

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 17.05.2022 17:16:11  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

**Рабочая программа дисциплины**

**РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ И  
БИОТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки

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

Направленность образовательной программы

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

Профессиональный модуль

**Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	03
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	04
3. Объем дисциплины .....	04
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	05
4.2. Занятия лекционного типа .....	05
4.3. Занятия семинарского типа .....	07
4.4. Самостоятельная работа .....	07
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	09
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	12
10.2. Программное обеспечение .....	12
10.3. Информационные справочные системы .....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	13

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

Для получения планируемых результатов освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	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-3</b>	Способность использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	<p><b>Знать:</b> методики исследования технологических процессов</p> <p><b>Уметь:</b> использовать методы математического моделирования для оптимизации использования энергетических и сырьевых ресурсов</p> <p><b>Владеть:</b> навыком моделирования технологических процессов.</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>
<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</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		средств моделирования и оптимизации процессов
<b>ПК-16</b>	Способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	<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

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к профессиональному модулю по выбору Б.1.В.ДВ.01.01. «Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов», является обязательной (Б.1.В.ДВ.01.01.03)» и изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах.

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

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 (зачетных единиц/ академических часов)</b>	7 / 252
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>132</b>
занятия лекционного типа	56
занятия семинарского типа, в т.ч.	58
семинары, практические занятия	58
лабораторные работы	
курсовое проектирование (КР или КП)	КП (18)
КСР (в т.ч. на курсовое проектирование)	6
другие виды контактной работы	27
<b>Самостоятельная работа (в т.ч. на оформление и подготовку к защите КР)</b>	<b>87 (24)</b>
<b>Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)</b>	-
<b>Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)</b>	КП, зачет, экзамен (27)

#### 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.	Термодинамические критерии анализа устойчивости развития и ресурсосбережения	4				ПК-2, ПК-8
3.	Эффективность и устойчивость химической отрасли промышленности	4	10		20	ПК-2, ПК-8
4.	Эффективность технологических процессов нефтепереработки и нефтехимии	20	10		32	ПК-3, ПК-16
5.	Эффективность интеграции процессов на примере производства аммиака	12	16		24	ПК-3, ПК-16
6.	Производство и превращение биомассы	10	12		4	ПК-2
7.	Зеленая химия	2			3	ПК-2
8.	Промышленность будущего	2	10		4	ПК-14

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Иновационная форма
1	<u>Введение.</u> Методология анализа жизненного цикла вещества. Определение цели и области его применения. Устойчивое развитие и природа. Термодинамическая перспектива использования солнечной энергии. Экологическое ограничение	2	Мультимедиа-презентация
2	<u>Термодинамические критерии анализа устойчивости развития и ресурсосбережения.</u> Параметры устойчивости использования ресурсов. Эффективность эксергии и соответствие условиям окружающей среды.	4	Мультимедиа-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<u>Эффективность и устойчивость химической отрасли промышленности.</u> Энергетические потери в обрабатывающей промышленности. Эффективное использование высококачественных ресурсов и пути достижения устойчивого развития.	4	Мультимедиа-презентация
4	<u>Эффективность технологических процессов нефтепереработки и нефтехимии.</u> Основные сырьевые ресурсы. Общая характеристика нефтехимического комплекса. Эффективность первичной перегонки нефти. Эффективность процессов каталитического риформинга и переработки катализата. Эффективность производства низших олефинов пиролизом углеводородов. Эффективность производства этилбензола и диэтилбензола. Эффективность производства стирола.	20	Мультимедиа-презентация
5	<u>Эффективность интеграции процессов на примере производства аммиака.</u> Основные технологические процессы производства аммиака. Функциональная схема производства аммиака. Аппаратурно-технологическая реализация процессов. Промышленные схемы производства аммиака. Конверсия углеводородов и особенности построения промышленных технологических схем. Оценка их эффективности.	12	Мультимедиа-презентация
6	<u>Производство и превращение биомассы.</u> Замкнутые циклы круговорота элементов. Источники биомассы. Технологии превращения: сжигание, пиролиз, газификация. Общее превращение биомассы. Промышленные процессы получения биотоплив. Биохимическая очистка сточных вод.	10	Мультимедиа-презентация
7	<u>Зеленая химия.</u> Воздействие ионов токсичных тяжелых металлов. Влияние растворителей. Материалы, необходимые для ресурсосберегающей экономики. Утилизация и повторное использование.	2	Мультимедиа-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
8	<u>Промышленность будущего.</u> Энергетическая промышленность. Химическая промышленность	2	Мультимедиа-презентация

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Основные методики оценки энергоэффективности технологических процессов. Практическая реализация экономии вторичных энергетических ресурсов	10	Мастер-класс
4	Оптимизация схемы. Расчет с помощью программ линейного программирования оптимальных расходных показателей исходных веществ. Разработка заданной схемы производства продукта из исходных компонентов с учетом ограничений	10	Разработка проекта (метод проектов)
5	Интеграция технологических процессов с целью снижения расхода энергетических и сырьевых ресурсов.	16	Круглый стол, дискуссия
6	Анализ роли и значения биотоплива в развитии альтернативной энергетики	12	Круглый стол, дискуссия
8	Роль водорода в энергетике будущего. Оценка эффективности сравнительных способов его получения.	10	Круглый стол, дискуссия

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	Эффективность и устойчивость химической отрасли промышленности. Подотрасли химической промышленности.	20	Устный опрос №1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	<p>Эффективность технологических процессов нефтепереработки и нефтехимии</p> <p>Комбинированные установки процессов первичной и вторичной перегонки нефти</p> <p>Переработка тяжелых остатков. Получение малосернистого кокса.</p> <p>Процессы глубокой переработки нефти.</p> <p>Гидрокрекинг.</p> <p>Процессы глубокой переработки нефти.</p> <p>Каталитический крекинг.</p> <p>Процессы глубокой переработки нефти.</p> <p>Висбрекинг.</p> <p>Выделение парафинов методом адсорбции.</p> <p>Современные установки каталитического риформинга.</p> <p>Установки платформинга.</p> <p>Снижение содержания бензола в риформатах.</p> <p>Получение метилтретбутилового эфира (МТБЭ)</p>	14	Коллоквиум №1
4	Оформление и подготовка к защите курсового проекта	18	Защита курсового проекта
5	<p>Эффективность интеграции процессов</p> <p>Одновременное получение серной кислоты и водорода. Физические основы получения водорода путем электролиза серной кислоты.</p> <p>Термохимические циклы разложения воды.</p> <p>Термохимический цикл сера-йод.</p> <p>Способы получения водорода с помощью ядерной энергии. Производство экстракционной фосфорной кислоты. Проблемы утилизации фосфогипса.</p> <p>Проблемы утилизации и фтористых соединений в производстве экстракционной фосфорной кислоты. Производство термической фосфорной кислоты. Пути энергосбережения термической фосфорной кислоты. Проблемы реализации процесса окисления фосфора водяным паром.</p> <p>Перспективы реализации каталитических процессов конверсии оксида углерода, содержащегося в отходящих газах производства фосфора. Пути утилизации отходящих газов производства термического фосфора.</p> <p>Утилизация окислов оксида в производстве азотной кислоты. Использование кислотостойких цеолитов для поглощения оксидов азота в производстве азотной кислоты.</p>	24	Коллоквиум №2



№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
6	Производство и превращение биомассы. Получение спиртов и полиолов. Биоконверсия лигноцеллюлозных отходов.	4	Устный опрос №2
7	Зеленая химия. Применение биокатализаторов в химических процессах.	3	Устный опрос №3
8	Промышленность будущего Производство бинарных моторных топлив. Циклические процессы.	4	Устный опрос №4

### **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 зачета и защиты курсового проекта в 7-м семестре и экзамена в 8-м семестре.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется двумя теоретическими вопросами.

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

Пример варианта вопросов на зачете:

#### **Вариант № 1**

1. Методология анализа жизненного цикла вещества. Определение цели и области его применения
2. Эффективность производства низших олефинов пиролизом углеводородов.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. На решение тестового задания отводится 30 мин.

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. Энергетические потери в обрабатывающей промышленности
2. Основные технологические процессы производства аммиака. Функциональная схема производства аммиака.
3. Материалы, необходимые для ресурсосберегающей экономики. Утилизация и повторное использование.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

### **а) основная литература:**

1. Тимофеев, В.С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: Учеб. пособие для вузов. /В.С. Тимофеев, Л.А. Серафимов, А.В. Тимошенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2010. – 408 с.
2. Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение/ Лисицын Н.В., Викторов В.К., Кузичкин Н.В., Федоров В.И. - СПб.: Менделеев, 2013. – 392с.
3. 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)
4. 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. Акинин Н.И. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения. Учеб. пособие/ Н. И. Акинин-М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2010- 432 с
2. Лапшев, Н.Н. Основы гидравлики и теплотехники / Н. Н. Лапшев, Ю. Н. Леонтьева. - М. : Академия, 2012. - 399 с.
3. 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)
4. Роза, А. В. да. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы / А. В. да Роза; пер. с англ. Д. О. Лазарева [и др]., под ред. С. П. Малышенко, О. С. Попеля. - Долгопрудный : Интеллект ; М. : МЭИ, 2010. - 703 с.

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

1. Островский, Г.М. Оптимизация в химической технологии. / Г.М. Островский, Ю.М. Волин, Н.Н. Зиятдинов. - Казань, ФЭН, Ак.наук РФ, 2005. – 393с.
2. Лисицын, Н.В. Синтез систем разделения многокомпонентных смесей: Учебное пособие. / Н.В. Лисицын, К. Хартман, Н.В. Кузичкин – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006.–36с.
3. Общая химическая технология: учебник для хим.-технол. спец. вузов. В 2-х ч./ под ред. И.П. Мухленова. – 5 изд. стер. -М.:Альянс, 2009.- Ч 1: Теоретические основы химической технологии.- 255с.
4. Общая химическая технология: учебник для хим.-технол. спец. вузов. В 2-х ч./ под ред. И.П. Мухленова. – 5 изд., стер. -М.:Альянс, 2009.- Ч 2: Важнейшие химические производства.- 264с.
5. Власов, Е.А. Общая химическая технология: учеб. пособие / Е.А. Власов, А.Ю. Постнов, С.А. Лаврищева: под ред. Е.А. Власова; СПбГТИ(ТУ).-СПб., 2009.- 140 с.
6. Бесков, В.С. Общая химическая технология : учеб. для вузов по хим.-технол. направлениям подгот. бакалавров и дипломир. специалистов / В.С. Бесков- М. : Академкнига, 2006. - 452 с.
7. Бесков, В.С. Общая химическая технология : учеб. для вузов по хим.-технол. направлениям подгот. бакалавров и дипломир. специалистов / В.С. Бесков.- М. : Академкнига, 2005. - 452 с.

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

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

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

электронно-библиотечные системы:

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

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

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

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКВД. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа;

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

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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 приходить, 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 слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

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

Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft Word); Aspen HYSYS.

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

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [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) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

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

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники персональный компьютер, мультимедийным проектором, экраном на 48 посадочных мест.

Для проведения практических занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные 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  
«Ресурсосбережение в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»**

**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-3</b>	Способность использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	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>	Способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	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	<b>Знать:</b> принципы интенсификации и рационализации химических производств <b>Уметь:</b> подбирать и обрабатывать информацию для проведения анализа возможных факторов интенсификации производств; выбирать наиболее эффективные в конкретной ситуации методы и приемы анализа; <b>Владеть:</b> основными методами исследования технологических процессов для выбора наиболее	Правильные ответы на вопросы №1-7 к экзамену; вопрос к зачету №1	ПК-2

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	энерго- и ресурсоэффективных схем		
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>	<p>Правильные ответы на вопросы №8-14 к экзамену</p> <p>вопросы к зачету №2,3</p>	ПК-2
	<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 №53-87 к экзамену	ПК-8
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>	<p>Правильные ответы на вопросы №15-26 к экзамену;</p> <p>успешная защита курсового проекта</p>	ПК-2
	<p><b>Знать:</b> методы определения эффективности различных технологических схем производства</p> <p><b>Уметь:</b> на практике использовать</p>	Правильные ответы на вопросы №40-44 к экзамену; вопрос к зачету	ПК-8

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	знания и навыки в организации исследовательских и проектных работ по оптимизации технологических процессов <b>Владеть:</b> знаниями о новых технологических решениях в химической технологии с точки зрения энерго- и ресурсосбережения	№8,9	
Освоение раздела №4	<b>Знать:</b> методики исследования технологических процессов <b>Уметь:</b> использовать методы математического моделирования для оптимизации использования энергетических и сырьевых ресурсов <b>Владеть:</b> навыком моделирования технологических процессов.	Правильные ответы на вопросы №39-46 к экзамену; успешная защита курсового проекта	ПК-3
	<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 №71-75 к экзамену вопросы к зачету № 10-16; успешная защита курсового проекта	ПК-16
Освоение раздела №5	<b>Знать:</b> методики исследования технологических процессов <b>Уметь:</b> использовать методы математического моделирования для оптимизации использования энергетических и сырьевых ресурсов <b>Владеть:</b> навыком моделирования технологических процессов.	Правильные ответы на вопросы №47-62 к экзамену; вопросы к зачету №17-20	ПК-3
	<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 №76-77 к экзамену;	ПК-16



Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №6	<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>	<p>Правильные ответы на вопросы №27-32 к экзамену</p> <p>Вопросы к зачету № 4-6</p>	ПК-2
Освоение раздела №7	<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>	<p>Правильные ответы на вопросы №33-38 к экзамену;</p> <p>Вопросы к зачету № 7</p>	ПК-2
Освоение раздела №8	<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>	Правильные ответы на вопросы № 67-70 к экзамену	ПК-14

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

промежуточная аттестация в 7 семестре проводится в форме зачета (результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»), а также защиты курсового проекта (результат оценивания – шкала балльная). Промежуточная аттестация в 8 семестре проводится в форме экзамена (шкала балльная).

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

#### 3.1 Вопросы к экзамену

##### 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. Основные параметры устойчивости использования ресурсов
14. Анализ функционирования производства с помощью эксергетического баланса.
15. Энергетические потери в обрабатывающей промышленности.
16. Термодинамическая эффективность производства аммиака.
17. Назовите основные способы получения серной кислоты
18. Назовите основные способы получения фосфорной кислоты.
19. Основные направления повышения эффективности функционирования
20. производства метанола.
21. Процессы первичной нефти. Пинч- анализ установок АТ и АВТ.
22. Пути повышения эффективности функционирования установок гидроочистки.
23. Газофракционирование. Анализ возможности снижения потребления энергоресурсов.
24. Выделение парафинов методом адсорбции.
25. Сопоставление установок каталитического риформинга и платформинга.
26. Процессы глубокой переработки нефти. Каталитический крекинг, гидрокрекинг, коксование, пиролиз.
27. Использование высококачественных ресурсов для достижения устойчивого развития.
28. Охарактеризуйте замкнутый цикл круговорота элементов.
29. Назовите источники биомассы.
30. Основные технологии превращения биомассы.
31. Промышленные процессы получения биотоплив.
32. Биохимическая очистка сточных вод.
33. Воздействие ионов токсичных тяжелых металлов.
34. Влияние растворителей
35. Что такое утилизация и чем она отличается от повторного использования?
36. Материалы, необходимые для ресурсосберегающей экономики
37. Назовите основные тенденции развития энергетической промышленности.
38. Назовите основные тенденции развития химической промышленности.

**б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-3:**

39. Схематичное представление взаимосвязей химической промышленности.
40. Классификация типов химических процессов.
41. Основные операции химико–технологических процессов.
42. Физическая эксергия смесей жидкости и пара при химических превращениях.
43. Химическая эксергия потоков.
44. Потери эксергии в реакторе.
45. Пути уменьшения потерь эксергии.
46. Оценка аэффективности технологических схем
47. Основные технологические процессы производства аммиака.
48. Функциональная схема производства аммиака.
49. Аппаратурно-технологическая реализация процессов.

50. Промышленные схемы производства аммиака.
51. Конверсия углеводородов и особенности построения промышленных технологических схем
52. Схемы с парокислородно-воздушной, парокислородной и высокотемпературной конверсией метана.
53. Схемы с двухступенчатой конверсией.
54. Определение минимальных затрат сырья и энергии при производстве аммиака.
55. Интеграция процессов синтеза аммиака с производством метанола.
56. Постадийный анализ технологических схем. Эксергетический КПД технологических стадий.
57. Изменение коэффициента целевого использования эксергии по технологическим стадиям.
58. Роль энергетики в повышении производства аммиака и метанола.
59. Приведенный относительный КПД комбинированных схем.
60. Суммарный эксергетический КПД.
61. Оптимальный расход топлива в энерготехнологических схемах.
62. Термодинамический анализ энерготехнологического агрегата.

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

63. Метод структурной оптимизации химико-технологических систем на основе информационно–термодинамического принципа.
64. Три уровня решения задачи оптимизации ХТС.
65. Трехуровневой декомпозиционный подход к оптимизации ХТС.
66. Многокритериальный принцип декомпозиции задачи оптимизации ХТС.

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

67. Разнообразие программ для компьютерного моделирования химико-технологических процессов
68. Функциональные возможности системы Aspen HYSYS
69. Факторы, влияющие на выбор термодинамического пакета при моделировании
70. Описание состояния технологического потока при помощи набора термодинамических параметров

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

71. Источники производства электроэнергии.
72. Цикл Ренкина работы паросиловой установки.
73. Цикл Брайтона работы газовой турбины.
74. Ядерные реакторы с водой под давлением и с кипящей водой.
75. Понятия: гидрогенератор, энергия ветра, солнечная энергия и геотермальная энергия.
76. Средства автоматизации исследований зависимостей параметров в системе Aspen HYSYS
77. Стандартные модели аппаратов в системе Aspen HYSYS

**3.2 Вопросы к зачету**

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

1. Устойчивое развитие и ресурсосбережение.
2. Параметры устойчивости и использования ресурсов.
3. Энергетические потери в обрабатывающей промышленности.
4. Общее превращение биомассы.
5. Промышленные процессы получения биобензина.
6. Промышленные процессы получения биодизельного топлива.
7. Зеленая химия. Основные идеи и положения.

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

8. Постадийный анализ технологических схем.
9. Оптимальный расход топлива в энерготехнологических схемах.

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

10. Эффективность первичной перегонки нефти.
11. Эффективность процесса каталитического риформинга.
12. Эффективность процессов алкилирования.
13. Эффективность процесса каталитического крекинга.
14. Эффективность процесса гидрокрекинга.
15. Эффективность процесса гидроочистки.
16. Эффективность процесса пиролиза.

**в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-3:**

17. Эффективность процесса получения аммиака.
18. Оценка эффективности схем производства аммиака.
19. Определение минимальных затрат сырья при производстве аммиака.
20. Интеграция синтеза аммиака с производством метанола.

### 3.3 Темы курсовых проектов

В ходе выполнения курсового проекта студенты выполняют моделирование и оптимизацию отдельных агрегатов технологических установок, на которых проходили производственную практику. Объект исследования определяется преподавателем индивидуально. В ходе исследования необходимо выполнить аналитический обзор по теме проекта, создать модель заданного блока (агрегата) и провести технологические расчеты по указанному в задании оборудованию.

Пример задания:

Объект исследования:

блок вторичной перегонки бензина установки первичной переработки нефти АТ-6.

Выполнить:

1. Аналитический обзор по тематике первичной переработки нефти.
2. Моделирование блока вторичной перегонки установки АТ-6.
3. Моделирование альтернативной системы разделения бензина на фракции, получаемые на установке АТ-6, при помощи сложной колонны.
4. Сравнение эффективности технологического процесса разделения бензиновых фракций по альтернативным схемам.

Примерные темы курсового проекта

#### 3.3.1 Рекуперация тепла дымовых газов печей установки АВТ-6.

- На основании данных о работе печей, полученных во время прохождения производственной практики, студенты должны выполнить сравнительный анализ рекуперации тепла дымовых газов для перегрева пара и подогрева воздуха.

- При расчете физико-химических свойств дымовых газов студенты применяют моделирующую программу Hysys.

#### 3.3.2 Использование низкопотенциального тепла установок первичной переработки нефти.

- В проекте студенты должны проанализировать возможность использования тепла отходящего воздуха воздушных холодильников для подогрева воды в аппаратах пенного типа.

#### 3.3.3 Экономия энергоресурсов на установке газофракционирования.

- В проекте студенты должны проанализировать возможность использования теплового насоса для бутановой колонны установки газофракционирования.

- Для моделирования студенты используют моделирующую программу Hysys.

#### 3.3.4 Биологическая очистка сточных вод с использованием активного ила.

- В проекте студенты должны рассчитать параметры оборудования и технологических потоков установки очистки сточных вод, разработать реактор для биологической очистки сточных вод с использованием активного ила и сепарации активного ила методом фильтрации через псевдоожиженный слой.

#### 3.3.5 Утилизация отходящих газов производства фосфора.

- В проекте студенты должны рассмотреть вопросы утилизации отходящих газов при подготовке сырья (сушка руды).

3.3.6 Переработки риформата с целью снижения содержания в нем бензола до экологических норм ЕВРО-5.

- В проекте студенты должны рассчитать ректификационную колонну с боковым отбором бензолсодержащей фракции из катализатора риформинга.

3. 3.7 Анализ эффективности системы теплообмена установок первичной переработки нефти АТ-6

- В проекте студенты проводят анализ степени рекуперации теплоты на установках АТ-6, АВТ-6, АВТ-2 и АТ-1 и исследуют варианты изменения структуры тепловой схемы.

3.3.8 Повышение эффективности выделения тяжелой ароматики на установках суммарных ксилолов и ОПК с целью снижения энергозатрат.

- В проекте студенты с использованием моделирующей программы HYSYS исследуют возможность структурной оптимизации установок суммарных ксилолов и ОПК.

#### 3.3.9 Синтез системы разделения углеводородов

- В проекте студенты проектируют установку газодифракционирования и анализируют целесообразность реконструкции действующей установки

3.3.10 Исследование технологических режимов установки предфракционирования при различном содержании в сырье целевой фракции.

- В проекте студенты исследуют режимы работы ректификационных колонн при увеличении производительности установки.

3.3.11 Исследование влияния технологических параметров на октановое число катализатора.

- В проекте студенты определяют оптимальные температуры на входе в реакторы, количество хлорорганики и влажности с целью увеличения октанового числа.

#### 3. 3.12 Моделирование колонны стабилизации установки гидроочистки.

- В проекте студенты исследуют режимы работы колонны стабилизации с целью использования бензина отгона в качестве сырья риформинга.

### 3.4 Текущая аттестация

Коллоквиумы и устные опросы проводятся по вопросам, приведенным в п. 3.1 и п. 3.2 для соответствующих разделов дисциплины

### 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 «Положения о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся» ( Приказ ректора от 12.12.2014 № 463) и СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		Н. С. Гурко

Рабочая программа дисциплины «Ресурсосбережение в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» обсуждена на заседании кафедры ресурсосберегающих технологий

протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

Н. В. Кузичкин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии

протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г. № \_\_\_\_\_

Председатель

М. В. Рутто

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»		Д. А. Смирнова
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко