

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт биотехнологий и химического инжиниринга

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИБХИ

 Т.В. Вобликова
« 22 » декабря 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебного модуля

Избранные главы процессов и аппаратов химических производств

по направлению подготовки

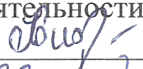
18.04.01 Химическая технология

направленности (профилю)

Технология неорганических веществ и функциональных материалов

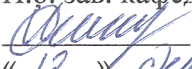
СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела обеспечения
деятельности ИБХИ

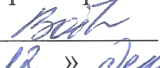
 Т.Н. Кондратьева
« 22 » декабря 20 22 г.

Разработал

И.о. зав. кафедрой ФПХ, к.х.н.

 В.А. Исаков
« 12 » декабря 20 22 г.

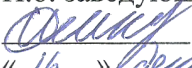
Директор ИБХИ, д.т.н.

 Т.В. Вобликова
« 12 » декабря 20 22 г.

Принято на заседании кафедры

протокол № 3/1 от « 16 » 12 2022 г.

И.о. заведующего кафедрой ФПХ

 В.А. Исаков
« 16 » декабря 20 22 г.

1 Цели и задачи освоения учебного модуля

Цель освоения учебного модуля: формирование компетентности студентов в области знаний конструкций и методов расчета основных процессов и аппаратов химических производств, позволяющих выпускникам осуществлять научно-исследовательскую и производственную деятельность.

Задачи:

- а) выявление общих закономерностей процессов переноса и сохранения различных субстанций;
- б) освоение методов расчета технологических процессов и аппаратов для их проведения;
- в) ознакомление с конструкциями и характеристиками основных аппаратов и машин химических производств.

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 направленности (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): избранные главы химической технологии, инструментальные методы исследований в химической технологии, история и методология химической технологии. Освоение учебного модуля является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения следующих дисциплин (модулей, практик): научно-исследовательская работа, технологическая (проектно-технологическая) практика и др.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебного модуля:

Общепрофессиональные компетенции:

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

Профессиональные компетенции:

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 учебного модуля:

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебного модуля (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 аппаратному оформлению и конструкции основных процессов	Уметь составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов, выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учётом	Владеть современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании соответствующего направления химической промышленности

	соответствующего направления химической промышленности	химических и физико-химических свойств перерабатываемых материалов, находить нестандартные решения задач технологического и аппаратного оформления процессов химической технологии соответствующего профиля	
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 учебного модуля	Всего	Распределение по семестрам
		3 семестр
1. Трудоемкость учебного модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	45	45
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ)	0	0
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. Гидромеханические процессы

1.1 Химические реакторы

Общие сведения о химических реакторах. Классификация химических реакторов. Основные типы технологических схем химических реакторов. Основные конструкции химических реакторов.

1.2 Перемещение жидких сред

Классификация насосов. Основные параметры насосов. Центробежные насосы. Принцип действия и устройство. Основное уравнение Эйлера. Формулы пропорциональности. Характеристики центробежных насосов. Работа насосов на сеть и рабочая точка. Предельная высота всасывания. Явление кавитации. Параллельная и последовательная работа насоса. Достоинства и недостатки центробежных насосов. Другие типы динамических насосов. Принцип действия, устройство, достоинства и недостатки. Поршневые насосы. Принцип действия и устройство. Объемный КПД. Характеристики поршневых насосов. Высота

всасывания, нагнетания и полный напор поршневого насоса. Другие типы объемных насосов. Принцип действия, устройство, достоинства и недостатки.

1.3 Гидродинамика зернистых слоев

Движение жидкостей через неподвижные зернистые слои. Характеристики зернистого слоя: порозность, удельная поверхность слоя, удельная поверхность частицы, эквивалентный диаметр каналов. Расчет гидравлического сопротивления слоя. Расчет скоростей псевдооживления, витания и уноса. Однородное и неоднородное псевдооживление. Пневмо- и гидротранспорт зернистых твердых материалов.

1.4 Гидромеханическое разделение неоднородных систем

Основы теории осаждения. Расчет скорости свободного и стесненного осаждения частиц в гравитационном поле. Конструкции отстойников.

Фильтрование суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах. Фильтрующие перегородки. Сжимаемые и несжимаемые осадки. Уравнение фильтрования и экспериментальное определение его констант. Классификация и основные типы фильтровальной аппаратуры. Фильтры периодического и непрерывного действия для разделения суспензий. Оптимизация продолжительности цикла фильтрования, фильтры для очистки газов от пыли.

Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Очистка газов от пыли в циклонах. Разделение суспензий и эмульсий в гидроциклонах. Фактор разделения. Центрифуги фильтрующие и отстойные периодического и непрерывного действия. Сепараторы.

1.5 Перемешивание в жидких средах

Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Гидродинамические структуры потоков в аппаратах с механическим перемешиванием. Пневматическое, циркуляционное и другие виды перемешивания. Использование пульсационной техники.

УЭМ 2. Тепловые процессы

2.1 Нагревание, охлаждение и конденсация

Нагревающие агенты и способы нагревания. Нагревание водяным паром. Нагревание горячей водой. Нагревание топочными газами. Нагревание высокотемпературными теплоносителями. Нагревание газообразными высокотемпературными теплоносителями в слое неподвижной и движущейся насадкой. Нагревание электрическим током.

Охлаждение до обыкновенных температур. Охлаждение до низких температур. Конденсация паров.

2.2 Конструкции теплообменных аппаратов

Трубчатые теплообменники. Змеевиковые теплообменники. Пластинчатые теплообменники. Оребренные теплообменники. Спиральные теплообменники. Теплообменные устройства реакционных аппаратов. Теплообменники других типов. Сравнительная характеристика теплообменных аппаратов. Конденсаторы смешения.

УЭМ 3. Массообменные процессы

3.1 Абсорбция, адсорбция, ионный обмен

Характеристика процесса абсорбции и области его применения. Выбор абсорбента. Физическая абсорбция и абсорбция, сопровождаемая химической реакцией. Равновесие между фазами. Влияние температуры и давления на равновесие. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Удельный расход абсорбента, его минимальное и экономически оптимальное значение. Схемы проведения процесса абсорбции. Пути интенсификации массообменных процессов.

Общая характеристика процесса адсорбции. Промышленные адсорбенты и их основные свойства. Изотермы адсорбции. Тепловой эффект адсорбции. Динамическая активность адсорбента. Формирование и перенос концентрационного фронта, зона массопередачи, время защитного действия слоя. Уравнение Шилова. Математическая модель

процесса адсорбции в неподвижном зернистом слое адсорбента. Классификация адсорберов и общие принципы устройства.

Характеристика ионного обмена и области его применения. Ионообменные материалы, классификация, основные свойства и области применения. Основы теории ионного обмена. Равновесие. Кинетика процесса. Математическая модель процесса ионного обмена в неподвижном слое. Особенности конструктивного оформления аппаратов для проведения ионного обмена. Принципиальные схемы ионообменных установок.

3.2 Перегонка, ректификация и экстрагирование

Равновесие в системе жидкость-пар. Простая перегонка. Перегонка с водяным паром. Молекулярная дистилляция. Ректификация. Уравнение материального баланса непрерывной экстракции. Влияние флегмового числа на количество необходимых теоретических тарелок. Тепловой баланс непрерывной ректификации. Ректификация многокомпонентных смесей. Экстрактивная и азеотропная ректификация. Периодическая ректификация.

Общая характеристика процесса экстрагирования. Равновесие в процессах экстрагирования. Кинетические закономерности экстракции. Принципиальные схемы экстракции. Типовые конструкции экстракторов.

3.3 Термическая сушка

Общая характеристика процесса сушки. Общая схема конвективной сушилки. Свойства влажного воздуха. Диаграмма Н-Х Рамзина. Материальный и тепловой балансы конвективной сушки. Удельные расходы воздуха и тепла. Испарение влаги с поверхности и перемещение влаги внутри материала. Кинетика процесса сушки. Формы связи влаги с материалом. Движущая сила процесса. Критическая и равновесная влажности материала. Кривая сушки и кривая изменения температуры высушиваемого образца. Кривые скорости сушки. Приведенная критическая влажность высушиваемого материала. Продолжительность первого и второго периода сушки. Классификация и конструкции конвективных сушилок. Распылительные сушилки. Контактная сушка. Специальные методы сушки. Сублимационная сушка. Сушка инфракрасными лучами. Сушка токами высокой частоты.

4.3 Трудоемкость разделов учебного модуля и контактной работы

№	Наименование разделов (тем) учебного модуля, УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)			Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля	
		Аудиторная					
		ЛЕК	ПЗ	ЛР			
УЭМ 1. Гидромеханические процессы							
1.1	Химические реакторы	1	1		0,5	16	Расчетно-графическая работа Тест
1.2	Перемещение жидких сред	1	1	3	0,5	16	
1.3	Гидродинамика зернистых слоев	2	2		1	16	
1.4	Гидромеханическое разделение неоднородных систем	2	2		1	16	
1.5	Перемешивание в жидких средах	2	2		1	16	
УЭМ 2. Тепловые процессы							
2.1	Нагревание, охлаждение и конденсация	2	2		1	18	Расчетно-графическая работа Тест
2.2	Конструкции теплообменных аппаратов	2	2	3	1	18	
УЭМ 3. Массообменные процессы							
3.1	Абсорбция, адсорбция и ионный обмен	2	2	3	1	18	Расчетно-графическая работа Тест
3.2	Перегонка, ректификация и экстрагирование	2	2		1	18	
3.3	Термическая сушка	2	2		1	19	
	Промежуточная аттестация	экзамен					
	ИТОГО	18	18	9	9	171	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

1. Определение расходно-напорных характеристик различных типов насосов и гидравлических сопротивлений

2. Испытание различных конструкций теплообменных аппаратов

3. Изучение процессов ректификации, абсорбции и адсорбции

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины (модуля)

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Химические реакторы (лекция-презентация)	1
2.	Перемещение жидких сред (лекция-презентация)	1
3.	Гидродинамика зернистых слоев (лекция-презентация)	2
4.	Гидромеханическое разделение неоднородных систем (лекция-презентация)	2
5.	Перемешивание в жидких средах (лекция-презентация)	2
6.	Нагревание, охлаждение и конденсация (лекция-презентация)	2
7.	Конструкции теплообменных аппаратов (лекция-презентация)	2
8.	Абсорбция, адсорбция и ионный обмен (лекция-презентация)	2
9.	Перегонка, ректификация и экстрагирование (лекция-презентация)	2
10.	Термическая сушка (лекция-презентация)	2
	ИТОГО	18

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Расчет и выбор химических реакторов (решение задач)	1
2.	Расчет основных характеристик и выбор центробежного и поршневого насосов (решение задач)	1
3.	Расчет гидравлического сопротивления слоя, расчет скоростей псевдоожижения, витания и уноса (решение задач)	2
4.	Определение основных параметров отстойников. Основы расчета фильтров периодического и непрерывного действия (решение задач)	2
5.	Расчет нормализованной и не нормализованной мешалки (решение задач)	2
6.	Расчет основных параметров теплообменников (решение задач)	2
7.	Расчет однокорпусной выпарной установки (решение задач)	2
8.	Расчет основных параметров абсорберов, адсорберов ионообменного аппарата (решение задач)	2
9.	Расчет тарельчатой ректификационной колонны, экстрактора (решение задач)	2
10.	Расчет сушилки кипящего слоя (решение задач)	2
	ИТОГО	18

6 Фонд оценочных средств учебного модуля

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебного модуля

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечение учебного модуля представлено в Приложении Б.

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 Лаборатория, оборудованная лабораторной мебелью, посудой и оборудованием помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера, выход в Интернет)	
2.	Мультимедийное оборудование	проектор, компьютер, экран, интерактивная доска	
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 License № 62018256	31.07.2016
Подписка Microsoft Office 365		свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat		свободно распространяемое	-

Приложение А

(обязательное)

**Фонд оценочных средств
Учебного модуля Избранные главы
процессов и аппаратов химических производств**

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.	Расчетно-графическая работа 1	1.1 Химические реакторы	40	ОПК-3 ПК-3
2.	Расчетно-графическая работа 2	1.2 Перемещение жидких сред	40	
		1.3 Гидродинамика зернистых слоев		
3.	Тест 1	1.4 Гидромеханическое разделение неоднородных систем	30	
		1.5 Перемешивание в жидких средах		
7.	Расчетно-графическая работа 3	2.1 Нагревание, охлаждение и конденсация	40	ОПК-3 ПК-3
8.	Тест 2	2.2 Конструкции теплообменных аппаратов	30	
11.	Расчетно-графическая работа 4	3.1 Абсорбция, адсорбция и ионный обмен	40	ОПК-3 ПК-3
12.	Тест 3	3.2 Перегонка, ректификация и экстрагирование	30	
		3.3 Термическая сушка		
Промежуточная аттестация				
	Экзамен		50	
	ИТОГО		300	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.2 – Расчетно-графическая работа

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Полнота и правильность выполнения расчетно-графической работы	15	1

Пример расчетно-графической работы 1:

Рассчитать трубопровод и подобрать центробежный насос для подачи жидкости с начальной температурой t при расходе Q из емкости в колонну. Коэффициент сопротивления теплообменника ξ_m . Разность уровней в сосудах h , давление в колонне P_k , в емкости P_0 , высота всасывания $h_{вс}$. Трубопровод состоит из трех участков, длина которых l_B, l_{H1}, l_{H2} . Коэффициент сопротивления обратного клапана с сеткой принять равным $7,0$.

Таблица А.3 – Тест

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Количество правильных ответов на вопросы	Случайным образом из банка вопросов	T1 – 15 T2 – 10 T3 – 10 T4 – 10

Пример теста 1 (фрагмент):

1. Для какой цели применяется параллельная работа центробежных насосов на общий трубопровод?
 - a. Для увеличения напора перекачиваемой жидкости.
 - b. Для снижения расхода энергии на перекачивание.
 - c. Для увеличения производительности, если характеристика сети является пологой.
 - d. Для увеличения производительности, если характеристика сети является крутой.
2. Самыми простыми по конструкции мешалками являются
 - a. лопастные
 - b. вибрационные
 - c. якорные
 - d. турбинные
3. Как изменятся производительность, напор и потребляемая мощность насоса, если число оборотов рабочего колеса увеличивается вдвое?
 - a. Производительность увеличится вдвое, напор – в четыре раза, потребляемая мощность – в восемь раз.
 - b. Производительность увеличится вдвое, напор – втрое, а потребляемая мощность – в четыре раза.
 - c. Производительность, напор и потребляемая мощность возрастут пропорционально числу оборотов.
 - d. Производительность, напор и потребляемая мощность не изменятся.
4. Что такое процесс отстаивания?
 - a. Разделение неоднородных систем под действием центробежных сил
 - b. Разделение неоднородных систем под действием разности давлений перед и после фильтровальной перегородки
 - c. Разделение неоднородных систем под действием гравитационных сил
5. Равномерна ли подача поршневого насоса?
 - a. Подача равномерна, поскольку число оборотов электродвигателя постоянно.
 - b. Подача равномерна, поскольку производительность поршневого насоса не зависит от скорости движения поршня.
 - c. Подача неравномерна. Она меньше при пуске насоса, т.к. в момент пуска насосу приходится преодолевать инерционные усилия.
 - d. Подача поршневого насоса изменяется от нуля (в левом и правом крайних положениях поршня) до некоторого максимального значения (положении поршня), т.к. скорость поршня изменяется по синусоиде.

Таблица А.5 – Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
5 тестовых вопросов по 4 балла за каждый правильный ответ	10	7
1 теоретический вопрос – 15 баллов		
1 практическая задача – 15 баллов		

Пример экзаменационного билета:

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
Экзаменационный билет №0

Учебный модуль: Процессы и аппараты химических производств
Для специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль) – Химия и технология удобрений

- Для какой цели применяется параллельная работа центробежных насосов на общий трубопровод?
 - Для увеличения напора перекачиваемой жидкости.
 - Для снижения расхода энергии на перекачивание.
 - Для увеличения производительности, если характеристика сети является пологой.
 - Для увеличения производительности, если характеристика сети является крутой.
- Самыми простыми по конструкции мешалками являются
 - лопастные
 - вибрационные
 - якорные
 - турбинные
- Как изменятся производительность, напор и потребляемая мощность насоса, если число оборотов рабочего колеса увеличивается вдвое?
 - Производительность увеличится вдвое, напор – в четыре раза, потребляемая мощность – в восемь раз.
 - Производительность увеличится вдвое, напор – втрое, а потребляемая мощность – в четыре раза.
 - Производительность, напор и потребляемая мощность возрастут пропорционально числу оборотов.
 - Производительность, напор и потребляемая мощность не изменятся.
- Что такое процесс отстаивания?
 - Разделение неоднородных систем под действием центробежных сил
 - Разделение неоднородных систем под действием разности давлений перед и после фильтровальной перегородки
 - Разделение неоднородных систем под действием гравитационных сил
- Равномерна ли подача поршневого насоса?
 - Подача равномерна, поскольку число оборотов электродвигателя постоянно.
 - Подача равномерна, поскольку производительность поршневого насоса не зависит от скорости движения поршня.
 - Подача неравномерна. Она меньше при пуске насоса, т.к. в момент пуска насосу приходится преодолевать инерционные усилия.
 - Подача поршневого насоса изменяется от нуля (в левом и правом крайних положениях поршня) до некоторого максимального значения (в среднем положении поршня), т.к. скорость поршня изменяется по синусоиде.
- Общая характеристика процесса адсорбции. Промышленные адсорбенты и их основные свойства. Формирование и перенос концентрационного фронта, зона массопередачи, время защитного действия адсорбента. Классификация адсорберов и общие принципы устройства.
- Какое абсолютное давление (в кг/см²) должен иметь воздух, подаваемый в монтажную для подъема серной кислоты относительной плотности 1,78 на высоту 21 м? Гидравлическими потерями пренебречь.

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ Исаков В.А.
 Принято на заседании кафедры _____ « ____ » _____ 202__ протокол № ____

Приложение Б
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения
учебного модуля Избранные главы процессов и аппаратов химических производств

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 : учебное пособие. - Москва : Академия, 2005. - 223, [1] с. : ил. - (Федеральный комплект учебников, Профессиональное образование. Нефтегазовая промышленность). - Библиогр.: с. 220-221. - ISBN 5-7695-2033-7	5	
2 Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов : учебник для вузов / И. М. Кузнецова [и др.] ; под редакцией Х. Э. Харлампиди. - 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 Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. — Казань : КНИТУ, 2017. — 860 с. — ISBN 978-5-7882-2154-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/102086 (дата обращения: 28.12.2022).		Лань

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 Фролов В. Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" : учебное пособие / Федер.целевая прогр."Культура России"(Подпрогр."Поддержка полиграфии и книгоизд.России (2002-2005 гг.)). - Санкт-Петербург : Химиздат, 2003. - 607 с. : ил. - Библиогр.: с. 605-607. - На обл.: Учебник для вузов. - ISBN 5-93808-039-8	2	
2 Процессы и аппараты химической технологии: явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование : учебное пособие для вузов : в 5 томах. Т. 2 : Механические и гидромеханические процессы / Д. А. Баранов [и др.] ; под редакцией А. М. Кутепова. - Москва : Логос, 2002. - 599 с. - Библиогр.: с. 580-599. - ISBN 5-94010-091-0	5	
3 Цирельман Н. М. Прямые и обратные задачи тепломассопереноса. - Москва : Энергоатомиздат, 2005. - 390, [2] с. : ил. - Библиогр.: с. 376-390. - ISBN 5-283-00789-8	2	
Электронные ресурсы		
1 Бородулин, Д. М. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. М. Бородулин, В. Н. Иванец. — Кемерово : КемГУ, 2007. — 168 с. — ISBN 978-5-89289-435-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/4614 (дата обращения: 28.12.2022).		Лань
2 Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие / Э. Д. Иванчина, Е. С. Чернякова, Н. С. Белинская, Е. Н. Ивашкина. — Томск : ТПУ, 2017. — 115 с. — ISBN 978-5-4387-0787-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106767 (дата обращения: 28.12.2022).		Лань

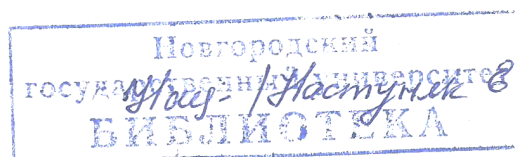
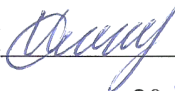
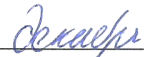


Таблица 3 – Информационное обеспечение

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
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
Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/	Договор № 101/НЭБ/2338 от 01.09.2017	31.08.2022
Электронная база данных электронной библиотечной системы «Лань» https://e.lanbook.com	Договор № СЭБ НВ-283 от 09.11.2020	31.12.2023
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 электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
База данных спектров органических соединений https://sdb.sdb.aist.go.jp/	в открытом доступе	

И.о. зав. кафедрой ФПХ  В.А. Исаков« 12 »  2022 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]