

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 30.05.2022 16:02:18  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной и методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И**  
**РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Направления подготовки

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

Направленности образовательных программ

**Рациональное использование материальных, энергетических и водных ресурсов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **ресурсосберегающих технологий**

Санкт-Петербург  
2016

**Б1.В.13**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы. ....	4
3. Объем дисциплины. ....	5
4. Содержание дисциплины. ....	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий. ....	5
4.2. Занятия лекционного типа. ....	6
4.3. Занятия семинарского типа. ....	9
4.3.1. Лабораторные работы. ....	9
4.4. Самостоятельная работа обучающихся. ....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. ....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации. ....	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. ....	12
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. ....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	13
10.1. Информационные технологии. ....	13
10.2. Программное обеспечение. ....	13
10.3. Информационные справочные системы. ....	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. ....	13
Приложение № 1 .....	14

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-2</b>	Способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	<p><b>Знать:</b> принципы интенсификации и рационализации химических производств</p> <p><b>Уметь:</b> подбирать и обрабатывать информацию для проведения анализа возможных факторов интенсификации производств; выбирать наиболее эффективные в конкретной ситуации методы и приемы анализа;</p> <p><b>Владеть:</b> основными методами исследования технологических процессов для выбора наиболее энерго- и ресурсоэффективных схем</p>
<b>ПК-8</b>	Способность использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго- и ресурсосберегающих технологий	<p><b>Знать:</b> методы определения эффективности различных технологических схем производства</p> <p><b>Уметь:</b> на практике использовать знания и навыки в организации исследовательских и проектных работ по оптимизации технологических процессов</p> <p><b>Владеть:</b> знаниями о новых технологических решениях в химической технологии с точки зрения энерго- и ресурсосбережения.</p>

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-14</b>	Способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе	<p><b>Знать:</b> методы и пути совершенствования технологических процессов;</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать комплекс мер и мероприятий по наиболее полному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов</p> <p><b>Владеть:</b> данными по тенденциям в развитии современных программных средств моделирования и оптимизации процессов</p>
<b>ПК-16</b>	Способность проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта	<p><b>Знать:</b> методы определения эффективности технологических схем с целью энерго- и ресурсосбережения на предприятиях</p> <p><b>Уметь:</b> проводить технологические и технические расчеты</p> <p><b>Владеть:</b> методами исследования операций при проведении технологических процессов</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части и является обязательной для изучения (Б1.В.13). Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Неорганическая химия», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Информатика».

Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе бакалавра и при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	4 / 144
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>72</b>
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	32
семинары, практические занятия	32
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	8
другие виды контактной работы	36
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>36</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (36)

### 4. Содержание дисциплины.

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение	2				ПК-2
2.	Энтропия и ее производство.	4			4	ПК-2
3.	Потребление полезной работы	4	4		4	ПК-2, ПК-8
4.	Причины и следствия увеличения энтропии систем. Энергетические потери и неравновесность	4	8		8	ПК-2
5.	Термодинамическая эффективность и оптимизация	4	8		4	ПК-2, ПК-8
6.	Эксергия и эксергетический баланс процесса.	4	4		4	ПК-8

7.	Превращение энергии и производство электроэнергии.	4	4		4	ПК-14
8.	Сжигание угля и газа. Анализ процессов разделения. Анализ химических превращений.	4			4	ПК-14
9	Оптимизация энерго- и ресурсосберегающих производств	2	4		4	ПК-16

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение.</u> Устойчивое развитие и жизненный цикл. Социально-экономико-экологическая система. Энергия, эксергия, трансформируемость видов энергии, сырья, продуктов и услуг. Ресурсы и ресурсосбережение. Энергосбережение. Основные понятия и определения. Ресурсосберегающая технология.	2	Мультимедиа-презентация
2	<u>Энтропия и ее производство.</u> Система и ее окружение. Состояние и функции состояний. Процессы и их условия. Первый и второй законы термодинамики. Производство энтропии. Изменение состава систем. Энтропия процессов смешения и химического преобразования. Структура термодинамических приложений. Алгоритм применения термодинамики при решении практических задач.	4	Мультимедиа-презентация
3	<u>Потребление полезной работы.</u> Потребление энергии и «потерянная» работа. Уравнение Гюи-Стодолы. Фактор Карно. Термодинамический анализ теплообменника. Зависимость фактора Карно от подведенной теплоты. «Потерянная» работа и производство энтропии.	4	Мультимедиа-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<p><u>Причины и следствия увеличения энтропии систем. Энергетические потери и неравновесность.</u></p> <p>Равновесная и неравновесная термодинамика. Химическая термодинамика. Движущие силы и потоки теплоты, объема и вещества. Стабильная, метастабильная и нестабильная системы. Соотношения между силами и потоками. Феноменологические соотношения. Взаимность (взаимосвязь). Ограниченность применения линейных законов.</p> <p>Уменьшение энергетических потерь, связанных с неравновесностью процесса. Цикл Карно: от идеальных к реальным процессам. Оптимальный поток теплоты. Скорость производства энтропии как функция потока теплоты.</p>	4	Мультимедиа-презентация
5	<p><u>Термодинамическая эффективность и оптимизация.</u></p> <p>Принцип равномерного распределения энергии. Термодинамическая оптимизация на примере прямоточного и противоточного теплообменников.</p>	4	Мультимедиа-презентация
6	<p><u>Эксергия и эксергетический баланс процесса.</u></p> <p>Эксергия. Полезность и энергия Гиббса. Эксергетический баланс. Физическая эксергия. Эксергия смешения.</p> <p>Количество и качество теплоты. Химическая эксергия. Эксергия компонентов воздуха. Стандартная химическая эксергия. Значения эксергии элементов. Удобство понятия «химическая эксергия». Общее потребление эксергии.</p>	4	Мультимедиа-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
7	<p><u>Превращение энергии и производство электроэнергии.</u></p> <p>Паросиловая установка. Газовая турбина. Газовая турбина с парогенератором (объединенный цикл). Ядерный реактор. Гидрогенератор. Энергия ветра. Солнечная энергия. Геотермальная энергия.</p>	4	Мультимедиа-презентация
8	<p><u>Сжигание угля и газа. Анализ процессов разделения. Анализ химических превращений.</u></p> <p>Классификация процессов сжигания угля по типам. Термодинамический анализ горения угля.</p> <p>Анализ горения природного газа. Термодинамическая эффективность газового цикла.</p> <p>Расчет эффективности парового цикла. Эффективность объединенного цикла.</p> <p>Одноколонный и двухколонный процессы разделения. Процессы разделения с использованием теплового насоса. Материальный и энергетический балансы однократной равновесной перегонки бинарной смеси.</p> <p>Термодинамический анализ идеальной колонны. Анализ реальной колонны. Эксергетический анализ процессов разделения с программированием карты технологического процесса. Влияние интеграции теплоты на энергетические потери. Комбинированная дистилляция на примере разделения пропана и пропилена.</p> <p>Химические превращения на примере процессов полимеризации. Эксергетический анализ химических превращений.</p> <p>Общий подход. Основные способы ресурсосбережения химико-технологических систем.</p>	4	Мультимедиа-презентация
9	<p><u>Оптимизация энерго- и ресурсосберегающих производств.</u></p> <p>Прямые и декомпозиционные методы. Структурно– декомпозиционные методы.</p>	2	Мультимедиа-презентация



### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Практические работы.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Основы термодинамического анализа эффективности проведения технологических операций расширения и охлаждения газов. На основании методики расчета работоспособности технологических потоков выполняют индивидуальные задания по определению работоспособности рабочих тел и потерь вследствие необратимости процессов.	4	Разработка проекта (метод проектов)
4	Анализ фракционного состава нефти и модельных смесей углеводородов В результате ознакомления с основными методами анализа фракционного состава сложных смесей углеводородов студенты изучают кривые разгонки нефтей, производят их разбивку на псевдокомпоненты для последующего использования полученных знаний при выполнении лабораторных работ по оценки эффективности систем разделения углеводородных смесей.	8	Разработка проекта (метод проектов)
5	Разработка моделей аппаратов химической технологии в системе компьютерного моделирования HYSYS. В результате изучения основ моделирования технологических процессов смешения и сжатия студенты при выполнении работы приобретают навыки самостоятельной разработки моделей смесителя, компрессора и ряда других аппаратов, исследуют их характеристики.	8	Разработка проекта (метод проектов)
6	Исследование технологического процесса осушки природного газа. Изучение промышленного процесса осушки природного газа и оптимизации выделения из него высококипящих компонентов.	4	Разработка проекта (метод проектов)
7	Исследование процесса ректификации в производстве бутана. Моделирование и оптимизация процессов разделения многокомпонентных смесей посредством ректификации в производстве бутана.	4	Разработка проекта (метод проектов)

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
9	Исследование технологического процесса выделения широкой фракции суммарных ксилолов. Рассмотрение альтернативных вариантов аппаратного оформления процесса ректификации продуктов риформинга бензиновых фракций в виде каскада из простых колонн или в виде сложной колонны с боковой секцией. Расчеты проводятся с помощью программы HYSYS.	4	Разработка проекта (метод проектов)

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Производство энтропии в модельных неравновесных системах. Общее выражение для скорости производства энтропии.	4	Устный опрос №1
3	Уравнения баланса потоков масс компонентов. Уравнения баланса потоков энергии.	4	Устный опрос №1
5	Неравноценность различных форм энергии. Ранжирование источников и стоков теплоты с помощью машины Карно. Обратимая и необратимая работа. Ящик Вант-Гоффа. Термодинамические обратимые пути химически обратимых реакций.	8	Устный опрос №1
6	Полная работа в технологической системе. Уравнение баланса энтропии. Выражение работоспособности системы через эксергию.	4	Устный опрос №1
7	Принципиальная технологическая схема ТЭЦ. Диаграмма потоков энергии ТЭЦ.	4	Коллоквиум №1
8	Характеристика твердых, жидких и газообразных топлив. Рабочая топливовоздушная смесь. Разделение одного потока на несколько потоков. Разделение потоков разных веществ. Анализ электрохимических процессов. Эксергетический баланс системы электрохимического генератора.	4	Коллоквиум №1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
9	Методика эксергетической технико-экономической оптимизации. Распределение затрат в комплексном производстве.	4	Устный опрос №2

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется их трех теоретических вопросов (для проверки знаний).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

#### Вариант № 1

1. Трансформация энергии и ее использование с сырьем в процессах производства.
2. Уравнение Гюи-Стодолы.
3. Эксергетический баланс процесса и неравновесность.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### ***а) основная литература:***

1. Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение/ Лисицын Н.В., Викторов В.К., Кузичкин Н.В., Федоров В.И. - СПб.: Менделеев, 2013. – 392с.
2. Моделирование в компьютерной среде AspenHysys: учебное пособие. / Федоров В.И., Кузичкин Н.В., Сладковская Е.В., Смирнова Д.А., Осипенко У.Ю., Семикин К.В., Сладковский Д.А. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 75с.(ЭБ)
3. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : В двух книгах : учебник для вузов по химико-технологическим направлениям и спец. / В. Г. Айнштейн [и др.]; Под ред. В. Г. Айнштейна. - 5-е изд. (электронное). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 1758 с. (ЭБС)

### ***б) дополнительная литература:***

1. Лисицын, Н.В. Основы термодинамического анализа эффективности проведения технологических операций расширения и охлаждения газов: учебное пособие. / Лисицын Н.В., Федоров В.И. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2007.- 22с. (ЭБ)
2. Лавров, Л.И. Термодинамические циклы [Текст] / Л. И. Лавров, А. А. Копейкина, Е. А. Морос ; СПбГТИ(ТУ). Каф. процессов и аппаратов хим. технологии. - СПб. 2010. - 35 с. (ЭБ)

### ***в) вспомогательная литература:***

1. Лисицын, Н.В. Фазовый состав и физические свойства многокомпонентных смесей в компьютерной системе HYSYS: учебное пособие. / Лисицын Н.В., Федоров В.И. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2005.- 38с.(ЭБ)
2. Лисицын, Н.В. Разработка моделей аппаратов химической технологии в системе компьютерного моделирования HYSYS: учебное пособие. / Лисицын Н.В., Федоров В.И. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2005.- 30с.
3. Лисицын, Н.В. Исследование технологического процесса выделения широкой фракции суммарных ксилолов: Методические указания к лабораторной работе. / Лисицын Н.В., Федоров В.И. – СПб: СПбГТИ(ТУ), 2004. – 26 с.
4. Лисицын, Н.В. Анализ фракционного состава нефти и модельных смесей углеводородов: Методические указания к лабораторной работе. / Лисицын Н.В., Федоров В.И. – СПб: СПб ГТИ(ТУ), 2004. – 27 с.
5. Лисицын, Н.В. Исследование процесса ректификации в производстве бутана: Методические указания к лабораторной работе. / Лисицын Н.В., Федоров В.И. – СПб: СПб ГТИ(ТУ), 2004. – 27 с.
6. Лисицын, Н.В. Исследование технологического процесса осушки природного газа: Методические указания к лабораторной работе. / Лисицын Н.В., Федоров В.И. – СПб: СПб ГТИ(ТУ), 2004. – 29 с.
7. Лисицын, Н.В. Синтез систем разделения многокомпонентных смесей: Учебное пособие. / Лисицын Н.В., Хартман К., Кузичкин Н.В. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006.–39с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>  
электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань (Профессия)» <https://e.lanbook.com/books/>;

сайт федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности»: <https://www1.fips.ru>;

поисковые системы: [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru)

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала; постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

1. Средства MS Office.

2. AspenTech

### **10.3. Информационные справочные системы.**

База федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности».

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения лекций и практических занятий используются персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран.

Для проведения практических занятий используется компьютерная лаборатория кафедры ресурсосберегающих технологий СПбГТИ(ТУ), оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть, библиотека кафедры ресурсосберегающих технологий СПбГТИ(ТУ), фундаментальная библиотека СПбГТИ(ТУ).

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Теоретические основы энергосбережения и ресурсосбережения в химической технологии»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-2</b>	Способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	промежуточный
<b>ПК-8</b>	Способность использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго- и ресурсосберегающих технологий	промежуточный
<b>ПК-14</b>	Способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе	промежуточный
<b>ПК-16</b>	Способность проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта	промежуточный

**2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.**

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	<p><b>Знать:</b> принципы интенсификации и рационализации химических производств</p> <p><b>Уметь:</b> подбирать и обрабатывать информацию для проведения анализа возможных факторов интенсификации производств; выбирать наиболее эффективные в конкретной ситуации методы и приемы анализа;</p> <p><b>Владеть:</b> основными методами исследования технологических процессов для выбора наиболее энерго- и ресурсоэффективных схем</p>	Правильные ответы на вопросы №1-7 к экзамену	ПК-2
Освоение раздела №2	<p><b>Знать:</b> принципы интенсификации и рационализации химических производств</p> <p><b>Уметь:</b> подбирать и обрабатывать информацию для проведения анализа возможных факторов интенсификации производств; выбирать наиболее эффективные в конкретной ситуации методы и приемы анализа;</p> <p><b>Владеть:</b> основными методами исследования технологических процессов для выбора наиболее энерго- и ресурсоэффективных схем</p>	Правильные ответы на вопросы №8-13 к экзамену	ПК-2
Освоение раздела №3	<p><b>Знать:</b> принципы интенсификации и рационализации химических производств</p> <p><b>Уметь:</b> подбирать и обрабатывать информацию для проведения анализа возможных факторов интенсификации производств; выбирать наиболее эффективные в конкретной ситуации методы и приемы анализа;</p> <p><b>Владеть:</b> основными методами исследования технологических процессов для выбора наиболее энерго- и ресурсоэффективных схем</p>	Правильные ответы на вопросы №14-21к экзамену	ПК-2

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p><b>Знать:</b> методы определения эффективности различных технологических схем производства</p> <p><b>Уметь:</b> на практике использовать знания и навыки в организации исследовательских и проектных работ по оптимизации технологических процессов</p> <p><b>Владеть:</b> знаниями о новых технологических решениях в химической технологии с точки зрения энерго- и ресурсосбережения</p>	Правильные ответы на вопросы №40-45 к экзамену	ПК-8
Освоение раздела №4	<p><b>Знать:</b> принципы интенсификации и рационализации химических производств</p> <p><b>Уметь:</b> подбирать и обрабатывать информацию для проведения анализа возможных факторов интенсификации производств; выбирать наиболее эффективные в конкретной ситуации методы и приемы анализа;</p> <p><b>Владеть:</b> основными методами исследования технологических процессов для выбора наиболее энерго- и ресурсоэффективных схем</p>	Правильные ответы на вопросы №21-31 к экзамену	ПК-2
Освоение раздела №5	<p><b>Знать:</b> принципы интенсификации и рационализации химических производств</p> <p><b>Уметь:</b> подбирать и обрабатывать информацию для проведения анализа возможных факторов интенсификации производств; выбирать наиболее эффективные в конкретной ситуации методы и приемы анализа;</p> <p><b>Владеть:</b> основными методами исследования технологических процессов для выбора наиболее энерго- и ресурсоэффективных схем</p>	Правильные ответы на вопросы №32-39 к экзамену	ПК-2
	<p><b>Знать:</b> методы определения эффективности технологических схем с целью энерго- и ресурсосбережения на предприятиях</p> <p><b>Уметь:</b> проводить технологические и технические расчеты</p> <p><b>Владеть:</b> методами исследования операций при проведении технологи-</p>	Правильные ответы на вопросы №46-50 к экзамену	ПК-8



Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	ческих процессов		
Освоение раздела №6	<b>Знать:</b> методы определения эффективности технологических схем с целью энерго- и ресурсосбережения на предприятиях <b>Уметь:</b> проводить технологические и технические расчеты <b>Владеть:</b> методами исследования операций при проведении технологических процессов	Правильные ответы на вопросы №51-60 к экзамену	ПК-8
Освоение раздела №7	<b>Знать:</b> методы и пути совершенствования технологических процессов; <b>Уметь:</b> разрабатывать комплекс мер и мероприятий по наиболее полному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов <b>Владеть:</b> данными по тенденциям в развитии современных программных средств моделирования и оптимизации процессов	Правильные ответы на вопросы № 61-64 к экзамену	ПК-14
Освоение раздела №8	<b>Знать:</b> методы и пути совершенствования технологических процессов; <b>Уметь:</b> разрабатывать комплекс мер и мероприятий по наиболее полному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов <b>Владеть:</b> данными по тенденциям в развитии современных программных средств моделирования и оптимизации процессов	Правильные ответы на вопросы № 65-68 к экзамену	ПК-14
Освоение раздела №9	<b>Знать:</b> методы определения эффективности технологических схем с целью энерго- и ресурсосбережения на предприятиях <b>Уметь:</b> проводить технологические и технические расчеты <b>Владеть:</b> методами исследования операций при проведении технологических процессов	Правильные ответы на вопросы №69-70 к экзамену	ПК-16

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

Промежуточная аттестация в 6 семестре проводится в форме экзамена (результат оценивания четырехбальный - «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»),

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

**а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-2:**

1. Что понимается под устойчивым развитием и жизненным циклом.
2. Глобальный энергетический баланс Земли.
3. Трансформация энергии и ее использование с сырьем в процессах производства.
4. Что понимается под эмергией. Трансформируемость.
5. Ресурсы и ресурсосбережение.
6. Энергосбережение.
7. Ресурсосберегающая технология.
8. Взаимосвязь классической, неравновесной и инженерной термодинамики.
9. Система и окружающая среда.
10. Состояния и функции состояния.
11. Процессы и их условия.
12. Закон сохранения энергии, изменение энтропии системы и окружающей среды.
13. Увеличение энтропии при изменении состава систем.
14. Алгоритм применения термодинамики при решении практических задач.
15. Уравнение Гюи-Стодолы.
16. Фактор Карно.
17. Двигатель Карно.
18. Эксергия и анергия.
19. Зависимость фактора Карно от подведенной теплоты.
20. Движущая сила теплопереноса.
21. Минимальное количество работы, необходимое для перевода термодинамической системы из одного состояния в другое.
22. Обобщенная формулировка второго закона термодинамики.
23. Скорость производства энтропии.
24. Скорость потока теплоты, объема или вещества и движущая сила.
25. Условия перехода необратимой термодинамики в равновесную.
26. Движущая сила в химической термодинамике.
27. Скорость производства энтропии за счет протекания химических реакций.
28. Феноменологические соотношения.
29. Отношение между работой, потерянной в ходе процесса, и силами трения.
30. Феноменологические уравнения Онзагера.
31. Выражение для скорости энергетических потерь, связанных с неравновесностью, в понятиях суммарного сродства
32. Оптимальная величина скорости переноса теплоты.
33. Равномерное распределение движущих сил (вещества), необходимых для организации процесса.
34. Скорости энергетических потерь противоточного и прямоточного теплообменников.
35. Условие стабильности термодинамической системы.
36. Наибольшая работа, которую единица массы потока может совершить при обратимом ее переводе к условиям окружающей среды.
37. Принцип минимального рассогласования обобщенных флуктуации энергии, учитывающих поэлементную структуру подсистем.

38. Алгоритм декомпозиции сложных ХТС.
39. Топологический метод эксергетического и термоэкономического анализа.

**б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-8:**

40. Пути совершения механической работы в паровой турбине и двигателе внутреннего сгорания.
41. Источники производства электроэнергии.
42. Цикл Ренкина работы паросиловой установки.
43. Цикл Брайтона работы газовой турбины.
44. Ядерные реакторы с водой под давлением и с кипящей водой.
45. Понятия: гидрогенератор, энергия ветра, солнечная энергия и геотермальная энергия.
46. Полезность в условиях окружающей среды.
47. Схематичное представление взаимосвязей химической промышленности.
48. Классификация типов химических процессов.
49. Основные операции химико–технологических процессов.
50. Величина энергетических потерь в процессе адиабатического смешивания горячего и холодного потоков.
51. Эксергетический баланс процесса и неравновесность.
52. Понятие качества энергии и его связь с полезной работой.
53. Эксергия смешения и химическая эксергия.
54. Химическая эксергия чистого вещества.
55. Сравнительные компоненты воздуха.
56. Значения эксергии химических элементов.
57. Общее потребление эксергии.
58. Физическая эксергия смесей жидкости и пара при химических превращениях.
59. Химическая эксергия потоков.
60. Основные потери эксергии в производстве полиэтилена низкой плотности при высоком давлении.

**д) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-14:**

61. Метод структурной оптимизации химико-технологических систем на основе информационно–термодинамического принципа.
62. Три уровня решения задачи оптимизации ХТС.
63. Трехуровневый декомпозиционный подход к оптимизации ХТС.
64. Многокритериальный принцип декомпозиции задачи оптимизации ХТС.
65. Разнообразие программ для компьютерного моделирования химико-технологических процессов
66. Функциональные возможности системы Aspen HYSYS
67. Факторы, влияющие на выбор термодинамического пакета при моделировании
68. Описание состояния технологического потока при помощи набора термодинамических параметров

**е) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-16:**

69. Средства автоматизации исследований зависимостей параметров в системе Aspen HYSYS
70. Стандартные модели аппаратов в системе Aspen HYSYS

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб.

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.