмосферное давление 760 мм рт. ст.
3. Сравнить значения кинематической вязкости воды и воздуха при 80°C при атмосферном давлении.

4. Найти критическую скорость в прямой трубе диаметром 40х2 мм для воздуха при 30°C и давлении 0,1 МПа.

На трубопроводе с внутренним диаметром 150 мм имеется плавный переход на диаметр 80 мм. По трубопроводу подается 1500 м³/ч этана при 45°C. Открытый в атмосферу U-образный водяной манометр, установленный на широкой части трубопровода, показывают избыточное давление в трубопроводе, равное 50 мм рт. ст. Каково будет показание такого же манометра на узкой части трубы?

Таблица А.3 – Коллоквиум

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Количество правильных ответов на вопросы и правильно решенных задач: 1 задание – 5 баллов	10	5

Пример коллоквиума 1:

1. Каково физическое содержание закона сохранения количества движения?
2. Сформулируйте закон внутреннего трения Ньютона. Раскройте понятия динамической и кинематической вязкости.
3. Удельный вес нефти 0,79. Определите плотность нефти.
4. Определите кинематический коэффициент вязкости этана при температуре 60°C и давлении 7,3 кг/см³.
5. Определите динамический коэффициент вязкости смеси газов, имеющий состав: O₂ – 21%, CO₂ – 1%, N₂ – 68% (по объему). Температура газов 200°C, давление 1,5 кг/см².

Приложение Б
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения учебной дисциплины
Теоретические основы технологии неорганических веществ и материалов

Таблица 1 – Основная литература*

<i>Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)</i>	<i>Кол. экз. в библ. НовГУ</i>	<i>Наличие в ЭБС</i>
Печатные источники		
1 Сугак А. В. Процессы и аппараты химической технологии : учеб. пособие. – Москва: Академия, 2005. – 223,[1]с. : ил. – (Федеральный комплект учебников, Профессиональное образование. Нефтегазовая промышленность). – Библиогр.: с. 220-221. – ISBN 5-7695-2033-7 : (в пер.)	5	
2 Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов : учеб. для вузов / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампи. – 2-е изд., перераб. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 447, [1] с. : ил. – (Учебники для вузов, Специальная литература). – Библиогр. в конце гл. – Указ.: с. 440-446. – Доступ к электрон. версии этой кн. на www.e.lanbook.com . – ISBN 978-5-8114-1478-9	10	
Электронные ресурсы		
1 Козадерова, О. А. Задачи и упражнения по химической технологии неорганических веществ : учебное пособие / О. А. Козадерова, С. И. Нифталиев, К. Б. Ким. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. — 60 с. — ISBN 978-5-00032-418-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/95368.html		Юрайт

Таблица 2 – Дополнительная литература

<i>Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)</i>	<i>Кол. экз. в библ. НовГУ</i>	<i>Наличие в ЭБС</i>
Печатные источники		
1 Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. для вузов. – 14-е изд., стер. – Москва : Альянс, 2008. – 750,[2]с. : ил. – Библиогр.: с. 715-718. – Указ.: с. 719-750. – Перепечатка с 9 изд. 1973 г. – ISBN 978-5-903034-33-8 : (в пер.)	1	
2 Игнатенков В.И. Примеры и задачи по общей химической технологии : учеб. пособие для вузов. – Москва : Академкнига, 2006. – 198с. : ил. – Библиогр.: с. 195. – В тексте: Является дополнением к учеб. "Общая химическая технология"; На обл.: Учебное пособие для вузов. – ISBN 5-94628-148-8. – ISBN 978-5-946-28148-5.	6	
Электронные ресурсы		
1 Химико-технологические процессы : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Комиссаров, М. Б. Глебов, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 340 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09169-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/515192		Юрайт

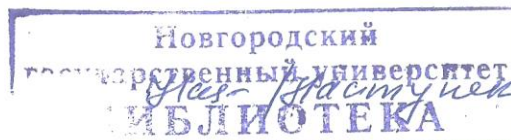
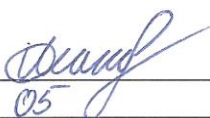


Таблица 3 – Информационное обеспечение

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор от 17.12.2014 № БТ-46/11	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
ЭБС «Электронная библиотечная система Новгородского государственного университета» (ЭБС НовГУ). Универсальный ресурс. Внутривузовские издания НовГУ.	Договор № 230 от 30.12.2022 с ООО «КДУ»	бессрочный
ЭБС «Лань» Единая профессиональная база данных для классических вузов – Издательство Лань «ЭБС» ЭБС ЛАНЬ	Договор от 23.12.2022 № 28/ЕП(У)22 с ООО «Издательство ЛАНЬ»	01.01.2023-31.12.2023
ЭБС «ЛАНЬ» Универсальный ресурс	Договор от 09.11.2020 № СЭБ НВ–283 с ООО «ЭБС ЛАНЬ»	09.11.2020 - 31.12.2023
«ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru Универсальный ресурс.	Договор от 23.12.2022 № 25/ЕП(У)22 с ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	01.01.2023 - 31.12.2023
«Национальная электронная библиотека» Универсальный ресурс.	Договор от 14.03.2022 № 101/НЭБ/2338-п с ФБГУ «Российская Государственная библиотека»	14.03.2022 - 14.03.2027
Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина https://www.prilib.ru/	в открытом доступе	-
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-
Справочно-правовая система КонсультантПлюс (КонсультантПлюс студенту и преподавателю) www.consultant.ru/edu/	в открытом доступе	-

И.о. зав. кафедрой

« 31 »



В.А. Исаков

2023 г.

Рабочая программа актуализирована на 20__ / 20__ учебный год.
 Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ____ заседания кафедры от «____» _____ 20__ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
 Протокол № ____ заседания кафедры от «____» _____ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

[illegible]