

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 28.06.2024 12:26:25
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В. Пекаревский
«24» мая 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В ХИМИИ, НЕФТЕХИМИИ И
НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ

Направление подготовки
**18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии**

Направленности программ магистратуры
Ресурсосберегающие и энергоэффективные промышленные процессы и технологии
Водоочистка в химической, нефтехимической и биотехнологии

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **ресурсосберегающих технологий**

Санкт-Петербург

2021

Б1.О.05

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Д. А. Сладковский

Рабочая программа дисциплины «Энерготехнологические системы в химии, нефтехимии и нефтепереработке» обсуждена на заседании кафедры ресурсосберегающих технологий протокол от «14» мая 2021 № 5
Заведующий кафедрой

Н. В. Кузичкин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии протокол от «18» мая 2021 № 10

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 учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Объем дисциплины	6
4. Содержание дисциплины	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2. Занятия лекционного типа	7
4.3. Занятия семинарского типа	9
4.3.1. Семинары, практические занятия	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
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, 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	13
10.1. Информационные технологии	13
10.2. Программное обеспечение	13
10.3. Базы данных и информационно-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

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

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

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

Код и наименование Компетенции (код направленности)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок</p>	<p>ОПК-1.3 Использование методов математического моделирования в для теоретического анализа и экспериментальной проверки возможности повышения энергетической эффективности технологических процессов</p>	<p>Знать: понятие и основные определения энерготехнологических процессов (ЗН-1) Уметь: характеризовать энерготехнологические процессы (У-1) Владеть: математическим аппаратом, необходимым для расчета энерготехнологических систем (Н-1)</p>
	<p>ОПК-1.4 Использование энерготехнологических систем с целью повышения показателей энергосбережения и ресурсосбережения промышленных процессов</p>	<p>Знать: принципы построения энерготехнологических комплексов (ЗН-2) Уметь: рассчитывать основные параметры технологического оборудования энерготехнологических систем (У-2) Владеть: представлениями о перспективах построения энергетически безотходных энерготехнологических систем (Н-2)</p>
<p>ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку</p>	<p>ОПК-3.1 Способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья и экономии ресурсов</p>	<p>Знать: возможности специализированного программного обеспечения для моделирования энерготехнологических систем (ЗН-3) Уметь: определять структуру и оптимальные параметры ХТП, способствующие энергосбережению (У-3) Владеть: навыком моделирования энерготехнологических систем в специализированном программном обеспечении (Н-3)</p>

Код и наименование Компетенции (код направленности)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	ОПК-3.2 Способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации подходов к энергосбережению	Знать: подходы к описанию энерготехнологических процессов (ЗН-4) Уметь: обоснованно выбирать эффективные методы создания энерготехнологических систем (У-4)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам учебного плана (Б1.О.05) и изучается на 1 курсе во 2 семестре.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами в процессе освоения дисциплин «Оптимизация технологических режимов промышленных установок в нефтехимии и нефтепереработке», «Исследование переходных процессов в химической и нефтехимической технологии».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Энерготехнологические системы в химии, нефтехимии и нефтепереработке» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	5 / 180
Контактная работа с преподавателем:	86
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	48
семинары, практические занятия (в т.ч.на практ.подготовку)	48
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа (в т.ч.на практ.подготовку)	58
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Устный опрос
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (36)

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции (код направленности подготовки)	Формируемые индикаторы (код направленности подготовки)
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение. Понятие и основные характеристики энерго-технологических систем	2	-	-	-	ОПК-1	ОПК-1.3

2.	Системы обеспечения теплового режима. Промышленные печи, парогенераторы и паровые нагреватели	4	6	-	-	ОПК-1	ОПК-1.4
3.	Системы электроснабжения производства. Электростанции и промышленные электроприемники	4	6	-	10	ОПК-1	ОПК-1.4
4.	Системы теплоотвода в химико-технологических процессах	4	6	-	10	ОПК-1	ОПК-1.4
5.	Синтез энерготехнологических систем	4	8	-	10	ОПК-3	ОПК-3.1
6.	Анализ действующих и перспективных энерготехнологических систем в химической и нефтеперерабатывающей промышленности	4	6	-	10	ОПК-3	ОПК-3.2
7.	Энерготехнологические системы на базе газотурбинных установок	4	6	-	10	ОПК-3	ОПК-3.2
8.	Энерготехнологические системы разделения	6	12	-	8	ОПК-3	ОПК-3.2

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Определение и основные принципы создания энерготехнологических систем (ЭТС). Направления создания рациональных комбинированных энерготехнологических систем предприятий химической промышленности. Вторичные энергетические ресурсы и их использование. Общая характеристика энергетического хозяйства производства. Актуальность задачи энергосбережения. Потребность в сырье и энергоресурсах. Топливо-энергетический баланс (ТЭБ) и использование вторичных энергоресурсов (ВЭР)	2	ЛВ
2	Системы теплоснабжения производства. Их состав и классификация. Промышленное потребление тепла. Виды теплоносителей. Системы технологического пароснабжения. Организация теплоснабжения предприятия. Потребители теплоты и их тепловые нагрузки. Системы теплоснабжения. Принципы работы газораспределительного пункта и топливного кольца. Теплотехнические расчеты промышленных печей и парогенераторов. Способы повышения КПД печного оборудования. Расчеты воздухоподогревателей, котлоутилизаторов и пароперегревателей. Расчеты паровых нагревателей и ребойлеров ректификационных колонн. Влияние давления пара.	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<p>Типы электростанций. Циклы паротурбинных установок. Технологическая схема паротурбинной электростанции. Методы повышения КПД паротурбинных электростанций. Когенерация и теплофикация.</p> <p>Газотурбинные установки, область применения; преимущества и недостатки их использования на электростанциях. Схема технологического процесса газотурбинной электростанции. Методы повышения КПД ГТУ.</p> <p>Парогазовые установки. Парогазовые установки, их принципиальные тепловые схемы и перспективы развития. Техничко-экономические показатели электростанций с газотурбинными и установками.</p> <p>Техничко-экономические показатели тепловых электростанций с парогазовыми и газотурбинными установками. Тарифы на электрическую и тепловую энергию. Расчет себестоимости производства электроэнергии. Расчет срока окупаемости электростанции собственных нужд. Особенности работы электростанции собственных нужд. Децентрализованное производство электроэнергии.</p> <p>Организация электроснабжения ХТС. Классификация промышленных электроприемников. Требования к надежности электроснабжения. Выбор электрооборудования для производства. Энергосберегающий частотно-регулируемый электропривод.</p>	4	ЛВ
4	<p>Охлаждение технологических потоков. Расчеты водяных холодильников и аппаратов воздушного охлаждения. Анализ использования детандер-генераторных установок для теплоотвода в химических и нефтехимических процессах.</p> <p>Системы охлаждения оборотной воды на предприятии. Устройство и расчет промышленных градирен.</p> <p>Системы производства и распределения искусственного холода. Централизованный и децентрализованный способы производство холода. Парокомпрессорные, абсорбционные и турбодетандерные холодильные установки.</p>	4	ЛВ
5	<p>Организация энерготехнологических комплексов в нефтехимической промышленности. Энергосберегающие технологии на базе турбодетандерных установок.</p> <p>Определение необходимых тепловых и температурных режимов ведения процессов. Установление требуемых энергоресурсов для проведения процессов. Определение количества и качества энергоресурсов, выделяющихся в химико-технологических процессах. Синтез энерготехнологических систем с эффективным внутренним и внешним использованием энергоресурсов. Разработка энерготехнологических систем на основе эффективного использования избыточных энергоресурсов химико-технологического процесса.</p>	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Оптимизация энерготехнологического комплекса. Учет ограничений. Высокоэффективное оборудованное для реализации ЭТС. Техничко-экономический анализ эффективности ЭТС.	4	ЛВ
6	Интеграция нефтеперерабатывающих заводов и электростанций собственных нужд. Особенности работы и расчета электростанции собственных нужд. Энерготехнологические комплексы в производствах аммиака. Анализ энерготехнологической схемы производства аммиака. Энерготехнологические комплексы на базе установок риформинга, пиролиза, каталитического крекинга, АВТ и др. Анализ энерготехнологической схемы окислительной димиризации метана.	4	ЛВ
7	Технологические схемы интеграции печи и ГТУ. Расчеты комбинированной схемы печного нагрева и производства электроэнергии. Эксергетический анализ ЭТС на базе ГТУ. Расчеты горелочных устройств, работающих на высокотемпературном окислителе. Интеграция ГТУ на установках риформинга. Расчеты газотурбинного привода компрессора.	4	ЛВ
8	Совмещенные системы разделения углеводородов и производства электроэнергии. Анализ эффективности ЭТС разделения углеводородных смесей. Эксергетический анализ ЭТС разделения. Температурно-энтальпийная диаграмма энерготехнологического цикла. Влияние давления в испарителе. Оценка экономических характеристик. ЭТС разделения нефти с предиспарителем. Расчет потери давления в схеме теплообмена. Эксергетический анализ ЭТС разделения нефти.	6	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Расчет топливно-энергетического баланса нефтеперерабатывающего завода. Определение потребности в энергоресурсах.	4	Т
3	Теплотехнический расчет промышленной печи с блоком утилизации тепла дымовых газов. Исследования влияния параметров на КПД печи. Эксергетический анализ печи	4	МК
4	Расчет нагревательного оборудования каскада ректификационных колонн. Выбор теплоносителя и составление энергетического баланса.	4	Т

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	Расчет принципиальной технологической схемы электростанции собственных нужд нефтеперерабатывающего завода на основании топливно-энергетического баланса производства. Анализ различных циклов тепловых электростанции (паротурбинная, газотурбинная и парогазовая). Расчет параметров дополнительных парогенераторов для покрытия необходимой паровой нагрузки завода. Расчет себестоимости производства электроэнергии. Расчет срока окупаемости электростанции собственных нужд.	4	МК
5	Расчет принципиальной технологической схемы охлаждения оборотной воды на нефтеперерабатывающем заводе. Расчет промышленных градирен.	4	Т
6	Расчет системы производства искусственного холода для установки пиролиза.	4	Т
7	Расчет интегрированной схемы детандер-генераторной электростанции и установки первичного разделения нефти АТ-6.	8	Т
8	Разработка энерготехнологической системы на основе эффективного использования избыточных энергоресурсов группы технологических установок. Построение температурно-энтальпийной диаграммы и анализ теоретически возможной мощности энергоустановки.	8	Т
8	Расчет основных параметров энерготехнологической схемы производства аммиака. Определение эксергетического КПД.	8	Т
8	Расчет энерготехнологической схемы печного нагрева на установке АВТ-6 с использованием газотурбинной электростанции. Технико-экономический анализ ЭТС.	6	Т

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	Принципы работы газораспределительного пункта и топливного кольца	10	Собеседование
4	Тепловые сети, классификация. Трасса и профиль теплопроводов. Теплоизоляционные мате-	10	Собеседование
5	Расчеты воздухоподогревателей и котлов-утилизаторов	10	Собеседование
6	Абсорбционные холодильные установки	10	Собеседование
7	Энерготехнологический комплекс производства азотной кислоты	10	Собеседование

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
8	Энерготехнологический комплекс производства карбамида	8	Собеседование

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде экзамена.

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

При сдаче экзамена студент 2 теоретических вопроса (для проверки знаний) и практическое задание (для проверки умений и навыков), время подготовки студента к ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1	
1.	Цели и задачи исследования переходных процессов при проектировании технологических процессов
2.	Переходные процессы при отборе потоков из закрытых резервуаров
3.	Задание: Построить температурно-энтальпийную диаграмму процесса по исходным данным

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Угинчус, А.А. Гидравлика и гидравлические машины: учебник для машиностроительных спец. вузов / А. А. Угинчус. - 5-е изд., стер. - Москва : Аз-book, 2009. - 395 с. - ISBN 978-5-904034-02-3
2. Лавров, Л.И. Процессы идеального газа и расчеты основных энергетических величин : Учебное пособие / Л. И. Лавров, Е. А. Томильцев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. процессов и аппаратов хим. технологий. - Санкт-Петербург: [б.и.], 2009. - 24 с.
3. Электротермические процессы и реакторы / С. П. Богданов [и др.]. – Санкт-Петербург : Проспект науки, 2009. - 423 с. - ISBN 978-5-903090-32-7
4. Лапшев, Н.Н. Основы гидравлики и теплотехники / Н. Н. Лапшев, Ю. Н. Леонтьева. - Москва : Академия, 2012. - 399 с. - ISBN 978-5-7695-9157-0

5. 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 ; Москва : МЭИ, 2010. - 703 с. - ISBN 978-5-383-00509-3

б) электронные учебные издания:

1. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем : учебник для вузов по химико-технологическим направлениям подготовки и специальностям / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампыди. - 2-е изд., перераб. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М.; Краснодар : Лань, 2014. - 381 с. — ISBN 978-5-8114-9158-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187593> (дата обращения: 07.04.2021). — Режим доступа: по подписке
2. Ильин, А. П. Производство азотной кислоты : учебное пособие / А. П. Ильин, А. В. Кунин. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1459-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211313> (дата обращения: 07.04.2021). — Режим доступа: по подписке
3. Лавров, Л.И. Термодинамические циклы [Текст] / Л. И. Лавров, А. А. Копейкина, Е. А. Морос ; СПбГТИ(ТУ). Каф. процессов и аппаратов хим. технологии. - Санкт-Петербург: [б.и.], 2010. - 35 с. (ЭБ)
4. Химические реакторы и печи : учебное пособие / В. Н. Соколов [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. оптимизации хим. и биотехнол. аппаратуры. - 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: [б.и.], 2014. - 94 с. (ЭБ)

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, 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» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Энерготехнологические системы в химии, нефтехимии и нефтепереработке» 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 приходить, имея знания 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 ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение

Программы Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft PowerPoint), операционная система MS Windows; MathCad; AspenHYSYS.

10.3. Базы данных и информационно-справочные системы

Информационная система федерального института промышленной собственности (ФИПС) <https://www1.fips.ru>

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

Для ведения лекционных занятий используется аудитория на необходимое количество посадочных мест, оснащенная демонстрационным оборудованием, для ведения практических занятий используется компьютерный класс, оснащенный объединенными в сеть персональными компьютерами, оборудованием и техническими средствами обучения на необходимое количество посадочных мест.

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 «Энерготехнологические системы в химии, нефтехимии и
нефтепереработке»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции (код направленности)	Содержание	Этап формирования
ОПК-1	Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	Промежуточный
ОПК-3	Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	Начальный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции (код направленности)	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-1.3 Использование методов математического моделирования в для теоретического анализа и экспериментальной проверки возможности повышения энергетической эффективности технологических процессов	Называет понятие и основные определения энерготехнологических процессов (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №№1-6 к экзамену	Перечисляет основные термины и понятия, используемые в лексике дисциплины	Перечисляет основные термины и понятия, используемые в лексике дисциплины, дает четкие развернутые определения	Перечисляет основные термины и понятия, используемые в лексике дисциплины, дает четкие развернутые определения, описывает взаимосвязь показателей
	Характеризует энерготехнологические процессы (У-1)	Правильные ответы на вопросы №№7-15 к экзамену	Приводит перечень категорий энерготехнологических процессов и их признаки	Приводит перечень категорий энерготехнологических процессов и их признаки, описывает заданный процесс с точки зрения всех показателей	Приводит перечень категорий энерготехнологических процессов и их признаки, описывает заданный процесс с точки зрения всех показателей, может обосновать значения конкретных величин
	Применяет математический аппарат, необходимый для расчета энерготехнологических систем (Н-1)	Корректное выполнение практических заданий типа 1-3	Может применять стандартные методики расчета на предоставленных данных.	Способен корректно осуществлять выбор и анализ данных для подготовки процедуры расчета, используя стандартные методики	Способен самостоятельно отбирать, анализировать и систематизировать информацию, необходимую для расчета энерготехнологического процесса, обоснованно выбирать методику расчета

Код и наименование индикатора достижения компетенции (код направленности)	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-1.4 Использование энерготехнологических систем с целью повышения показателей энергосбережения и ресурсосбережения промышленных процессов	Называет принципы построения энерготехнологических комплексов (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы №№16-28 к экзамену	Корректно выстраивает топологию технологической схемы процесса по имеющимся исходным данным	Корректно выстраивает топологию технологической схемы процесса, формулирует требования к аппаратурному оформлению схемы	Корректно выстраивает топологию технологической схемы процесса, формулирует требования к аппаратурному оформлению схемы, может обосновать требования и ограничения со стороны параметров аналитического и параметрического контроля
	Рассчитывает основные параметры технологического оборудования энерготехнологических систем (У-2)	Правильные ответы на вопросы №№29-31 к экзамену	Перечисляет контролируемые аналитические и режимные параметры энерготехнологического процесса, корректно применяет методы расчета	Перечисляет контролируемые аналитические и режимные параметры энерготехнологического процесса, корректно применяет методы расчета, может объяснить диапазоны ограничений	Перечисляет контролируемые аналитические и режимные параметры энерготехнологического процесса, корректно применяет методы расчета, может объяснить диапазоны ограничений, описывает взаимное влияние параметров и их оптимальные значения
	Обосновывает перспективы построения энергетически безотходных энерготехнологических систем (Н-2)	Корректное выполнение практических заданий типа 4-6	Называет особенности безотходных энерготехнологических систем	Называет особенности безотходных энерготехнологических систем, требования к их топологии и характеристикам	Называет особенности безотходных энерготехнологических систем, требования к их топологии и характеристикам, приводит примеры перспективных для реконструкции процессов

Код и наименование индикатора достижения компетенции (код направленности)	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-3.1 Способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья и экономии ресурсов	Описывает возможности специализированного программного обеспечения для моделирования энерготехнологических систем (ЗН-3)	Корректное выполнение практических заданий типа 7-8	Имеет представление о функционале и принципах работы программного обеспечения для моделирования энерготехнологических систем	Знает о базовых и расширенных возможностях программного обеспечения для моделирования энерготехнологических систем	Знает о базовых и расширенных возможностях программного обеспечения для моделирования энерготехнологических систем, знает алгоритмы выполнения аналитических мероприятий при помощи программных продуктов
	Определяет структуру и оптимальные параметры ХТП, способствующие энергосбережению (У-3)	Корректное выполнение практических заданий типа 9-12	Имеет представление о критериях энергосбережения, из зависимости от характеристик системы	Демонстрирует подбор оптимальных параметров химико-технологического процесса по критериям энергосбережения	Демонстрирует умение синтезировать оптимальные с точки зрения энергосбережения схемы химико-технологического процесса
	Разрабатывает модели энерготехнологических систем в специализированном программном обеспечении (Н-3)	Корректное выполнение практических заданий типа 13-18	Имеет навык построения модели системы по известной топологии и набору элементов	Уверенно владеет инструментарием специализированного программного обеспечения	Уверенно владеет инструментарием специализированного программного обеспечения, может выполнять расчетные исследования и анализировать результаты
ОПК-3.2 Способность формулировать научно-исследователь-	Называет подходы к описанию энерготехнологических процессов (ЗН-4)	Правильные ответы на вопросы №№32-35 к экзамену	Знает признаки, по которым следует описывать энерготехнологические процессы	Знает порядок необходимого и достаточного описания энерготехнологического процесса	Знает порядок необходимого и достаточного описания энерготехнологического процесса, способен делать аналитические выводы на основе представленных

Код и наименование индикатора достижения компетенции (код направленности)	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ские задачи					описаний
в области реализации подходов к энергосбережению	Выбирает эффективные методы создания энерготехнологических систем (У-4)	Правильные ответы на вопросы №№33-42 к экзамену	Перечисляет методы создания энерготехнологических систем	Способен использовать методы создания энерготехнологических систем	Способен осуществлять выбор наиболее эффективного метода создания конкретной энерготехнологической системы

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

Шкала оценивания на экзамене – балльная. При этом «удовлетворительно» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенций.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

3.1 Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:

- 1) Понятие и основные характеристики энерготехнологических систем
- 2) Основные принципы создания энерготехнологических систем
- 3) Основные направления создания рациональных комбинированных энерготехнологических систем предприятий химической промышленности
- 4) Топливо-энергетический баланс (ТЭБ)
- 5) Состав и классификация систем теплоснабжения производства. Виды теплоносителей.
- 6) Системы пароснабжения. Интеграция технологического процесса и тепловой электростанции
- 7) Методика расчета промышленных печей и парогенераторов.
- 8) Способы повышения КПД печного оборудования.
- 9) Расчеты воздухоподогревателей, котлов-утилизаторов и пароперегревателей.
- 10) Расчеты ребойлеров ректификационных колонн. Влияние давления пара.
- 11) Системы электроснабжения производства. Циклы паротурбинных установок.
- 12) Технологическая схема паротурбинной электростанции.
- 13) Системы электроснабжения производства на базе газотурбинных установок
- 14) Системы электроснабжения производства. Циклы парогазовых установок.
- 15) Методы повышения КПД паротурбинных электростанций. Когенерация и теплофикация.
- 16) Расчет себестоимости производства электроэнергии. Расчет срока окупаемости электростанции собственных нужд.
- 17) Особенности децентрализованного производства электроэнергии.
- 18) Классификация промышленных электроприемников. Требование к надежности электроснабжения.
- 19) Энергосберегающий частотно-регулируемый электропривод.
- 20) Расчет водяных холодильников и аппаратов воздушного охлаждения.
- 21) Использование детандер-генераторных установок для теплоотвода в химических и нефтехимических процессах.
- 22) Системы охлаждения оборотной воды на предприятии. Устройство и расчет промышленных градирен.
- 23) Парокомпрессорные, абсорбционные и турбодетандерные холодильные установки.
- 24) Принцип организации энерготехнологических комплексов в нефтехимической промышленности.
- 25) Энергосберегающие технологии на базе турбодетандерных установок.
- 26) Принципы построения энерготехнологических систем с эффективным внутренним и внешним использованием энергоресурсов.
- 27) Оптимизация энерготехнологического комплекса. Ограничения.
- 28) Интеграция нефтеперерабатывающих заводов и электростанций собственных нужд.
- 29) Энерготехнологические комплексы в производствах аммиака.
- 30) Энерготехнологические комплексы на базе установок риформинга
Энерготехнологические комплексы на базе установок каталитического крекинга
Энерготехнологические комплексы на базе установок АВТ
- 31) Энерготехнологический комплекс производства этилена по технологии окислительной димиризации метана

3.2 Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-3:

- 32) Технологические схемы интеграции печи и ГТУ.

- 33) Диаграмма эксергетических потоков ЭТС на базе ГТУ
- 34) Особенности расчета топок печей, работающих на высокотемпературном окислителе
- 35) Принципиальная схема интеграции ГТУ и установок риформинга.
- 36) Совмещенные системы разделения углеводородов и производства электроэнергии.
- 37) Эффективность ЭТС разделения углеводородных смесей. Сравнение с теплоинтегрированными колоннами
- 38) Эксергетический анализ ЭТС разделения
- 39) Температурно-энтальпийная диаграмма энерготехнологического цикла разделения
- 40) ЭТС разделения. Влияние давления в испарителе
- 41) Экономическая целесообразность ЭТС разделения
- 42) ЭТС разделения нефти с предиспарителем

3.3 Перечень тем практических заданий для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1, ОПК-3:

- 1) Расчет топливно-энергетического баланса нефтеперерабатывающего завода.
- 2) Теплотехнический расчет промышленной печи с блоком утилизации тепла дымовых газов.
- 3) Эксергетический анализ печи
- 4) Расчет нагревательного оборудования каскада ректификационных колонн.
- 5) Расчет принципиальной технологической схемы электростанции собственных нужд нефтеперерабатывающего завода на основании топливно-энергетического баланса производства.
- 6) Расчет параметров дополнительных парогенераторов для покрытия необходимой паровой нагрузки завода.
- 7) Расчет себестоимости производства электроэнергии.
- 8) Расчет срока окупаемости электростанции собственных нужд.
- 9) Расчет принципиальной технологической схемы охлаждения оборотной воды на нефтеперерабатывающем заводе.
- 10) Расчет промышленных градирен.
- 11) Расчет системы производства искусственного холода для установки пиролиза.
- 12) Расчет интегрированной схемы детандер-генераторной электростанции и установки первичного разделения нефти АТ-6.
- 13) Разработка энерготехнологических системы на основе эффективного использования избыточных энергоресурсов группы технологических установок.
- 14) Построение температурно-энтальпийной диаграммы
- 15) Расчет основных параметров энерготехнологической схемы производства аммиака.
- 16) Определение эксергетического КПД.
- 17) Расчет энерготехнологической схемы печного нагрева на установке АВТ-6 с использованием газотурбинной электростанции.
- 18) Технико-экономический анализ ЭТС.

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше и практическую задачу.

Время подготовки студента к ответу на вопрос – до 45 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

