

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 » апреля 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.06 Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения

Направление подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы  
 (шифр) (наименование)

в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/программа Машины и аппараты химических производств

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная, очно-заочная, заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Курс, семестр III, 6, IV, 7 III, 6

Форма обучения	очная		очно-заочная		заочная	
	Часы	ЗЕ	Часы	ЗЕ	Часы	ЗЕ
Лекции	9	0,25	9	0,25	4	0,111
Практические занятия	18	0,5	18	0,5	2	0,056
Лабораторные занятия	—	—	—	—	-	-
СР	45	1,25	45	1,25	88	2,444
КСР	36	1	36	1	10	0,278
Форма аттестации	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет 4	Зачет 0,111
Всего	108	3	108	3	108	3

Нижнекамск, 2021 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования

(№ 923 от 07.08.2020 ) по направлению 18.03.02 «Энерго- и

(номер, дата утверждения)

(шифр)

ресурсосберегающие процессы в химической технологии, биотехнологии

(наименование направления)

и нефтехимии»

на основании учебного плана набора обучающихся 2020 года.

Разработчик программы:

доцент каф. МАХП

(должность)



(подпись)

И.Н. Мадышев

(И.О. Фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП,  
протокол от 10.03.2021 г. № 7

Зав. кафедрой



(подпись)

И.А. Сабанаев

(Ф.И.О.)

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения» являются:

1. подготовка выпускников к научным исследованиям для решения задач, связанных с разработкой новых методов создания процессов, материалов и оборудования, обеспечивающих энерго- и ресурсосбережение, экологическую безопасность технологии, к активному участию в инновационной деятельности;
2. подготовка выпускников к производственно-технологической и инженеринговой деятельности в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, обеспечивающей внедрение и эксплуатацию новых наукоемких разработок в технологию природных энергоносителей, конкурентоспособных на мировом рынке;
3. подготовка выпускников к проектной деятельности в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы**

Дисциплина «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения» относится к *вариативной* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения» *бакалавр по* направлению подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.О.12 Математика
- б) Б1.О.13 Физика
- в) Б1.О.17 Общая химия

Дисциплина «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.10 Машины и аппараты химических производств;

- б) Б1.В.18 Системный анализ химико-технологических процессов;
- в) Б1.В.ДВ.01.01 Основы научных исследований в химической технологии.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

### **3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

УК-2.1 знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность.

УК-2.2 умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, анализировать и выбирать альтернативные способы решения; оценивать ресурсы и ограничения и соблюдать правовые нормы при достижении профессиональных результатов.

УК-2.3 владеет навыками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией.

#### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен***

##### **1) Знать:**

- а) знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач;
- б) основные методы оценки разных способов решения задач;
- в) действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность.

##### **2) Уметь:**

- а) определять круг задач в рамках поставленной цели, анализировать и выбирать альтернативные способы решения;
- б) оценивать ресурсы и ограничения и соблюдать правовые нормы при достижении профессиональных результатов.

##### **3) Владеть:**

- а) навыками разработки цели и задач проекта;
- б) методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта;
- в) навыками работы с нормативно-правовой документацией.

**4. Структура и содержание дисциплины «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточ- ной аттеста- ции по разде- лам
			Лек- ции	Практи- ческие за- нятия	Лабора- торные работы	КСР	СРС	
1	Роль и значение энерго- и ресурсосбережения	6/7/6	2/2/1	4,5/4,5/-	-/-/-	9/9/2	11/11/22	Зачет, практическое занятие, доклад
2	Основы термодинамического анализа тепловых процессов и систем	6/7/6	3/3/1	4,5/4,5/1	-/-/-	9/9/3	11/11/22	Зачет, практическое занятие, дискуссия
3	Топливо, основы горения и организация сжигания топлива	6/7/6	2/2/1	4,5/4,5/1	-/-/-	9/9/3	11/11/22	Зачет, практическое занятие
4	Энерготехнологические агрегаты	6/7/6	2/2/1	4,5/4,5/-	-/-/-	9/9/2	12/12/22	Зачет, практическое занятие
<b>ИТОГО</b>			9/9/4	18/18/2	-/-/-	36/36 /10	45/45/88	
Форма аттестации					Очная форма: зачет Очно-заочная форма: зачет Заочная: зачет (4)			

**1. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы оч- ная/очно- заочная	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Роль и значение энерго- и ресурсосбережения	2/2/1	Вводная лекция. Предмет курса, его цели и задачи. Содержание курса. Связь с другими дисциплинами. Формы учебных занятий и	Ресурсосбережение в сфере материального производства. Использование воды, полезных ископаемых и других природных	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

			<p>отчетность по курсу. Литература для изучения курса. Энергетические ресурсы и их использование. Актуальность и потенциал энергосбережения в стране</p>	<p>ресурсов. Взаимосвязь технологических, энергетических и экологических аспектов в промышленных технологиях. Использование тепловой энергии на химических предприятиях. Технологические потребители. Энергоносители. Отопительно-вентиляционные системы. Системы хозяйственно-бытового горячего водоснабжения. Вторичные энергетические ресурсы и их виды. Основные направления энерго-и ресурсосбережения в химической промышленности. Принципы энерготехнологии.</p>	
2	<p>Основы термодинамического анализа тепловых процессов и систем</p>	3/3/1	<p>Первый закон термодинамики. Энергетический баланс. Тепловые к.п.д. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Потери энергии из-за необратимости процессов. Энтропия. Эксергия: определение; расчет; значение в термодинамическом анализе процессов и оборудования. Тепловая функция. Эксергетический к.п.д. системы. Влияние максимальной и минимальной температур системы на величину эксергетического к.п.д.</p>	<p>Расчет эксергии потока и вещества в замкнутом объеме. Эксергетические диаграммы «e-h» для рабочих тел. Эксергетический баланс системы и отдельных ее элементов. Энергетическая и эксергетическая полосовые диаграммы и их использование при анализе энергопотребления. Анализ энергоиспользования в компрессионной одноступенчатой теплонасосной установке. Потери эксергии в теплообменных аппаратах регенеративного типа. Условия оптимальной передачи тепла. Расчет потерь эксергии в смешительных теплообменниках. Определение условий, обеспечивающих минимальные потери эксергии. Термодинамическая эффективность интенсификации процессов химической технологии.</p>	<p>УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3</p>
3	<p>Топливо, основы го-</p>	2/2/1	<p>Топливо: определение; виды; состав. Общая характеристика топлива и</p>	<p>Уравнение теплового баланса и его анализ. Особенности сжигания газового</p>	<p>УК-2.1, УК-2.2,</p>

	рения и организация сжигания топлива		его использование. Материальный баланс горения топлива. Расчет материального баланса горения газообразного топлива табличным способом. Высшая и низшая теплоты сгорания топлива и их расчет. Понятие условного топлива. Энтальпия, теплота и температура продуктов сгорания топлива. Тепловой баланс энерготехнологического агрегата.	топлива. Диффузионный и кинетический режимы горения. Условия, необходимые для осуществления сжигания. Горелки для сжигания газового топлива и газофазных отходов. Особенности сжигания жидкого топлива. Способы сжигания. Горелки для сжигания жидкого топлива и жидких отходов. Особенности сжигания твердого топлива. Стадии горения. Горелки и топки для сжигания твердого топлива. Экологические проблемы при сжигании топлива. Методы подавления образования оксидов азота при горении топлива. Методы очистки газовых выбросов от оксида серы.	УК-2.3
4	Энерготехнологические агрегаты	2/2/1	Энерготехнологические агрегаты: печи; паровые и водогрейные котлы; турбины. Рабочие тела и теплоносители; их свойства. Конструкции и работа котлов. История развития конструкций паровых котлов. Котельные процессы. Котлы-утилизаторы.	Паровые турбины: назначение; типы; принципы работы; конструкции. Паротурбинные тепловые электростанции. К.п.д. станций и пути его повышения. Газотурбинные установки. Применение в химической промышленности.	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

## 6. Содержание практических занятий

Сформулировать цель проведения практических занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы Очная/очно-заочная форма об.	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Роль и значение энерго- и ресурсосбережения	4,5/4,5/-	Энергетический анализ эффективности перемещения насыщенного водяного пара по трубопроводу	Ознакомление с энергетическим методом анализа и оценка с его помощью эффективности использования энергии при пере-	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

				<p>мещении насыщенного водяного пара по трубопроводу. Определение величины потерь тепловой энергии в окружающее пространство с единицы длины трубопровода. Определение количества образующегося конденсата для неизолированного и изолированного трубопроводов.</p>	
2	Основы термодинамического анализа тепловых процессов и систем	4,5/4,5/1	Анализ эффективности использования при нагреве жидкости в аппарате с мешалкой	<p>Ознакомление с энергетическим методом анализа и оценка с его помощью эффективности использования энергии при нагревании жидкости в аппарате с мешалкой. Определение количества теплоты в начале и конце процесса нагревания. Построение диаграммы Сенкея. Определение эффективности использования энергии в процессе нагревания.</p>	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3
3	Топливо, основы горения и организация сжигания топлива	4,5/4,5/1	<p>Анализ эффективности использования энергии при нагревании жидкости в кожухотрубном теплообменнике (жидкостный обогрев без изменения фазового состояния среды)</p>	<p>Проведение энергетического анализа работы теплообменника без изменения агрегатного состояния сред. Определение величин тепловых потоков на входе в аппарат и на выходе из него. Оценка влияния различных факторов на энергетическую эффективность ра-</p>	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3



				боты теплообменника. Построение диаграммы Сенкея и оценка эффективности использования энергии.	
4	Энерготехнологические агрегаты	4,5/4,5/-	Анализ эффективности использования энергии при нагревании жидкости в кожухотрубном теплообменнике (паровой обогрев с изменением фазового состояния энергоносителя)	Проведение энергетического анализа работы теплообменника при изменении фазового состояния энергоносителя. Определение величин тепловых потоков на входе в аппарат и на выходе из него. Оценка влияния различных факторов на энергетическую эффективность работы теплообменника. Построение диаграммы Сенкея и оценка эффективности использования энергии.	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

### 7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрено проведение лабораторных работ по дисциплине «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения».

### 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Энергопотребление в химической промышленности. Основы безотходных производств в химической технологии. Цикличность материальных и энергетических потоков. Водно- и газооборотные циклы в современном химическом производстве.	11/11/22	Подготовка к зачету, к практической работе, доклада	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3
2	Первый и второй законы термодинамики. Энтальпия, эн-	11/11/22	Подготовка к зачету, к практической	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

	тропия, эксергия. Методы термодинамического анализа энергохимико-технологических систем. Анализ отдельных процессов химической технологии. Термодинамическая оптимизация. Термoeкономический анализ. Энерготехнологический баланс химических производств. Балансовая теплотехнологическая схема химического производства. Назначение и состав топливо-энергетического баланса. Нормы расхода теплоты		<i>ской работе, дискуссии</i>	
3	Классификация, виды и состав топлива. Характеристики топлива. Организация сжигания топлива в промышленных установках. Основы расчета и основные параметры топочных устройств. Горелки и топки для сжигания отходов производства. Охрана окружающей среды от вредных выбросов, образующихся при сжигании топлива и горючих отходов.	11/11/22	<i>Подготовка к зачету, к практической работе</i>	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3
4	Печи химической промышленности. Котлоагрегаты химической промышленности. Паровые и газовые турбины. Тепловые электрические станции.	12/12/22	<i>Подготовка к зачету, к практической работе</i>	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

### **8.1 Контроль самостоятельной работы**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы, выносимые на самостоятельную работу</b>	<b>Часы</b>	<b>Форма КСР</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>
1	Энергопотребление в химической промышленности. Основы безотходных производств в химической технологии. Цикличность материальных и энергетических потоков. Водно- и газооборотные циклы в современном химическом производстве.	9/9/2	<i>Прием зачета, практических работ, доклада</i>	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3
2	Первый и второй законы термодинамики. Энтальпия, энтропия, эксергия. Методы термодинамического анализа	9/9/3	<i>Прием зачета, практических работ, дискуссии</i>	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

	энергохимико-технологических систем. Анализ отдельных процессов химической технологии. Термодинамическая оптимизация. Термoeкономический анализ. Энерготехнологический баланс химических производств. Балансовая теплотехнологическая схема химического производства. Назначение и состав топливно-энергетического баланса. Нормы расхода теплоты			
3	Классификация, виды и состав топлива. Характеристики топлива. Организация сжигания топлива в промышленных установках. Основы расчета и основные параметры топочных устройств. Горелки и топки для сжигания отходов производства. Охрана окружающей среды от вредных выбросов, образующихся при сжигании топлива и горючих отходов.	9/9/3	<i>Прием зачета, практических работ</i>	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3
4	Печи химической промышленности. Котлоагрегаты химической промышленности. Паровые и газовые турбины. Тепловые электрические станции.	9/9/2	<i>Прием зачета, практических работ</i>	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

### ***9. Использование рейтинговой системы оценки знаний***

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Б1.В.06 Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Например: при изучении дисциплины предусматривается зачет, доклад, практические занятия. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За зачет студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

<b><i>Оценочные средства</i></b>	<b><i>Кол-во</i></b>	<b><i>Min, баллов</i></b>	<b><i>Max, баллов</i></b>
<b><i>СР</i></b>	<b><i>4</i></b>	<b><i>12</i></b>	<b><i>18</i></b>
<b><i>КСР</i></b>	<b><i>4</i></b>	<b><i>9</i></b>	<b><i>12</i></b>
<b><i>Практическое занятие</i></b>	<b><i>4</i></b>	<b><i>12</i></b>	<b><i>24</i></b>

<b>Доклад</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
<b>Зачет</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>40</b>
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

## **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 «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
Афонин А. М. Энергосберегающие технологии в промышленности [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев и др. - 2 изд. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 272 с.: 60х90 1/16. - Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>	ЭБС «IPRbooks» <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> Доступ с любой точки интернет после регистрации IP-адресов НХТИ
Технология энергосбережения [Электронный ресурс]: Учебник /Сибикин Ю.Д. - - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 336 с. Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>	ЭБС «IPRbooks» <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> Доступ с любой точки интернет после регистрации IP-адресов НХТИ

### **11.2. Дополнительная литература**

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов/О.Л. Данилов, А.Б. Гаряев, И.В. Яковлев и др.-2-е изд., стер.-М.:МЭИ,2016.-424 с.	5 экз. на кафедре

### **11.3. Электронные источники информации**

При изучении дисциплины «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения» использование электронных источников информации:

1. ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>;
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>;
3. Федеральный центр информационно- образовательных ресурсов

<http://fcior.edu.ru/>;

4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>;
5. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн научных статей и публикаций – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

#### ***11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.***

1. Журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение». Сайт журнала «Химическое и нефтегазовое машиностроение». – Доступ свободный: <http://www.himnef.ru/>

2. Журнал «Машиностроение и инженерное образование». Сайт журнала «Машиностроение и инженерное образование». – Доступ свободный: <https://old.mospolytech.ru/index.php?id=4088>

**Согласовано:**

Зав. отделом  
по библиотечному  
обслуживанию



Тарасова В.Я.

#### ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).***

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Стенд № 1. “Вихревой массообменный аппарат”,
2. Стенд №2. “Насадочная колонна”,
3. Стенд № 3. “Противоточные контактные массообменные устройства”, Макет «Монтаж колонны двумя кранами»,
4. Стенд № 4. “Прямоточные контактные массообменные устройства”,
5. Стенд № 5. “Исследование гидродинамики одиночных капель”,
6. Стенд № 6. “Реактор с мешалкой”,
7. Стенд № 7. “Ротационный массообменник (центробежный)”,
8. Стенд № 8. “Температурные напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках”,
9. Стенд № 9. “Кожухотрубчатый теплообменник”,
10. Стенд № 10. “Уплотнительные устройства вращающихся валов”,
11. Стенд №11. “Центровка насосных установок”; Секция клапанной тарелки типа ТКП, Секция колпачковой тарелки типа ТСК,
12. Стенд №12. “Монтаж колонны выжимным способом”,
13. Стенд №13. “Монтаж колонны порталным краном ”;
14. Стенд № 14. «Монтаж колонны двумя кранами»; Макет ректификационной колонны.

техническими средствами обучения:

1. Оверхэд-проектор;
2. Рулонный настенный экран;
3. Ноутбук с проектором

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду НХТИ. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения»:

1. Windows XP;
2. Microsoft Office 2007;
3. Антивирус Касперского

### ***13. Образовательные технологии***

Количество занятий для очной формы обучения 6 часов, для очно-заочной 6 часов, для заочной 4 часа, проводимых в интерактивных формах.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- дискуссия;
- доклады
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);