

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	<u>Б1.О.31 Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов</u>
Направление подготовки	<u>18.03.01 «Химическая технология»</u>
Профиль	<u>«Химическая технология органических веществ», «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Химическая технология высокомолекулярных соединений», «Химическая технология переработки полимеров и эластомеров»</u>
Квалификация выпускника	<u>БАКАЛАВР</u>
Форма обучения	<u>ОЧНО-ЗАОЧНАЯ</u>
Факультет	<u>Технологический</u>
Кафедра-разработчик рабочей программы	<u>«Нефтехимического синтеза»</u>

	Часы	Зачетные единицы	Часы	Зачетные единицы
<i>Курс</i>	3		4	
<i>Семестр</i>	6		7	
Лекции	9	0,25	9	0,25
Практические занятия	-	-	9	0,25
Лабораторные занятия	18	0,5	18	0,5
Контроль самостоятельной работы	36	1	36	1
Самостоятельная работа	45	0,25	36	1
Всего	108	3	144	4
Форма аттестации	Зачет		Экзамен (36)	

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	5	-	18	36	45	Лабораторные работы 1-8
Форма аттестации								Зачет
	Раздел 3. Оптимизация химико-технологических процессов	7	9	9	18	36	36	Контрольная работа № 1, расчетная работа, коллоквиумы № 1-2
Форма аттестации								Экзамен (36)

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-технологических 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. Моделирование и расчет аппаратов химических производств	1	Тема 4. Материальные потоки	Определение условий, свойства веществ.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
		1	Тема 5. Сепаратор, 3-х фазный сепаратор	Конструкция. Применение.	
		1	Тема 6. Теплообменное оборудование	Холодильник, нагреватель, теплообменник	
		2	Тема 7. Ректификационная колонна	Тарельчатая и насадочная колонны	
7 семестр					
3	Раздел 3. Оптимизация химико-технологических процессов	1	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
		1	Тема 9. Оптимизация в условиях риска и неопределенности	Определение параметров в системе. Проблемы оптимизации системы.	

				Стохастические параметры. Линейное и нелинейное детерминированное программирование.	
		1	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	
		1	Тема 11. Оптимизация с целочисленными переменными	Параметры ХТС. Методы непрерывного программирования.	
		1	Тема 12. Оптимизация с учетом структуры ХТС	Требования сырья и энергии к ХТС. Горизонтальная декомпозиция проблемы оптимизации. Оптимальное проектирование ХТС и его вертикальная декомпозиция.	
		1	Тема 13. Некоторые частные задачи оптимизации ХТС	Сложные ХТС. Синтез оптимальной структуры ХТС. Оптимизация аппаратного оформления и режима.	
		1	Тема 14. Особенности задач оптимизации ХТС	Специфические особенности. Математическое описание многих аппаратов. Итерационные методы.	
		1	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.	
		1	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 семинарских, 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	1	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
		2	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
		4	Тема 3. Операции разделения. Покомпонентный делитель (Компьютерный зал, 404)	Из исходной смеси углеводородов полностью отделить углеводороды на определенные фракции. Определение состава и расходов потоков.	
		2	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
		1	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.	
		4	Тема 6. Теплообменное оборудование. Холодильник / Нагреватель (Компьютерный зал, 404)	Определение энергетической нагрузки на первый аппарат и температуры потока на выходе из второго аппарата.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
		4	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	6	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
		6	Тема 11. Расчетная работа «Симплекс-метода»	Поиск экстремума. Два вида ограничения	
		6	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	23	конспект	ОПК-4.1
2	Описание ХТП с применением ДУЧП	23	конспект	ОПК-4.1
3	Дифференциальные уравнения в частных производных	23	конспект	ОПК-4.3
4	Дифференциальные уравнения в частных	24	конспект	ОПК-4.3

	производных: классификация, граничные условия			
5	Моделирование материального потока	24	контрольная работа	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
7 семестр				
6	Аналитические методы оптимизации	6	конспект	ОПК-4.1, ОПК-4.2 ОПК-4.3
7	Линейное программирование	6	конспект	ОПК-4.1, ОПК-4.2 ОПК-4.3
8	Динамическое программирование	6	конспект	ОПК-4.1, ОПК-4.2 ОПК-4.3
9	Принцип максимума	6	конспект	ОПК-4.1, ОПК-4.2 ОПК-4.3
10	Коллоквиум № 1 «Особенности постановки типовых задач оптимизации ХТС»	6	подготовка к коллоквиуму № 1	ОПК-4.1, ОПК-4.2
11	Коллоквиум № 2 «Оптимизация»	6	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	23	проверка конспект	ОПК-4.1
2	Описание ХТП с применением ДУЧП	23	проверка конспект	ОПК-4.1
3	Дифференциальные уравнения в частных производных	23	проверка конспект	ОПК-4.3
4	Дифференциальные уравнения в частных производных: классификация, граничные условия	24	проверка конспект	ОПК-4.3
5	Моделирование материального потока	24	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	6	прием	ОПК-4.1, ОПК-4.2

	«Особенности постановки типовых задач оптимизации ХТС»		коллоквиума № 1	
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_{dc} :

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 \leq R_{dc} < 60$	«не зачтено»
$60 \leq R_{dc} < 100$	«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_{dc} в 4-балльную систему оценки знаний.

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 \leq R_{dc} < 60$	«неудовлетворительно» (2)
$60 \leq R_{dc} < 73$	«удовлетворительно» (3)
$73 \leq R_{dc} < 87$	«хорошо» (4)
$87 \leq R_{dc} \leq 100$	«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 EMPro [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 2. Теплообменное оборудование. Холодильник / Нагреватель	Лабораторное занятие	Защита лабораторной работы	2
Тема 3. Теплообменное оборудование. Теплообменник	Лабораторное занятие	Защита лабораторной работы	2
6 семестр			
Тема 5. Коллоквиум № 1 «Особенности постановки типовых задач оптимизации ХТС»	Лабораторное занятие	Прием коллоквиума №1	4
Тема 6. Коллоквиум № 2 «Процесс постановки решения задач оптимизации»	Практическое занятие	Прием коллоквиума № 2	2