

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Новомосковский институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

Ю. Д. Земляков



« 21 » 09 2015 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

**Уровень высшего образования Бакалавриат**

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

**Направленность (профиль) подготовки "Машины и аппараты химических производств"**

**Квалификация выпускника Бакалавр**  
(бакалавр, магистр, дипломированный специалист)

**Форма обучения заочная**  
(очная, очно-заочная и др.)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», направленность «Машины и аппараты химических производств», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. N 227.

Разработчик (ки):

НИ РХТУ  
(место работы)

к.т.н., доцент

  
(подпись)

/Лобанов Н.Ф./

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Оборудование химических производств

Протокол № 1 от 1.09. 2015 г.

Зав.кафедрой, д.т.н., профессор

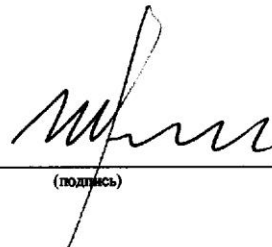
  
(подпись)

/Сафонов Б.П./

Эксперт:

ОАО «НИАП»  
(место работы)

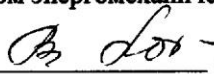
к.т.н., руководитель группы гл.тех.спец

  
(подпись)

/Трещев С.Г./

Рабочая программа согласована с деканом энергомеханического факультета

Декан факультета, д.т.н., профессор

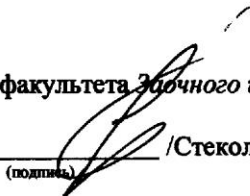


/Логачева В.М./

« 7 » 09 2015г

Рабочая программа согласована с деканом факультета Заочного и очно-заочного обучения

Декан факультета, к.т.н., доцент


  
(подпись)

/Стекольников А.Ю./

« 7 » 09 2015г

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением НИ РХТУ

Руководитель, д.х.н., профессор

  
(подпись)

/Кизим Н.Ф./

« 11 » 09 2015г

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является обеспечение базовой подготовки студентов в области анализа научных основ энерго –и ресурсосбережения.

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером (ОПК-2)
- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиции энерго-и ресурсосбережения ,минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-2);
- способностью использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго-и ресурсосберегающих технологий (ПК-8)
- способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред ,использовать компьютерные средства в НИР (ПК-14)
- способность планировать экспериментальные исследования ,получать и анализировать полученные результаты(ПК-15)
- способностью моделировать энерго-и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16)

Задачи преподавания дисциплины:

- освоение основ термодинамического анализа энергопотребляющих процессов химической технологии н базе эксергетических представлений,
- получение теоретических знаний и практических навыков по расчёту основных эксергетических характеристик процессов,
- освоение приёмов анализа и синтеза химикотехнологических систем на принципах ресурсосбережения,
- использование принципов энергоресурсосбережения при оптимизации типовых энерготехнологических схем,
- освоение методики выделения и использования вторичных энергоматериальных ресурсов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина вариативной части профессионального блока (Б1.В.15) дисциплин и относится к профилю «Машины и аппараты химических производств».

Дисциплина базируется на курсах естественнонаучных и профессиональных дисциплин: Физика, Физическая химия, Общая химическая технология, Процессы и аппараты химических производств, и является основой для последующих дисциплин: Энерго-и ресурсосберегающая техника и технология, Машины и аппараты химических производств, Моделирование энерго-и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ООП

1. Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Содержание компетенции (результаты освоения ООП)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	- владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером	<b>Знать:</b> - стандартные программы для оценки эффективности технологических процессов ; <b>Уметь:</b> - проводить численный анализ термодинамических систем <b>Владеть:</b> -навыками расчёта энергетических балансов

ПК-2	- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиции энерго-и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задачи и методику эксергетического анализа степени эффективности энергопотребляющих технологических процессов ;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить сравнительный анализ вариантов реализации технологических схем с позиции сохранения эксергетического потенциала</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками расчёта потоков эксергии и построения эксергетических диаграмм</li> </ul>
ПК-8	-умением использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго-и ресурсосберегающих технологий	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы эффективного использования вторичных энерго-материальных ресурсов химических производств</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать замкнутые по энерго-материальным потокам целевые технологические схемы при минимальном расходе ресурсов ;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стандартными приёмами утилизации вторичного тепла</li> </ul>
ПК-14	-способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред ,использовать компьютерные средства в НИР	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-методы исследования химико-технологических систем ;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять компьютерные программы для обработки результатов экспериментов:</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами расчета энерго- материальных балансов ;</li> </ul>
ПК-15	-способность планировать экспериментальные исследования ,получать и анализировать полученные результаты	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы планирования экспериментальных НИР</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организовывать оптимальные схемы взаимодействия специалистов ;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стандартными приёмами обобщения экспериментальных данных;</li> </ul>
ПК-16	-умением моделировать энерго-и ресурсосберегающие процессы в промышленности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-методики моделирования химико-технологических систем на основе энергетических, технологических и аппаратурных критериев эффективности;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать энерго-технологические схемы на базе существующих производств ;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками составления энергетических и материальных балансов энерготехнологических установок;</li> </ul>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 ак.час. или 4 зачетных единиц (з.е).

Вид учебной работы	Всего ак. час.	Семестры
		ак. час
		7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>18,3</b>	<b>18,3</b>
В том числе:	-	-
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>117</b>	<b>117</b>
В том числе:		
Контрольная работа (КР)	30	30
Расчетно-графические работы (РГЗ)	-	-
Реферат	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы:</i>		
Изучение материалов дисциплины	58	58
Подготовка к защите ЛР	20	20
Вид аттестации ( <b>экзамен</b> )	8,7	8,7
<b>Общая трудоемкость</b>	ак. час. <b>144</b>	<b>144</b>
	з.е. <b>4</b>	<b>4</b>

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Лекции час.	Практ. занятия час.	Лаб. занятия час.	Семинарские, час.	СРС час.	Всего час.	Код формируемой компетенции
1.	Введение. Природные особенности РФ в аспекте энергоэффективности	1		-		9	10	ОПК-2,ПК-14
2.	Основы эксергетического анализа. Расчёт эксергетических характеристик процесса	2	2	2	-	18	24	ПК-2,ПК-15
3.	Инженерные критерии ресурсоэффективности	1		-	-	9	10	ПК-8,ПК-14,ПК-16
4.	Приёмы экономии энергоматериальных ресурсов в химико технологических системах	2		4	-	26	32	ПК-2,ПК-16
5.	Принципы функционирования энерготехнологических схем	1	2	-	-	14	17	ПК-2,ПК-8
6.	Принципы использования вторичных энергоматериальных ресурсов	1,3		-	-	26	27,3	ПК-8,ПК-14
7.	<i>Подготовка к экзамену</i>				-	24	24	ПК-2,ПК-8,ПК-16
8.	<i>Экзамен</i>					8,7	8,7	
9.	Всего	8	4	6	-	117	144	

#### 4.2. Виды учебной работы, распределение в семестре, формы контроля

Вид учебной работы	Номер недели семестра					
	1-4	5-8	9-12	13-16	17-18	сессия
<b>1. Аудиторные занятия</b>						
– установочная лекция (УЛ)	1-6					
– лекции						1-6
– лабораторные занятия (номер раздела)						2-4
<b>2. Формы контроля успеваемости (номер раздела)</b>						
– Усвоение лекционного материала						1-6
– «Защита» лабораторных работ						24
<b>3. Формы рубежной аттестации (номер раздела)</b>						

Вид учебной работы	Номер недели семестра					
	–Выполнение контрольной работы (В – вопросы теории)		B1 (1-2)	B2 (3)	B3 (4-5)	B4 (6)
– Защита выполненной контрольной работы (ЗКР)						ЗКР (1-6)

#### 4.3. Содержание разделов дисциплины

ПК-15	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	<b>Введение. Природные особенности РФ в аспекте энергоэффективности</b>	Важность проблемы энергосбережения в условиях глобальной конкуренции производителей. Влияние уровня сезонных и экстремальных температур на удельные и капитальные энергозатраты. Особенности климата РФ по сравнению Европой. Сравнительный анализ транспортной составляющей в себестоимости продукции. Оценка энергосырьевых запасов РФ. Цели и задачи курса .Его связь с задачами модернизации экономики..
2.	<b>Основы эксергетического анализа. Расчёт эксергетических характеристик процесса</b>	Основные термины, положения и понятия технической термодинамики. Первое Начало термодинамики и методика составления энергетических балансов для выделенных систем .Второе Начало термодинамики в эксергетической форме. Эксергия и анергия Эксергия как «стройная» форма энергии. Виды энергии, на 100% состоящие из эксергии. Методика расчёта удельной эксергии потока вещества в изотермических и изобарических процессах, эксергии тепла и эксергетического КПД. Классификация потерь эксергии .Составление эксергетических балансов. Оценка степени совершенства процесса или аппарата по отклонению технического КПД от целевого эксергетического КПД.
3	<b>Инженерные критерии ресурсоэффективности</b>	Три группы критериев эффективности химико-технологических систем : энергетические, технологические и аппаратурные. Безразмерные и удельные показатели..Принципы отбора характерных критериев оптимизации химико-технологических процессов..
4	<b>Приёмы экономии энергоматериальных ресурсов в химикотехнологических системах</b>	Приёмы и типовые операции энерго-и ресурсосбережения. Принцип наилучшего использования движущей силы процесса. Принцип сопряжения экзотермических и теплотребляющих процессов. Принцип комплексной переработки сырья. Низкотемпературные и каталитические процессы. Оптимизация тепло-и массообменных процессов. Принципы эффективного использования вторичных материальных ресурсов. Критерии целесообразного использования низкопотенциального тепла.. Принципы эффективного синтеза крупнотоннажных химико технологических систем в рамках единого агрегата.
5	<b>Принципы функционирования энерготехнологических схем</b>	Комплексное сочетание приёмов экономии энергосырьевых ресурсов на принципах энерготехнологии. Энерготехнологические схемы на базе утилизации высокопотенциального тепла внутри химико-технологической системы. Энерготехнологические схемы на основе производства комплекса разнородной продукции и энергии. Сочетание принципов утилизации тепла и выработки энергии.



6	<b>Принципы использования вторичных энергоматериальных ресурсов</b>	<p>Классификация вторичных энергоресурсов (ВЭР) с учётом их эксергетической ценности. Особенности использования ВЭР нестабильного качества. Способы использования ВЭР для отопления производства холода.</p> <p><i>Классификация вторичных материальных ресурсов (ВМР). Приёмы сбора, хранения и переработки промышленных и бытовых отходов. Возможности использования твёрдых отходов, жидких стоков и газовых выбросов в экологически безопасных вариантах.</i></p>
---	---	---

#### 4.4. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудовое время, час.	Форма контроля	Код формируемой компетенции
1.	2	Эксергетическое обследование технологических схем и типовых аппаратов химической технологии (объекты по выбору преподавателя). ЛР1,	2	Отчет. «Защита»	ОПК-2, ПК-2, ПК-8
2.	5	Экспериментальное исследование степени энергетического совершенства тепло-массообменного процесса (объекты по выбору преподавателя). ЛР2, ЛР3	4	Отчет. «Защита»	ПК-14, ПК-15, ПК-16,

#### 4.5. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудовое время, час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	2	Освоение методики расчёта эксергетических характеристик технологических сред на примере воды, пара и воздуха	2	КР1	ОПК-2, ПК-2
2	3,5	Расчёт энерготехнологических критериев эффективности для модельных процессов	2	Оценка решения ситуационных задач, Т1	ПК-8, ПК-15, ПК-16

#### 4.6. Тематика курсовых проектов (работ), расчетно-графических работ, рефератов и других видов СРС

Самостоятельная работа	Тематика курсовых проектов (работ), расчетно-графических работ, рефератов и др.	Код формируемой компетенции
Курсовой проект (работа)	<i>Не предусмотрен</i>	
Расчетно-графические задания	<i>Не предусмотрены</i>	
Реферат	<ol style="list-style-type: none"> <li>Перспективы использования возобновляемых энергоресурсов в 21 веке.;</li> <li>Эксергетический подход к анализу балансов энергопотребления промышленных предприятий ;</li> <li>Сравнительная эффективность</li> </ol>	ПК-2, ПК-8



	практического использования возобновляемых видов энергии ; 4. Взаимосвязь современных проблем ресурсосбережения с вопросами экологической защиты; 5. Современные методы сбора, классификации, переработки и захоронения бытовых и промышленных отходов .	
Подготовка к практическим занятиям	Определена тематикой практических занятий	ОПК-2, ПК-8, ПК-16,
Подготовка к лабораторным работам	ЛР1 (раздел 2); ЛР2 (раздел 3); ЛР3(раздел5)	ПК-14, ПК-15, ПК-16
Контрольная работа (КР)	(разделы 2-6)	ПК-2, ПК-8

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование следующих активных и/или интерактивных форм: разбор конкретных ситуаций, деловые игры, вариантыные расчёты модельных ситуаций и др. Удельный вес учебных занятий в интерактивных формах составляет 20 % от общего объема аудиторных занятий.

Изучение дисциплины « *Теоретические основы энерго-и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии* » предусматривает применение интерактивных форм в объеме 4 часа со следующей разбивкой по семестру/семестрам:

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Вид учебных занятий	Всего часов	Виды активных и/или интерактивных форм обучения
1	2	Практические занятия (семинары)	2	Оценка удельной эксергии газов и жидкостей в зависимости от термодинамических параметров процесса и температуры окружающей среды
2	4	Практические занятия (семинары)	2	Вариантные расчеты показателей технологического совершенства (коэффициентов эффективности) модельных химикотехнологических процессов. Оценка показателей интенсивности работы теплообменной аппаратуры
Общая трудоемкость, час.			4	

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студента по дисциплине

1. Основная и дополнительная литература (см. п.8).
2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
3. Интернет-ресурсы (см. п.8).
4. Информационные справочные системы (см. п.8).
5. Монографии, научные статьи,.
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.2 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа студентов (СРС) — это деятельность учащихся, которую они совершают без непосредственной помощи и указаний преподавателя, руководствуясь сформировавшимися ранее представлениями о порядке и правильности выполнения операций. Цель СРС в процессе обучения заключается, как в усвоении знаний, так и в формировании умений и навыков по их использованию в новых условиях на новом учебном материале. Самостоятельная работа призвана обеспечивать возможность осуществления студентами самостоятельной познавательной деятельности в обучении, и является видом учебного труда, способствующего формированию у студентов самостоятельности.

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- руководствоваться планом контрольных пунктов, определенным рабочей программой дисциплины;
- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы;
- использовать при подготовке нормативные документы ВУЗа (требования к подготовке реферата, эссе, контрольной работы, творческих заданий и пр.).

В данной рабочей программе приведен перечень основных и дополнительных источников, которые предлагается изучить в процессе обучения по дисциплине. Кроме того, для расширения и углубления знаний по данной дисциплине целесообразно использовать: библиотеку диссертаций; научные публикации в тематических журналах; полнотекстовые базы данных библиотеки, имеющиеся в библиотеке ВУЗа и региона, публикаций на электронных и бумажных носителях.

Порядок выполнения самостоятельной работы студентами указан в п.5.2. настоящей программы.

Самостоятельная работа студентов предполагает индивидуальную работу с литературой; доработку материала, выполненного на лабораторных занятиях; поиск информации в Интернет; подготовку к контрольным пунктам.

### **6.3. Методические рекомендации по работе с литературой**

В рабочей программе представлен список основной и дополнительной литературы по курсу – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, написание курсовой работы, доклада и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины

При организации СРС целесообразно также использовать источники полнотекстовых баз данных, а также публикации по теме курса в периодических изданиях, представленных в библиотеке ВУЗа.

Выбранную монографию или статью целесообразно внимательно просмотреть. В книгах следует ознакомиться с оглавлением и научно-справочным аппаратом, прочитать аннотацию и предисловие. Целесообразно пролистать, рассмотреть иллюстрации, таблицы, диаграммы, приложения. Такое ознакомление позволит узнать, какие главы следует читать внимательно, а какие прочитать быстро. В книге или журнале, принадлежащих студенту, ключевые позиции можно выделять маркером или делать пометки на полях. При работе с электронным документом также следует выделять важную информацию. Если книга или журнал не являются собственностью студента, то целесообразно записывать номера страниц, которые привлекли внимание. Позже следует вернуться к ним, перечитать или переписать нужную информацию. Физическое действие по записыванию помогает прочно заложить данную информацию в «банк памяти».

Выделяются следующие виды записей при работе с литературой. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги. Записи в той или иной форме не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки ясного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов.

По всем вопросам учебной работы студент может обращаться к лектору курса – на лекциях, консультациях; к преподавателю, ведущему лабораторные работы – на занятиях, консультациях; к заведующему кафедрой – в часы приёма.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1. Перечень компетенций, этапы их формирования в процессе освоения программы. Показатели и критерии оценивания компетенций на разных этапах их формирования

Перечень компетенций	Этапы формирования компетенций	Показатели оценивания	Критерии оценивания
<p>- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиции энерго-и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду(ОПК-2)</p> <p>-способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиции энерго-и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-2)</p> <p>-умением использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго-и ресурсосберегающих технологий (ПК-8)</p> <p>-способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред ,использовать компьютерные средства в НИР(ПК-14)</p>	<p>Формирование знаний</p> <p>Формирование умений</p>	<p>Сформированность знаний (полнота, глубина, осознанность)</p> <p>Сформированность умений (прочность, последовательность, правильность, результативность, рефлексивность)</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- стандартные программы для оценки эффективности технологических процессов ;</li> <li>- задачи и методику эксергетического анализа степени эффективности энергопотребляющих технологических процессов ;</li> <li>-принципы эффективного использования вторичных энерго-материальных ресурсов химических производств ;</li> <li>-методы исследования химико-технологических систем ;</li> <li>-методики моделирования химико-технологических систем на основе энергетических, технологических и аппаратурных критериев эффективности;</li> <li>- принципы планирования экспериментальных НИР</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- проводить численный анализ термодинамических систем</li> <li>- проводить сравнительный анализ вариантов реализации технологических схем с позиции сохранения эксергетического потенциала</li> <li>- разрабатывать замкнутые по энерго-материальным потокам целевые технологические схемы при минимальном расходе ресурсов ;</li> <li>- применять компьютерные программы для обработки результатов экспериментов;</li> <li>- организовывать оптимальные схемы взаимодействия специалистов ;</li> <li>- разрабатывать энерго-технологические схемы на базе существующих производств ;</li> </ul>

<p>-способность планировать экспериментальные исследования, получать и анализировать полученные результаты(ПК-15)</p> <p>-умением моделировать энерго-и ресурсосберегающие процессы в промышленности(ПК-16)</p>			
	<p>Формирование навыков и (или) опыта деятельности</p>	<p>Сформированность навыков и (или) опыта деятельности (качественность, скорость, автоматизм, редуцированность действий)</p>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками расчёта энергетических балансов ;</li> <li>- навыками расчёта потоков эксергии и построения эксергетических диаграмм,</li> <li>-- стандартными приёмами утилизации вторичного тепла;</li> <li>- приемами расчета энерго-материальных балансов ;</li> <li>- стандартными приёмами обобщения экспериментальных данных;</li> <li>- навыками составления энергетических и материальных балансов энерготехнологических установок;</li> </ul>

## 7.2. Оценочные средства уровня формирования компетенций по дисциплине

### Цель контроля, вид контроля и условия достижения цели контроля

Цель контроля	Постановка задания	Вид контроля	Условие достижения цели контроля
Выявление уровня знаний, умений, овладения навыками	Вопросы ставятся в соответствии с алгоритмом действий, лежащих в основе знаний, умения,	Текущий  Оценивание окончательных результатов изучения	Цель контроля может быть достигнута только в ходе выполнения обучающимися соответствующих заданий,

### Шкала оценивания формирования компетенций по дисциплине при текущем контроле (в соответствии с календарным планом)

Компетенция	Показатели текущего контроля	Уровень формирования компетенции		
		высокий	пороговый	не освоена
1	2	3	4	5
<p>- владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером (ОПК-2)</p> <p>- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиции энерго-и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-2)</p> <p>-умением использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго-и ресурсосберегающих технологий (ПК-8)</p> <p>-способность применять современные методы исследования технологических</p>	Выполнение лабораторных работ	В полном объеме с оценкой отлично, хорошо.	В полном объеме с оценкой удовлетворительно	Не выполнены в полном объеме
	Выполнение контрольных работ	Отлично, хорошо	Удовлетворительно	Не выполнены в полном объеме
	Уровень использования дополнительной литературы	Без помощи преподавателя	По указанию преподавателя	С помощью преподавателя

процессов и природных сред ,использовать компьютерные средства в НИР(ПК-14) -способность планировать экспериментальные исследования ,получать и анализировать полученные результаты(ПК-15) -умением моделировать энерго-и ресурсосберегающие процессы в промышленности(ПК-16)				
--	--	--	--	--

### 7.1. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

При реализации программы «Теоретические основы энерго-и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» используются следующие образовательные технологии: чтение лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, проведение практических занятий (4часов) с использованием интерактивных форм, выполнение расчётно-экспериментальных лабораторных работ .

Самостоятельная работа студентов предполагает индивидуальную работу со справочниками термодинамических свойств индивидуальных веществ и смесей, с информацией из Интернета и из технической документацией; доработку материала, выполненного на практических занятиях; решение практических заданий с последующей проверкой правильности выполнения преподавателем; подготовку к контрольным пунктам.

Основной формой изучения дисциплины является самостоятельная работа студента над рекомендуемой основной и дополнительной литературой и общедоступными периодическими изданиями. На вводных лекциях преподавателем объясняются наиболее сложные и важные вопросы дисциплины. Изучение материала следует начинать с подбора соответствующей литературы и в последовательности, установленной программой, рекомендуется конспектировать материал, выписывая основные положения.

Программой предусмотрено выполнение одной домашней контрольной работы, состоящей из 2 задач и 1 теоретического вопроса. Варианты заданий контрольной работы выбираются студентом по шифру зачетной книжки. В начале решения указывается номер теоретического вопроса и варианты исходных данных задач. Ответы на вопросы и решение задач должны содержать необходимые пояснения, схемы и расчеты. Текстовая часть работы выполняется с соблюдением норм русского языка. При ответе на вопросы и решении задач необходимо использовать не только данное учебное пособие, но и другую учебную и справочную литературу, приведенную в библиографическом списке. В конце контрольной работы приводится список использованной литературы

После получения проверенной работы студент обязан просмотреть все замечания и внести в работу соответствующие исправления. Работа, оцененная неудовлетворительно, должна быть представлена на проверку вторично.

### 7.2. Примеры вопросов текущего контроля

Ниже представлены примеры вопросов, заданий для текущего, рубежного и итогового контроля успеваемости. Полный текст всех контрольных вопросов, заданий, билетов, тестов приведен в Приложении 1.

#### Пример теста (Т1)

1. Удельная эксергия потока вещества возрастает:
  - а) с ростом температуры окружающей среды
  - б) с повышением давления рабочей среды
  - в) по мере увеличения рабочей температуры
2. Принципиально неустранимые потери эксергии имеют место в следующих аппаратах:
  - а) рекуперативные теплообменники
  - б) смесительные теплообменники
  - в) Турбогенераторы электроэнергии
3. Полное превращение одного вида энергии в другой вид теоретически возможно для перехода:
  - а) тепловой в электрическую
  - б) потенциальную в кинетическую
  - в) электроэнергии в работу

## Пример контрольной работы (КР)

### Задача №1 .

Рассчитать удельную эксергию и относительную долю эксергии в теплосодержании (энтальпии) воздуха или воды и водяного пара известных параметров.

А) Водяной пар: давление-0,6МПа,температура- 120°С,200°С,400°С

В) Воздух: давление-0,1 МПа,температура-400К,800К и 1200К

Условия окружающей среды: давление-0,1МПа,температура-20°С

### Задача.№2

Дымовые газы выходят из котельной установки с температурной с начальной температурой 1050К при расходе 2400 нм /час. Перед выбросом в атмосферу (перед дымовой трубой) необходимо понизить температуру до 300К. Рассмотрим три варианта охлаждения дымовых газов:

А) Путём охлаждения в рекуперативном воздухоподогревателе холодным воздухом под давлением 400 кПа. При этом воздух нагревался с 300К до 900К;

В) Путём смешения с холодным воздухом при начальной температуре 300К и давлении 1МПа;

С) Путём охлаждения в теплообменнике « газ – вода». В процессе теплосъёма вода (давление-450кПа) нагревалась от 30°С до 120°С.

Составить энергетические и эксергетические балансы трёх вариантов охлаждения дымового газа. Рассчитать эксергетические КПД для каждого варианта. Дать обоснованную оценку сравнительной эффективности каждого варианта охлаждения дымового газа(по уровню эксергетического КПД) и объяснить полученные результаты.

### Примерные теоретические вопросы

1. Реализации принципа комплексной переработки сырья в химико-технологических системах (ХТС) в аспекте ресурсосбережения.
2. Принципиальные преимущества «Крупных агрегатов» перед малотоннажными производствами в аспекте снижения удельных энергопотерь.
3. Энергетические , технологические и аппаратурные критерии эффективности..
4. Реализация принципа максимального использования движущей силы химико-технологического процесса (ХТП) для энерготехнологических ХТС.

### Примеры билетов для экзамена

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Химико-технологические системы (ХТС) , их классификация в аспекте энерго-и ресурсосбережения.
2. Удельная эксергия потока вещества при заданных термодинамических параметрах.
3. Задача.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная литература

1. Кирилин В.ВА, Сычёв В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика: Учебник для ВУЗов,5-е изд.,перераб.и доп. \_М.: Издательский дом МЭИ,2008-496с.

2. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии(Текст):учеб. пособ./Ю.А. Комиссаров,Л.С. Гордеев,Д.П. Венг.-М.Химия,2011-1229с.

#### **б) дополнительная литература**

1 Лобанов Н.Ф.Теоретические основы энерго-ресурсосбережения в химической технологии. Учебное пособие,2-ое доп. и испр.изд. ГОУ ВПО «РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт(филиал)»,2011-60с..

2 Лобанов Н.Ф., Каменский М.Н., Теоретические основы энерго-ресурсосбережения. Лабораторный практикум, ГОУ ВПО «РХТУ им.Д.И. Менделеева, Новомосковский институт(филиал),Новомосковск,2011-48с.

#### **в) программное обеспечение**

Компьютерный класс, обеспечивающий возможность просмотра видеоматериалов на электронных носителях, доступ к ресурсам интернета, программы компьютерного обеспечения лабораторных работ.

#### **г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<http://www.energsovet.ru/>

<http://www.gken.ru/>

#### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Компьютеризированный лабораторный комплекс на базе программного обеспечения в среде ПК, лазерный принтер, лабораторные установки для исследования процессов тепло-массопереноса ,демонстрационные материалы на электронных носителях )

## **Приложение №1**

### **Вопросы для текущего контроля по ТОЭРС**

1. Реализация принципа комплексной переработки сырья
  2. Преимущество «больших» агрегатов в аспекте снижения теплопотерь
  3. Энергетические критерии эффективности
- 2)
1. Принцип максимального использования движущей силы процесса
  2. Преимущество «больших» агрегатов в аспекте снижения себестоимости продукции
  3. Технологические критерии эффективности
- 3)
1. Принципы комбинирования теплопотребляющих и теплоизбыточных процессов
  2. Преимущество «больших» агрегатов в аспекте экономии капзатрат
  3. Аппаратурные показатели эффективности
- 4)
1. Принципы утилизации энергии внутри и вне данной химико-технологической системы
  2. Энерготехнологические схемы переработки бытовых отходов
  3. Расчет удельной эксергии в изобарических процессах
- 5)
1. Принципы использования вторичных энергетических ресурсов в химико-технологических системах
  2. Классификация потерь эксергии
  3. Расчет удельной эксергии в изотермическом процессе
- 6)
1. Энерготехнологическая схема на базе энергетического процесса



2. Влияние параметров окружающей среды на уровень эксергии
  3. Физический смысл эксергетического КПД
- 7)
1. Принципы использования вторичных материальных ресурсов в химико-технологических системах
  2. Общий и целевой эксергетический КПД
  3. Расчет удельной эксергии смеси компонентов
- 8)
1. Энерготехнологическая схема на базе химико-технологического процесса
  2. Принципы построения эксергетических диаграмм
  3. Технический КПД и его связь с эксергетическим
- 9)
1. Энерготехнологическая схема мусороперерабатывающего объекта
  2. Отличие энергетического и эксергетического балансов
  3. Расчет потока эксергии для электроэнергии (в Дж и в Вт)
- 10)
1. Приёмы экономии топливно-энергетических ресурсов в энерготехнологических схемах
  2. Определение эксергии и анергии
  3. Расчет потока эксергии механической работы
- 11)
1. Классификация вторичных материальных ресурсов промышленного происхождения
  2. Неэнтропийные виды эксергии
  3. Фактор Карно (для тепловой энергии)
- 12)
1. Эксергия и основные законы термодинамики
  2. Классификация вторичных энергетических ресурсов
  3. Расчет потока эксергии для кинетической энергии (в Дж и в Вт)

#### **Вопросы к билетам по курсу “ТОЭРС”**

1. Химико-технологические системы (ХТС). Понятие и классификация.
2. Химико-технологические процессы (ХТП). Основные критерии эффективности ХТП.
3. Технологические критерии эффективности (К7) аппаратно-технической схемы процесса.
4. Принципы анализа и синтеза ХТС.
5. Принципы энерго-ресурсосбережения в ХТС.
6. Основы энерготехнологии.
7. Энерготехнологическая схема процесса (на примере комбинирования получения электроэнергии и материалов).
8. Энерготехнологическая и функциональная схемы ХТС (на примере синтеза аммиака).
9. Климатические и географические основы актуальности проблемы энергосбережения в России.
10. Принципиальные отличия схем ХТС с утилизацией и экспортом вторичных энергетических ресурсов.
11. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР). Классификация и области применения.
12. Вторичные материальные ресурсы (ВМР). Классификация и принципы использования.
13. Энергосырьевая база химической промышленности. Транспортно-территориальные факторы России.
14. Сырьевая база химической промышленности. Классификация и принципы использования.
15. Вода, как сырьевой ресурс и энергоноситель. Классификация природных вод.
16. Основные принципы промышленной водоподготовки.
17. Основные приёмы утилизации твёрдых отходов, стоков и газовых выбросов.
18. Основные приёмы сбора и классификации бытовых отходов.
19. Энерготехнологическая схема мусоросжигающего завода.
20. Принципы обогащения исходного сырья и вторичных материальных ресурсов.

21. Экологический аспект процессов ресурсосбережения при комплексной переработке сырья.
22. Экологический аспект энергосбережения. Отличие схем утилизации энергии и выработки вторичных энергоресурсов.
23. Связь проблем ресурсоэнергосбережения и коррозионной защиты оборудования.
24. Связь проблем энергосбережения и качественного обслуживания энергопотребляющего оборудования.
25. Взаимодействие проблем ресурсоэнергосбережения, экологии и коррозионной защиты.
26. Удельная эксергия потока вещества. Поток эксергии.
27. Энергия, эксергия и анергия. Эксергетическая формулировка 2-го начала термодинамики.
28. Расчёт общего и целевого эксергетического КПД.
29. Составление эксергетического баланса. “Стройные” и “нестройные” формы энергии.
30. Потери эксергии при теплообмене. Фактор Карно.
31. Классификация потерь эксергии. Эксергетический КПД.
32. Расчёт удельной эксергии в изобарическом процессе.
33. Расчёт удельной эксергии в изотермическом процессе.
34. Отличие эксергетического и технического КПД.
35. Расчёт потоков эксергии от электроисточников и от топлив.
36. Принципы построения эксергетических диаграмм.
37. Расчёт потоков эксергии и эксергетического КПД.
38. Термодинамические различия энергетического и эксергетического балансов.
39. Основы эксергетического анализа ХТС.
40. Расчёт удельной эксергии потоков веществ и топлив.
41. Фактор окружающей среды в эксергетических расчётах.
42. Принципы выбора температуры и давления окружающей среды при эксергетическом анализе ХТП.
43. Принципы выбора состава окружающей среды при эксергетическом анализе ХТП.
44. Эксергия и основные законы термодинамики.
45. Составление энергетических и эксергетических балансов тепловых процессов (на примере смесительного теплообменника).
46. Составление энергетических и эксергетических балансов тепловых процессов (на примере рекуперативного теплообменника).
47. Составление энергетических и эксергетических балансов тепловых процессов (на примере проточного электронагревателя воды).
48. Составление энергетических и эксергетических балансов тепловых процессов (на примере проточного электрического водонагревателя объёмного типа).
49. Расчёт удельной эксергии потока при смешении газов (через энтальпии и энтропии).
50. Расчёт эксергии вещества при проведении химреакции (на примере).

)

## Примерные вопросы к контрольной работе №1

Рассчитать удельную эксергию и долю ( $e$ ) и относительную долю эксергии в теплосодержании ( $h$ ) воздуха, воды или водяного пара по заданным характеристикам среды (давление и температура) при следующих параметрах окружающей среды (ОС):

- давление – 100 кПа;
- температура    - 30 °С (300 К) – вар А
- 10 °С (280 К) – вар В
- 50 °С (320 К) – вар С

### Исходные данные

Вариант	$P$ , атм	Воздух, ( $T$ , К)			Вода и вод. пар ( $t$ , °С)			$P$ , кПа
1	1	100	1000	2000	90	200	400	100
	4							400
2	1	600	1200	2400	80	180	380	100
	4							400
3	1	500	800	3000	70	250	450	100
	4							400
4	1	400	1100	2700	100	220	420	100
	4							400
5	1	800	1600	3000	60	190	390	100
	4							400
6	1	450	900	1800	90	210	410	100
	10							1000
7	1	550	1100	2200	80	230	430	100
	10							1000
8	1	400	1000	2000	70	190	390	100
	10							1000
9	1	600	1200	2400	100	230	440	100
	10							1000
10	1	500	1300	2600	60	270	360	100
	10							1000

Справочные формулы:

$$e_{TP} = h_{TP} - h_{OC} - T_{OC} (S_{TP} - S_{OC});$$

$$\psi = e_{TP} / h_{TP}.$$

Справочные данные – из термодинамических таблиц (см. лабораторный практикум).