

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

«30» мая 2022 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

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Курс, семестр III, 6, IV, 7

Форма обучения	очная		очно-заочная	
	Часы	ЗЕ	Часы	ЗЕ
Лекции	18	0,5	9	0,25
Практические занятия	18	0,5	18	0,5
Лабораторные занятия	—	—	—	—
СР	36	1	45	1,25
КСР	36	1	36	1
Форма аттестации	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет
Всего	108	3	108	3

Нижнекамск, 2022 г.

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

(Приказ Минобрнауки России № 923 от 07.08.2020) по направлению __

18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, биотехнологии и нефтехимии»

(номер, дата утверждения)

(шифр)

на основании учебного плана набора обучающихся 2022 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 12.04.2022 г. №8

Зав. кафедрой



(подпись)

И.Н. Мадышев
(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 техноло-

гии.

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 промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1	Роль и значение энерго- и ресурсосбережения	6/7	4/2	4,5/4,5	-/-	9/9	9/11	Зачет, практическое занятие, доклад
2	Основы термодинамического анализа тепловых процессов и систем	6/7	6/3	4,5/4,5	-/-	9/9	9/11	Зачет, практическое занятие, дискуссия
3	Топливо, основы горения и организация сжигания топлива	6/7	4/2	4,5/4,5	-/-	9/9	9/11	Зачет, практическое занятие
4	Энерготехнологические агрегаты	6/7	4/2	4,5/4,5	-/-	9/9	9/12	Зачет, практическое занятие
ИТОГО			18/9	18/18	-/-	36/36	36/45	
Форма аттестации					Очная форма: зачет Очно-заочная форма: зачет			

1. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/ п	Раздел дисциплины	Часы очная/очно-заочная	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Роль и значение энерго- и ресурсосбережения	4/2	Вводная лекция. Предмет курса, его цели и задачи. Содержание курса. Связь с другими дисциплинами. Формы учебных занятий и отчетность по курсу. Литература для изучения курса.	Ресурсосбережение в сфере материального производства. Использование воды, полезных ископаемых и других природных ресурсов. Взаимосвязь технологи-	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

			<p><i>Энергетические ресурсы и их использование. Актуальность и потенциал энергосбережения в стране</i></p>	<p><i>ческих, 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.</i></p>	
2	<p>Основы термодинамического анализа тепловых процессов и систем</p>	6/3	<p><i>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 эксергети-</i></p>	<p><i>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</i></p>	<p>УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3</p>

			ческого к.п.д.	установке. Потери эксергии в теплообменных аппаратах рекуперативного типа. Условия оптимальной передачи тепла. Расчет потери эксергии в смешительных теплообменниках. Определение условий, обеспечивающих минимальные потери эксергии. Термодинамическая эффективность интенсификации процессов химической технологии.	
3	Топливо, основы горения и организация сжигания топлива	4/2	Топливо: определение; виды; состав. Общая характеристика топлива и 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.	Уравнение теплового баланса и его анализ. Особенности сжигания газового топлива. Диффузионный и кинетический режимы горения. Условия, необходимые для осуществления сжигания. Горелки для сжигания газового топлива и газозаменных 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	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

				<i>твердого топлива. Экологические проблемы при сжигании топлива. Методы подавления образования оксидов азота при горении топлива. Методы очистки газовых выбросов от оксида серы.</i>	
4	Энерготехнологические агрегаты	4/2	<i>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.</i>	<i>Паровые турбины: назначение; типы; принципы работы; конструкции. Паротурбинные тепловые электростанции. К.п.д. станций и пути его повышения. Газотурбинные установки. Применение в химической промышленности.</i>	<i>УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3</i>

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 перемещении насыщенного водяного пара по трубопроводу. Определение величины потерь тепловой энергии в окружающее пространство с единицы длины трубопровода.	<i>УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3</i>

				Определение количества образующегося конденсата для неизолированного и изолированного трубопроводов.	
2	Основы термодинамического анализа тепловых процессов и систем	4,5/4,5	Анализ эффективности использования при нагреве жидкости в аппарате с мешалкой	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.	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3
3	Топливо, основы горения и организация сжигания топлива	4,5/4,5	Анализ эффективности использования энергии при нагревании жидкости в кожухотрубном теплообменнике (жидкостный обогрев без изменения фазового состояния среды)	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 работы теплообменника. Построение диаграммы Сенкея и оценка эффективности использования энергии.	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3
4	Энерготехнологические агрегаты	4,5/4,5	Анализ эффективности использования энергии при нагревании	Проведение энергетического анализа работы теплообменника при	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

			жидкости в кожухотрубном теплообменнике (паровой обогрев с изменением фазового состояния энергоносителя)	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.	
--	--	--	--	--	--

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. Водо- и газооборотные циклы в современном химическом производстве.	9/11	Подготовка к зачету, к практической работе, докладу	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3
2	Первый и второй законы термодинамики. Энтальпия, энтропия, эксергия. Методы термодинамического анализа энергохимико-технологических систем. Анализ отдельных процессов химической технологии. Термодинамическая оптимизация. Термозкономический анализ. Энерготехнологический баланс химических производств. Балансовая теплотехнологиче-	9/11	Подготовка к зачету, к практической работе, дискуссии	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

	ская схема химического производства. Назначение и состав топливо-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.	9/11	<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.	9/12	<i>Подготовка к зачету, к практической работе</i>	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Энергопотребление в химической промышленности. Основы безотходных производств в химической технологии. Цикличность материальных и энергетических потоков. Водо- и газооборотные циклы в современном химическом производстве.	9/9	<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 энергохимико-технологических систем. Анализ отдельных процессов химической технологии. Термодинамическая оптимизация. Термозкономический анализ. Энерготехнологический баланс химических производств. Балансовая теплотехнологиче-	9/9	<i>Прием зачета, практических работ, дискуссии</i>	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3

	ская 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	<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	<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.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>СР</i>	<i>4</i>	<i>12</i>	<i>18</i>
<i>КСР</i>	<i>4</i>	<i>9</i>	<i>12</i>
<i>Практическое занятие</i>	<i>4</i>	<i>12</i>	<i>24</i>
<i>Доклад</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>6</i>
<i>Зачет</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

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.

Основные источники информации	Кол-во экз.
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: http://www.iprbookshop.ru	ЭБС «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru Доступ с любой точки интернет по-сле регистрации IP-адресов НХТИ
Технология энергосбережения [Электронный ресурс]: Учебник /Сибикин Ю.Д. - - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 336 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru	ЭБС «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru Доступ с любой точки интернет по-сле регистрации IP-адресов НХТИ

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
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 пол-

ные тексты более 14 млн научных статей и публикаций – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

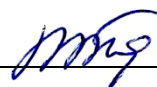
11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

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

_____ 

В.Я. Тарасова

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, 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);