

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
 высшего образования
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
 (НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 14 » 04 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.31 Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль «Химическая технология органических веществ», «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Химическая технология высокомолекулярных соединений», «Химическая технология переработки полимеров и эластомеров»

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Факультет Технологический

Кафедра-разработчик рабочей программы «Нефтехимического синтеза»

	Часы	Зачетные единицы	Часы	Зачетные единицы
<i>Курс</i>	3		4	
<i>Семестр</i>	6		7	
Лекции	18	0,5	18	0,5
Практические занятия	-	-	9	0,25
Лабораторные занятия	36	1	36	1
Контроль самостоятельной работы	36	1	36	1
Самостоятельная работа	18	0,5	18	0,5
Всего	108	3	144	4
Форма аттестации	Зачет		Экзамен (27)	

Нижнекамск, 2021 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 922 от 07.08.2020) по направлению 18.03.01

«Химическая технология органических веществ»,
«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»
«Химическая технология высокомолекулярных соединений»
«Химическая технология переработки полимеров и эластомеров»

на основании учебного плана набора обучающихся 2020.

Разработчик программы:

доцент
(должность)


(подпись)

Линькова Т.С.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры НХС, протокол от 24 марта 2021 г. № 8

Зав. кафедрой


(подпись)

Т.Б. Минигалиев
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.О.31 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов» являются

- а) изучение современных систем математического моделирования и оптимизации технологических процессов, позволяющих глубже понимать сущность процессов химической технологии;
- б) умение планировать экспериментальную работу и обрабатывать экспериментальные данные с использованием электронно-вычислительных машин;
- в) подготовка студентов к проведению мероприятий по обеспечению эффективного использования в технологическом процессе оборудования, сырья и вспомогательных материалов, осуществлению технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента.
- г) подготовка студентов к творческому применению полученных знаний при создании новых и совершенствованию действующих технологических процессов;
- д) овладение знаниями в области составления и оптимизации математических моделей, использования современных математических программных пакетов;
- е) умение планировать экспериментальную работу и обрабатывать экспериментальные данные с использованием электронно-вычислительных машин.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Б1.В.05 Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов» относится к обязательной части образовательной программы и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской и проектной деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Б1.О.31 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Общая химическая технология;
- б) Процессы и аппараты химических производств.

Дисциплина Б1.О.31 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Оборудование заводов основного органического и нефтехимического синтеза;
- б) Оборудование заводов переработки нефти и газа;
- в) Основы проектирования нефтехимических производств;
- г) Основы проектирования нефтеперерабатывающих производств;
- д) Оборудование заводов производства синтетических каучуков;
- е) Основы проектирования производств синтетических каучуков

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.О.31 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов» могут быть использованы при прохождении производственной практики и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья

ОПК-4.1 Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации

химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса

ОПК-4.2 Умеет подбирать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса, оценивать технологическую эффективность производства, применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов

ОПК-4.3 Владеет навыками технологических расчетов, определения технологических показателей процесса, управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных;
- б) методы построения эмпирических (статических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов;
- в) технические и программные средства;
- г) методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-математических моделей;
- д) типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;
- е) технические и программные средства.

2) Уметь:

- а) определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики а) применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач моделирования процессов химической технологии;
- б) применять полученные знания при компьютерном моделировании и экспериментальном исследовании физических процессов;
- в) проводить планирование эксперимента и обработку экспериментальных данных
- г) технически грамотно обосновать алгоритм и разработать программу управления технологическим процессом, обеспечивающим заданные параметры;
- д) выполнять и читать чертежи технических изделий и схем технологических процессов;
- е) применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования и оптимизации процессов химической технологии;
- ж) выбирать рациональную схему регулирования технологического процесса.

3) Владеть:

- а) методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов, пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов;
- б) навыками работы с учебной, справочной, технической и научной литературой;
- в) навыками работы на современных персональных ЭВМ;
- г) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
- а) навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;
- б) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;

4. Структура и содержание дисциплины Б1.О.31 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 ч.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия,	Лабораторные работы	КСР	СР	
1	Раздел 1. Математическое моделирование химико-технологических систем	6	4	-	-		-	-
2	Раздел 2. Моделирование и расчет аппаратов химических производств	6	14	-	36	36	18	Лабораторные работы 1-8
Форма аттестации								Зачет
	Раздел 3. Оптимизация химико-технологических процессов	7	18	9	36	36	18	Контрольная работа № 1, расчетная работа, коллоквиумы № 1-2
Форма аттестации								Экзамен (27)

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
6 семестр					
1	Раздел 1. Математическое моделирование химико- технологическ их систем	1	Тема 1. Основные понятия и определения	Химико-технологическая система. Четыре этапа математического моделирования.	ОПК-4.1
		1	Тема 2. Составление математического описания и выбор метода его решения	Материальный и тепловой баланс. Кинетика химико- технологических процессов	
		2	Тема 3. Параметрическая идентификация и проверка адекватности математической модели	Модель эксперимента по критерию Фишера. Расчет коэффициента диффузии	
2	Раздел 2. Моделировани е и расчет аппаратов химических производств	3	Тема 4. Материальные потоки	Определение условий, свойства веществ.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
		3	Тема 5. Сепаратор, 3-х фазный сепаратор	Конструкция. Применение.	
		4	Тема 6. Теплообменное оборудование	Холодильник, нагреватель, теплообменник	
		4	Тема7. Ректификационная колонна	Тарельчатая и насадочная колонны	
7 семестр					
3	Раздел 3. Оптимизация химико- технологическ их процессов	2	Тема 8. Постановка задач оптимизации	Оптимизация. Критерии оптимальности. Структурные параметры ХТС. ХТС, как объект оптимизации. Задачи оптимизации.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
		2	Тема 9. Оптимизация в условиях риска и неопределенности	Определение параметров в системе. Проблемы оптимизации системы. Стохастические параметры.	

				Линейное и нелинейное детерминированное программирование.	
		2	Тема 10. Оптимизация с учетом динамики системы	Динамические режимы ХТС. Пуск и остановка оборудования; переход от одного режима к другому; искусственно создаваемые циклические колебательные процессы с целью интенсификации работы оборудования	
		2	Тема 11. Оптимизация с целочисленными переменными	Параметры ХТС. Методы непрерывного программирования.	
		2	Тема 12. Оптимизация с учетом структуры ХТС	Требования сырья и энергии к ХТС. Горизонтальная декомпозиция проблемы оптимизации. Оптимальное проектирование ХТС и его вертикальная декомпозиция.	
		2	Тема 13. Некоторые частные задачи оптимизации ХТС	Сложные ХТС. Синтез оптимальной структуры ХТС. Оптимизация аппаратного оформления и режима.	
		2	Тема 14. Особенности задач оптимизации ХТС	Специфические особенности. Математическое описание многих аппаратов. Итерационные методы.	
		2	Тема 15. Математическая модель	Анализ проблемной ситуации. Построение математической модели. Анализ модели. Выбор метода и средств решения. Выполнение расчетов. Анализ результатов. Применение результатов. Коррекция и доработка модели.	
		2	Тема 16. Математическая модель и ее составляющие	Характеристика переменных. Характеристика ограничений. Характеристика целевой функции. Основные подходы к решению задач оптимизации. Понятие о методах и алгоритмах решения.	

6. Содержание практических занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Индикаторы достижения компетенции
7 семестр				
1 2	Раздел 3. Оптимизация химико-технологических процессов	4	Тема 9. Коллоквиум № 1 «Особенности постановки типовых задач оптимизации ХТС» Понятие «Оптимизация ХТП». Типы переменных.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		5	Тема 10. Коллоквиум № 2 «Процесс постановки решения задач оптимизации» Задачи оптимизации. Оптимизация с целочисленными переменными.	ОПК-4.1 ОПК-4.2

7. Содержание лабораторных занятий

Целью лабораторных занятий является усвоение полученных теоретических знаний. Умение анализировать поставленную задачу, использовать критерии при оптимизации различных ХТП. Умение применять физико-математические методы для проектирования технологических процессов, работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач, работать с программными средствами общего назначения.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
6 семестр					
1	Раздел 2. Моделирование химико-технологических процессов	2	Тема 1. Материальные потоки. Расчет свойств компонентов и смеси (Компьютерный зал, 404)	Определение температуры кипения компонентов при нормальных условиях.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
		4	Тема 2. Операции разделения. Сепаратор, 3-фазный сепаратор (Компьютерный зал, 404)	Разделение исходного сырья в 3-х фазном сепараторе на паровую, легкую углеводородную и тяжелую углеводородную фазу. Определение состава и расходов потоков.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
		8	Тема 3. Операции разделения. Покомпонентный делитель (Компьютерный зал, 404)	Из исходной смеси углеводородов полностью отделить углеводороды на определенные фракции. Определение состава и расходов потоков.	
		4	Тема 4. Гидравлический расчет трубопроводов. Смеситель / Ветвитель (Компьютерный зал, 404)	Объединение нескольких входящих потоков в один выходящий поток. Операция рассчитывает полный тепловой и материальный баланс. Операция ветвитель делит входной поток на несколько продуктовых потоков.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
		2	Тема 5. Гидравлический расчет трубопроводов. Операция клапан (Компьютерный зал, 404)	Моделирование различных систем трубопроводов, от однофазного или многофазного трубопровода с расчетом теплопередачи в окружающую среду, до магистральных трубопроводов большой производительности.	
		8	Тема 6. Теплообменное оборудование. Холодильник / Нагреватель	Определение энергетической нагрузки на первый аппарат и температуры	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3

			(Компьютерный зал, 404)	потока на выходе из второго аппарата.	
		8	Тема 7. Теплообменное оборудование. Теплообменник (Компьютерный зал, 404)	Определение расхода хладагента необходимого для охлаждения смеси углеводородов.	
7 семестр					
2	Раздел 3. Оптимизация химико-технологических процессов	12	Тема 8. Расчет ректификационной колонны (Компьютерный зал, 404)	Оптимальное проектирование ректификационных колонн требует учета таких параметров как производительность, чистота продукта, а также стоимость применяемых теплоносителей и хладагентов.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
		12	Тема 11. Расчетная работа «Симплекс-метода»	Поиск экстремума. Два вида ограничения	
		12	Тема 12. Контрольная работа № 1 «Симплекс-метод»	Общий вид целевой функции и множества допустимых альтернатив. Операции при поиске оптимума градиентными методами.	

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
6 семестр				
1	Понятие компьютерного моделирования	4	конспект	ОПК-4.1
2	Описание ХТП с применением ДУЧП	4	конспект	ОПК-4.1
3	Дифференциальные уравнения в частных производных	3	конспект	ОПК-4.3
4	Дифференциальные уравнения в частных производных: классификация, граничные условия	3	конспект	ОПК-4.3
5	Моделирование материального потока	4	контрольная работа	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
7 семестр				
6	Аналитические методы оптимизации	3	конспект	ОПК-4.1, ОПК-4.2 ОПК-4.3
7	Линейное программирование	3	конспект	ОПК-4.1, ОПК-4.2 ОПК-4.3
8	Динамическое	3	конспект	ОПК-4.1, ОПК-4.2

	программирование			ОПК-4.3
9	Принцип максимума	3	конспект	ОПК-4.1, ОПК-4.2 ОПК-4.3
10	Коллоквиум № 1 «Особенности постановки типовых задач оптимизации ХТС»	3	подготовка к коллоквиуму № 1	ОПК-4.1, ОПК-4.2
11	Коллоквиум № 2 «Оптимизация»	3	подготовка к коллоквиуму № 1	ОПК-4.1, ОПК-4.2

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
6 семестр				
1	Понятие компьютерного моделирования	7	проверка конспект	ОПК-4.1
2	Описание ХТП с применением ДУЧП	7	проверка конспект	ОПК-4.1
3	Дифференциальные уравнения в частных производных	7	проверка конспект	ОПК-4.3
4	Дифференциальные уравнения в частных производных: классификация, граничные условия	7	проверка конспект	ОПК-4.3
5	Моделирование материального потока	8	проверка контрольной работы	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
7 семестр				
6	Аналитические методы оптимизации	6	проверка конспект	ОПК-4.1, ОПК-4.2 ОПК-4.3
7	Линейное программирование	6	проверка конспект	ОПК-4.1, ОПК-4.2 ОПК-4.3
8	Динамическое программирование	6	проверка конспект	ОПК-4.1, ОПК-4.2 ОПК-4.3
9	Принцип максимума	6	проверка конспект	ОПК-4.1, ОПК-4.2 ОПК-4.3
10	Коллоквиум № 1 «Особенности постановки типовых задач оптимизации ХТС»	6	прием коллоквиума № 1	ОПК-4.1, ОПК-4.2
11	Коллоквиум № 2 «Оптимизация»	6	прием коллоквиума № 2	ОПК-4.1, ОПК-4.2

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности бакалавров в рамках дисциплины Б1.О.31 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов » используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальный балл выставляется за принципиально правильный и полный подход к решению задач учебной практики, грамотное изложение и оформление полученных результатов, широту ответов на все поставленные вопросы.

Минимальный балл отражает принципиально правильный подход бакалавра к решению отдельных задач с учетом полноты ответов на поставленные в задачах вопросы, допущенных неточностей и ошибок.

6 семестр

Шкала перевода итогового рейтингового балла $R_{\text{дс}}$:

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 \leq R_{\text{дс}} < 60$	«не зачтено»
$60 \leq R_{\text{дс}} < 100$	«зачтено»

Оценивающие мероприятия	Кол-во	Баллы	
		min	max
Мероприятия текущего контроля			
Посещение лекций	7	4	10
Лабораторные работы	8	32	50
Зачет	1	24	40
ИТОГО		60	100

7 семестр

Шкала перевода итогового рейтингового балла $R_{\text{дс}}$ в 4-балльную систему оценки знаний.

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 \leq R_{\text{дс}} < 60$	«неудовлетворительно» (2)
$60 \leq R_{\text{дс}} < 73$	«удовлетворительно» (3)
$73 \leq R_{\text{дс}} < 87$	«хорошо» (4)
$87 \leq R_{\text{дс}} \leq 100$	«отлично» (5)

Оценивающие мероприятия	Кол-во	Баллы	
		min	max
Мероприятия текущего контроля			
Посещение лекций	9	9	18
Расчетная работа	1	10	14
Коллоквиумы	2	10	14
Контрольная работа	1	7	14
Экзамен	1	24	40
ИТОГО		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины Б1.О.31 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие. — 2е изд., перераб. — СПб.: Издательство «Лань», 2014. - 176 с.: ил.- Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/41014/ , по паролю.- ЭБС «Лань»	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/view/book/41014 Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адреса НХТИ
2. Самойлов, Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов": учебное пособие / Н.А.Самойлов.-3-е изд., испр. и доп.- СПб.: Лань, 2013.- 176 с.: ил.	25 экз.в библиот.отд.
3. Заварухин, С.Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.Г. Заварухин — Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017.— 86 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/91236.html ., по паролю — ЭБС «IPRbooks»	ЭБС « IPRbooks » http://www.iprbookshop.ru/91236.html .— Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адреса НХТИ
4. Кисель, Н.Н. Основы компьютерного моделирования в САПР EPRo [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.Н. Кисель, А.А. Ваганова — Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018.— 342 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/87738.html ., по паролю — ЭБС «IPRbooks»	ЭБС « IPRbooks » http://www.iprbookshop.ru/87738.html .— Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адреса НХТИ
5. Перерва, О.В. Компьютерное моделирование статических и динамических режимов работы ректификационных установок [Электронный ресурс]: практическое руководство для технологов и проектировщиков/ О.В. Перерва, Т.Н. Гартман — Электрон. текстовые данные.— Москва: Лаборатория знаний, 2018.— 206 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/88482.html ., по паролю — ЭБС «IPRbooks»	ЭБС « IPRbooks » http://www.iprbookshop.ru/88482.html .— Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адреса НХТИ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Тупицына, А.И. Методы компьютерного моделирования физических процессов и сложных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.И. Тупицына— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2014.— 49 с.— Режим доступа:	ЭБС « IPRbooks » http://www.iprbookshop.ru/67284.html . Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адреса НХТИ

http://www.iprbookshop.ru/67284.html , по паролю — ЭБС «IPRbooks»	
2. Бушуев, Ю.Г. Цеолиты. Компьютерное моделирование цеолитных материалов.- Иваново [Электронный ресурс]: ИГХТУ (Ивановский государственный химико-технологический университет), 2011. - 104 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/4529/ по паролю.- ЭБС «Лань»	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/view/book/4529 Доступ с любой точки Интернет после регистрации IP-адреса НХТИ
3. Беилин, И. Л. Моделирование инновационного производственного развития нефтегазовых регионов : монография / И. Л. Беилин. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 243 с. — (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-016254-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/document?id=368240 — Режим доступа: по паролю.- ЭБС «Знаниум»	ЭБС «Знаниум» https://znanium.com/catalog/document?id=368240 . Доступ с любой точки Интернет после регистрации IP-адреса НХТИ

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.О.31 «Моделирование и оптимизация нефтехимических процессов» использование электронных источников информации

1. Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.edu.ru/>, свободный.
2. Федеральный центр информационно- образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fcior.edu.ru/>, свободный.
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>, свободный.
4. Образовательный портал по химии «НIMUS» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://himus.umi.ru/>, свободный.
5. Федеральный институт промышленной собственности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fips.ru/>, свободный.
6. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный.
7. ЭБС «Znanium.com» – Режим доступа: <http://znanium.com>
8. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>

11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных. Термические Константы Веществ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl?show=welcome.html>, свободный.
2. База данных PubChem [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>, свободный.
3. База данных NIST Chemistry WebBook[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://webbook.nist.gov/chemistry/>, свободный.
4. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru>, свободный.

Согласовано:
Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



В.Я. Тарасова

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Реализация учебной дисциплины требует наличия

1) Компьютерный зал № 404 и учебная аудитория для самостоятельной работы студентов № 404:

Системный блок – ASUS TeK P5KLP-AM;

системный блок – Core 2 Duo E7400-Midi ATX 350;

монитор - LG TFT 20// W2043SE-PF;

монитор - Samsung 732N Black TFT 17//;

сканер – HP PI/A4 ScanJet G3010 USB (L1985A);

Хаб - D-Link 10/100/1000mbps 24-port+2SFP+2*GbI;

Выход в Интернет – модем De-Link DWA 110;

Модуль сбора данных – МСД-100;

Принтер - Samsung ML-1210;

Поворотно-передвижная магнитно-маркерная доска Magnetoplan; столы-парты.

Программное обеспечение

2) Интерактивный лекционный зал №38 и учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций №38:

Системный блок - Core 2 Duo E7400-Midi ATX 350; монитор – Acer V193WAb WIDE 19//; проектор – Epson EMP-X5; мобильный рулонный экран на штативе; выход в Интернет – модем De-Link DWA 110; столы-парты.

Набор наглядный пособий

Программное обеспечение

3) Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования №512

Стол, стул, паяльная станция, набор инструментов, диагностический инструмент, ПК для диагностики неисправностей.

13. Образовательные технологии

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивных формах):

Тема	Вид занятия	Интерактивная форма	часы
5 семестр			
Тема 1. Основные понятия и определения	Лекция	Лекция-презентация	2
Тема 3. Гидравлический расчет трубопроводов. Смеситель / Ветвитель	Лабораторное занятие	Защита лабораторной работы	2
Тема 4. Теплообменное оборудование. Холодильник / Нагреватель	Лабораторное занятие	Защита лабораторной работы	2
Тема 5. Теплообменное оборудование. Теплообменник	Лабораторное занятие	Защита лабораторной работы	2
Тема 6. Расчет ректификационной колонны	Лабораторное занятие	Защита лабораторной работы	2
6 семестр			
	Лекция	Лекция-презентация	2
Тема 5. Коллоквиум № 1 «Особенности постановки типовых задач оптимизации ХТС»	Лабораторное занятие	Прием коллоквиума №1	8
Тема 6. Коллоквиум № 2 «Процесс постановки решения задач оптимизации»	Практическое занятие	Прием коллоквиума № 2	2