

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Институт биотехнологии и химического инжиниринга

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИБХИ


Вобликова Т.В.
« 22 » декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебного модуля

Избранные главы химической технологии

по направлению подготовки

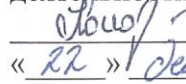
18.04.01 Химическая технология

направленности (профилю)

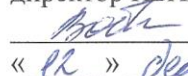
Технология неорганических веществ и функциональных материалов

СОГЛАСОВАНО

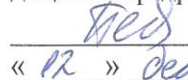
Начальник отдела обеспечения
деятельности ИБХИ

 Кондратьева Т.Н.
« 22 » декабря 2022 г.

Разработал
директор ИБХИ

 Вобликова Т.В.
« 22 » декабря 2022 г.

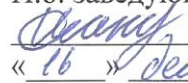
доцент кафедры ФПХ

 Петухова Е.А.
« 22 » декабря 2022 г.

Принято на заседании кафедры ФПХ

Протокол № 318 от « 26 » 12 2022 г.

И.о. заведующего кафедрой

 Исаков В.А.
« 26 » декабря 2022 г.

1 Цели и задачи освоения учебного модуля

Целью освоения учебного модуля: является формирование системы знаний о химических и технических аспектах химической промышленности с учетом сырьевых и энергетических затрат. Дисциплина «Избранные главы химической технологии» формирует понимание современных проблем науки, техники и технологии в области химической технологии неорганических веществ и функциональных материалов, приобретение необходимых знаний для решения существующих проблем.

Задачи: формирование знаний, умений и навыков в следующих направлениях:

а) расширение теоретических знаний в области некоторых массообменных и тепловых процессов;

б) освоение новых приемов теоретической и экспериментальной работы в области химии неорганических веществ и функциональных материалов;

Магистрант по дисциплине «Избранные главы химической технологии» должен решать профессиональные задачи в соответствии с производственно-технологической, научно-исследовательской, организационно- управленческой и проектной деятельностью.

2 Место учебного модуля в структуре ОПОП

Учебный модуль относится к обязательной части, учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 18.04.01 Химическая технология и профилю Технология неорганических веществ и функциональных материалов (далее – ОПОП). В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках следующих дисциплин (модулей, практик): «История и методология химической технологии», «Философские проблемы науки и техники», «Теоретические и экспериментальные методы в химии». Освоение учебной дисциплины (модуля) является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения следующих дисциплин (модулей, практик): «Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности функциональных материалов», «Комплексная переработка минерального сырья»

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины (модуля)

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины (модуля):

ОПК – 3. Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку.

ПК – 3. Способен совершенствовать технологический процесс, разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов, изыскивать способы утилизации отходов производства, исследовать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению.

Результаты освоения учебной дисциплины:

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
ОПК -3. Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	Знать современные тенденции развития и организации химических производств, основные требования к аппаратурному оформлению и конструкции основных процессов соответствующего направления химической промышленности	Уметь составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов, выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учётом химических и физико-химических свойств перерабатываемых материалов, находить нестандартные решения задач технологического и аппаратурного оформления процессов химической технологии соответствующего профиля	Владеть современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании соответствующего направления химической промышленности
ПК – 3. Способен совершенствовать технологический процесс, разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов, изыскивать способы утилизации отходов производства, исследовать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению	Знать основные технологии производства неорганических веществ и функциональных материалов, методы получения различных материалов и их физико-химические характеристики	Уметь осуществлять выбор технологической линии производства неорганических веществ и функциональных материалов	Владеть методами аналитического контроля сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

4.1.1 Трудоемкость учебного модуля для очной формы обучения:

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам
		2 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	81	81
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	171	171
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен)	экзамен	экзамен

4.2 Содержание учебного модуля

УЭМ 1. Теоретические основы химического материаловедения

1.1 Классические методы синтеза материалов. Сравнительная характеристика различных методов синтеза. Системный анализ при выборе стратегии синтеза.

УЭМ 2. Прикладные аспекты химического материаловедения

2.1 Синтез высокоэффективных электро- и конструкционных материалов с заданными характеристиками.

4.3 Трудоемкость разделов учебного модуля и контактной работы

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)				Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР			
УЭМ 1. Теоретические основы химического материаловедения							
1.1	Классические методы синтеза материалов. Сравнительная характеристика различных методов синтеза. Системный анализ при выборе стратегии синтеза.	9	14	-	5	85	Контрольная работа
УЭМ 2. Прикладные аспекты химического материаловедения							
2.1	Синтез высокоэффективных электро- и конструкционных материалов с заданными характеристиками.	9	13	-	4	86	Контрольная работа
	Промежуточная аттестация	экзамен					
	ИТОГО	18	27	-	9	135	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

Не предусмотрены учебным планом

5 Методические рекомендации по организации освоения учебного модуля

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
УЭМ 1. Теоретические основы химического материаловедения		
1	Классические методы синтеза материалов. Сравнительная характеристика различных методов синтеза (лекция - презентация)	9
УЭМ 2. Прикладные аспекты химического материаловедения		
1	Синтез высокоэффективных электро- и конструкционных материалов с заданными характеристиками (лекция - презентация)	9
	ИТОГО	18

Средствами проведения занятий являются голосовые сообщения преподавателя, презентации по темам, интерактивные средства, учебные фильмы. Для выполнения самостоятельной работы студентам необходимо пользоваться основной литературой и дополнительной литературой, электронными ресурсами в соответствии с картой учебно-методического обеспечения дисциплины (Приложение Б). Результаты самостоятельной работы оформляются в виде конспекта лекций или реферата. Контроль по изучению теоретической части модуля осуществляется методом проведения контрольных работ по объединённым темам (Приложение А)

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
УЭМ 1. Теоретические основы химического материаловедения		
1	Системный анализ при выборе стратегии синтеза(работа в группе)	14
УЭМ 2. Прикладные аспекты химического материаловедения		
1	Синтез высокоэффективных электро- и конструкционных материалов с заданными характеристиками (работа в группе)	13
	ИТОГО	27

Рекомендации к проведению практических занятий.

1) Работа в группе

Синтез высокоэффективных конструкционных материалов с рекордными характеристиками
Возможные вопросы для обсуждения:

- Параметры, оказывающие влияние на эффективность производства.
- При каких условиях эффективность работы узла может быть недостаточной?
- Расчет ТЭП.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины (модуля)

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины (модуля)

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины (модуля) представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

7.2 Материально-техническое обеспечение			
№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования	
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)	
		компьютерный класс с выходом в Интернет, в том числе для проведения практических занятий	
2.	Мультимедийное оборудование	проектор, компьютер, экран, интерактивная доска	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Windows 7 Professional Dreamspark (Imagine)		№370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Windows 10 for Educational Use Dreamspark (Imagine)		№ 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Office 2013 Standard Open		№ 62018256	31.07.2016
Подписка MicrosoftOffice 365		свободно распространяемое для вузов	-
ABBYY FineReader PDF 15 Business. Версия для скачивания		№236/ЕП(Б)21-ВБ	26.10.2021
Zbrush Academic Volume License		№209/ЕП(У)20-ВБ	30.11.2020
Academic VMware Workstation 16 Pro for Linux and Windows, ESD		№211/ЕП(У)20-ВБ, 25140763	03.11.2020

Acronis Защита Данных для рабочей станции, Acronis Защита Данных. Расширенная для физического сервера	№210/ЕП (У)20-ВБ, Ах000369127	03.11.2020
Антиплагиат. Вуз.	№3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
Adobe Acrobat	свободно распространяемое	-
Teams	свободно распространяемое	-
Skype	свободно распространяемое	-
Zoom	свободно распространяемое	-

Приложение А
(обязательное)
Фонд оценочных средств
учебного модуля «Избранные главы химической технологии»

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

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Контрольная работа № 1	УЭМ 1. Теоретические основы химического материаловедения 1.1 Системный анализ при выборе стратегии синтеза	125	ОПК -3 ПК -3
2	Контрольная работа № 2	УЭМ 2. Прикладные аспекты химического материаловедения 2.1 Синтез высокоэффективных электро- и конструкционных материалов с заданными характеристиками	125	ОПК -3 ПК -3
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	ОПК -3 ПК -3
	ИТОГО		300	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

Контрольная работа

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Количество правильных ответов	4 варианта	5 вопросов
Полнота ответа на поставленный вопрос		
Использование правильной профессиональной терминологии		
Демонстрация студентом понимания материала, видение связей между элементами		

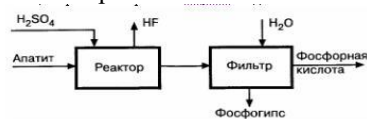
Пример контрольной работы № 1

1. Жидкофазная реакция $A + B \rightarrow R$ проводится в непрерывном реакторе смешения. Константа скорости реакции $k = 0,005 \text{ л/(моль} \cdot \text{мин)}$. Потоки веществ А и В подаются в реактор отдельно с равными объемными скоростями. Концентрации веществ в индивидуальных потоках соответственно $C_A = 2,4 \text{ моль/л}$, $C_B = 3,6 \text{ моль/л}$. Необходимая степень превращения вещества А равна 80%. Определить допустимый расход веществ А и В в час.

2. Жидкофазный процесс описывается последовательной реакцией. Константы скорости реакций $k_1=0,5 \text{ ч}^{-1}$, $k_2=0,8 \text{ ч}^{-1}$. Исходная концентрация вещества А равна $1,8 \text{ моль/л}$. Объемный расход вещества а составляет $18 \text{ м}^3/\text{ч}$. Рассчитать объем реактора смешения для получения максимального количества вещества R, селективность и производительность по продукту R.



3. Рассчитать материальный баланс производства экстракционной фосфорной кислоты из апатитового концентрата, содержащего 39,4 % P_2O_5 , 52 % CaO и 3 % фтора. Норма серной кислоты 100 % от стехиометрической на CaO . Коэффициент извлечения P_2O_5 в продукционной кислоте 32 %. В газовую фазу выделяется 20 % фтора от содержащегося в сырье. Влажность гипса на карусельном фильтре: в первой зоне – 47 %, во второй – 44,2 %, в третьей – 42 %, в четвертой – 40 %. В процессе фильтрации 1 т апатитового концентрата испаряется 29,5 кг воды. Расчет провести на 1 т апатитового концентрата.



4. Тугоплавкое стекло содержит 18,43 % оксида калия, 10,98 % оксида кальция и 70,59 % диоксида кремния. Выразить его формулой в виде соединения оксидов. Какое количество поташа, содержащего 94 % K_2CO_3 , потребуется для получения 100 кг такого стекла?

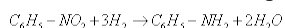
5. Сколько ϵ -аминокапроновой кислоты было взято для получения капрона, если в результате реакции выделилось 240 кг воды?

Пример контрольной работы № 2

1. На основании краткого описания процесса составить и описать схемы производства: функциональную; операторную и технологическую. 2. Вычислить недостающие для баланса данные. 3. Составить таблицу материального баланса. 4. Составить таблицу теплового баланса. 5. Рассчитать технологические характеристики процесса, в том числе производительность, пропускную способность, конверсии реагентов, селективность образования целевого продукта, выход продукта в расчете на поданное и превращенное сырье, теоретические и практические расходные коэффициенты.

Производство анилина каталитическим гидрированием нитробензола

Нитробензол испаряют его пары смешивают при температуре 250°C . Водород смешивают с парами нитробензола и подают под распределительную решетку реактора с кипящим слоем катализатора при 270°C и давлении 0,15 МПа происходит образование анилина:



Тепловой эффект снимают хладагентом через U-трубы, введенные в зону реакции. Продукты, полученные в результате реакции, охлаждают в конденсатор, газообразный водород отделяют в сепараторе и рециркулируют в процесс. Жидкую фазу отстаивают от воды, органический слой дважды подвергают дистилляции

Задача 1

Исходные данные	вариант данных
Нагрузка установки по нитробензолу, т / сут	10
Состав технического нитробензола, % масс	
нитробензол	98,5
бензол	1,4
конверсия нитробензола, %	96
мольное соотношение нитробензол: водород	1:3
содержание H_2 в сырье (примесь азот), % об.	96
потери нитробензола, % масс от поданного	1,8

Задача 2

И сходные данные	вариант данных
Производительность установки, т / сут	12
Состав реакционной смеси (без учета воды), % масс	
анилин	80
нитробензол	18,8
бензол	1,6
мольное соотношение нитробензол: водород	1:3
содержание H ₂ в сырье (примесь азот), % об.	99
потери анилина, % масс от поданного	0,4

Экзамен

Критерии оценки	Количество билетов
Полнота ответа на экзаменационный билет	20
Знание принципов, методов, способов, процессов, режимов технологий.	
Демонстрация навыка составления технологических и аппаратурных схем	
Способность к анализу и осмыслению информации	

Пример экзаменационного билета

Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

Учебная дисциплина «**Избранные главы химической технологии**»

Для специальности: **18.04.01 Химическая технология**

Направленность (профиль) **Технология неорганических веществ и функциональных материалов**

Экзаменационный билет № 1

1. Технологические и технико-экономические показатели химического производства
2. Предел ползучести.
3. Как зависит температура рекристаллизации металла от его чистоты?
4. Для реакции $\text{CO}_2 + \text{C}_{\text{тв}} = 2\text{CO}$, протекающей при температуре 1000 К, константа равновесия $K_p = 1,684$. Некоторое количество CO_2 , занимающее объем 1 м (измеренный при 300 К и давлении 101,3 кПа), пропускали при 1000 К через уголь. Какой объем будет занимать получившаяся при достижении равновесия газовая фаза, состоящая из CO и CO_2 , и каков ее процентный состав? (Давление остается постоянным).

Принято на заседании кафедры «___» _____ 20__ г. Протокол № ____

Заведующий кафедрой _____ / В.А.Исаков

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)
Карта учебно-методического обеспечения
учебного модуля «Избранные главы химической технологии»

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		
Кондауров Б.П. Общая химическая технология: Учебное пособие для вузов/ Б.П. Кондауров, В.И. Александров, А.В. Артемьев. – Москва: Академия, 2005. – 332,[2]с.: ил.-(Высшее профессиональное образование, Химическая технология).- Библиогр.:с.328.-ISBN: 5-7695-1792-1: (в пер.): 220.22.	5	
Соколов Р.С. Химическая технология: учеб. пособие для высш. учеб. заведений: в 2 т. Т.1: Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ.— Москва: Владос, 2000.-336 с.- (Учебное пособие для вузов).- Библиогр.: с.335-337.- Прил.: с.358-364.- ISBN: 5-691-00355-0.- ISBN: 5-691-00356-9: (в пер.): 48.00.-46.00.-49.00.-50.00.	24	
Соколов Р.С. Химическая технология: учеб. пособие для высш. учеб. заведений: в 2 т. Т.2: Металлургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов.— Москва: Владос, 2000.-447 с.- (Учебное пособие для вузов).-Библиогр.: с.443-444.- ISBN: 5-691-00355-0.- ISBN: 5-691-00357-7: (в пер.): 49.00.-46.00.-50.00.	24	
Электронные ресурсы		
Общая химическая технология: методические указания к практическим работам по курсу «Химическая технология» / Сост. Е.А. Петухова. – НовГУ им. Я. Мудрого. – В. Новгород. – 2014. – 88 с. URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1955		+

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		
Бесков В.С. Общая химическая технология: учеб. для вузов. - Москва: Академкнига, 2006. - 452,[2]с.: ил.-Библиогр.:с.446.-ISBN: 5-94628-149-6. -ISBN: 978-5-946-28149-2.: (в пер.): 295.00.	2	
Электронные ресурсы		
Игнатенков, В. И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи: учебное пособие для вузов / В. И. Игнатенков. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 195 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09222-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/489904 (дата обращения: 13.10.2022).		Юрайт
Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / Т. Г. Ахметов, В. М. Бусыгин, Л. Г. Гайсин, Р. Т. Ахметова ; под редакцией Т. Г. Ахметова. — 2-е изд., стер. — Санкт- Петербург : Лань, 2022. — 452 с. — ISBN 978-5-8114-3882-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/119611.		Лань

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 № БТ-46/11 от 17.12.2014	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
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru	Договор № 56/ЕП(У)21 от 17.12.2021	31.12.2022
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru	Договор № 25/ЕП(У)22 от 23.12.2022г.	31.12.2023
Электронная база данных электронной библиотечной системы «Лань» https://e.lanbook.com	Договор № 59/ ЕП (У)21 от 17.12.2021	31.12.2023
Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/	Договор № 101/НЭБ/2338 от 04.07.2017	31.08.2022
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
Национальная подписка в рамках проекта Министерства образования и науки РФ (Госзадание № 4/2017 г.) к наукометрическим БД Scopus и WebofScience https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	регистрация (территория вуза)	2022
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	-
Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru	в открытом доступе	-
Справочно-правовая система КонсультантПлюс (КонсультантПлюс студенту и преподавателю) www.consultant.ru/edu/	в открытом доступе	-

И.о. зав. кафедрой Белая В.А. Исаков
 « 12 » декабря 2022 г.

**Лист актуализации рабочей программы
учебного модуля «Избранные главы химической технологии»**

Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Перечень изменений, внесенных в рабочую программу:

[illegible]