

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
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ
ПРОЦЕССОВ

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

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **ресурсосберегающих технологий**

Санкт-Петербург

2021

Б1.В.08

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		С. П. Федоров

Рабочая программа дисциплины «Проектирование и аппаратное оформление ресурсосберегающих процессов» 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	5
3. Объем дисциплины	5
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>ПК-3 Готовность разрабатывать информационные и математические модели химико-технологических процессов, в том числе с использованием пакетов прикладных программ, осуществлять их верификацию и внедрять результаты научных исследований и опытно-конструкторских разработок в промышленное производство химической и нефтегазовой продукции</p>	<p>ПК-3.12 Использование специализированных методик и методов в проведении экспериментов и испытаний, анализ их результатов и осуществление корректной интерпретации</p>	<p>Знать: методы синтеза ресурсо - и энергосберегающих систем ЗН-1 Уметь: формулировать постановку задачи и формировать исходные данные для моделирования аппаратов ресурсосберегающих систем У-1 Владеть: понятием о деятельности основных отечественных, зарубежных и международных проектных организаций, работающих в области создания ресурсосберегающих систем Н-1</p>
	<p>ПК-3.13 Реализация системного подхода и использования моделей химико-технологических процессов для описания и прогнозирования ситуаций, осуществления качественного и количественного анализа процессов в целом и отдельных технологических стадий</p>	<p>Знать: задачи и методологию проектирования ресурсосберегающих систем; методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций ЗН-2 Уметь: обосновывать выбор метод проектирования ресурсосберегающих систем, выбор основного оборудования процессов основного органического и нефтехимического синтеза У-2 Владеть: методами расчета ректификационных колонн для разделения многокомпонентных и сложных смесей; методами расчета нефтехимических реакторов, методами расчета трубчатых нагревательных печей. Н-2</p>
	<p>ПК-3.14 Разработка математических моделей химико-технологических процессов переработки углеводородного сырья, осуществление их экспериментальной проверки и анализа</p>	<p>Знать: способы моделирования основных аппаратов ресурсосберегающих систем ЗН-3 Уметь: применять специализированное программное обеспечение в проектировании ресурсосберегающих систем У-3 Владеть: методами расчета основных аппаратов процессов химической технологии с применением специализированного программного обеспечения Н-3</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.08) и изучается на 1 курсе во 2 семестре и на 2 курсе в 3 семестре.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами в процессе освоения дисциплин «Оптимизация технологических режимов промышленных установок в нефтехимии и нефтепереработке», «Энерготехнологические системы в химии нефтехимии и нефтепереработке».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Проектирование и аппаратурное оформление ресурсосберегающих процессов» 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		
	Всего	2 семестр	3 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6 / 216		
Контактная работа с преподавателем:	110		
занятия лекционного типа	18	18	-
занятия семинарского типа (в т.ч. на практи.подготовку)	84 (13)	36 (8)	48 (5)
семинары, практические занятия (в т.ч.на практи.подготовку)	36 (8)	36 (8)	-
лабораторные работы	48 (5)	-	48 (5)
курсовое проектирование (КР или КП)	-	-	-
КСР	8	2	6
другие виды контактной работы			
Самостоятельная работа (в т.ч.на практи.подготовку)	70	52	18
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Устный опрос	Устный опрос	Устный опрос
Форма промежуточной аттестации (КР, КП , зачет, экзамен)	Экзамен (36), зачет	Зачет	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			
2 семестр							
2.	Введение	2	-	-	2	ПК-3	ПК-3.12
3.	Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций	2	4	-	4	ПК-3	ПК-3.12
4.	Реакторы для проведения процессов органического и нефтехимического синтеза	2	8	-	10	ПК-3	ПК-3.13
5.	Ректификация многокомпонентных и сложных смесей	2	4	-	10	ПК-3	ПК-3.13
6.	Утилизации низкопотенциальных энергетических потоков	2	4	-	2	ПК-3	ПК-3.13
7.	Нагревательные печи. Аппараты воздушного охлаждения	2	8	-	10	ПК-3	ПК-3.13
8.	Насосы, компрессоры, трубопроводы и трубопроводная арматура	2	4	-	10	ПК-3	ПК-3.13
9.	Декомпозиционные методы синтеза ресурсосберегающих систем	4	4	-	4	ПК-3	ПК-3.14
3 семестр							
2.	Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций	-	-	4	2	ПК-3	ПК-3.12
3.	Реакторы для проведения процессов органического и нефтехимического синтеза	-	-	8	4	ПК-3	ПК-3.13
4.	Ректификация многокомпонентных и сложных смесей	-	-	8	4	ПК-3	ПК-3.13
5.	Утилизации низкопотенциальных энергетических потоков	-	-	8	-	ПК-3	ПК-3.13
6.	Нагревательные печи. Аппараты воздушного охлаждения	-	-	8	4	ПК-3	ПК-3.13
7.	Насосы, компрессоры,	-	-	4	4	ПК-3	ПК-3.13

	трубопроводы и трубопроводная арматура						
8.	Декомпозиционные методы синтеза ресурсосберегающих систем	-	-	8	-	ПК-3	ПК-3.14

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение</u> Цели и задачи изучения дисциплины. Рекомендуемая литература Критерии эффективности функционирования ресурсосберегающих систем. Задачи, решаемые при проектировании ресурсосберегающих систем	2	ЛВ
2	<u>Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций</u> Углеводородных фракции, разбивка на псевдокомпоненты. Методы расчета средней молекулярной массы нефтяных фракций. Формула Воинова. Понятие о характеризующем факторе и его учет при расчете средней молекулярной массы. Плотность жидких нефтепродуктов и газовых смесей. Метод Питцера для расчета плотности неидеальных газов. Теплоемкость органических веществ в жидкой и паровой фазе. Теплоты испарения. Энтальпии образования и сгорания веществ. Расчет энтальпий образования и теплоемкости по методу Бенсона. Динамическая, кинематическая и условная вязкость. Теплопроводность газов и жидкостей. Поверхностное натяжение жидкостей. Расчет физико-химических свойств в системе Hysys	2	ЛВ, МК
3	<u>Реакторы для проведения процессов органического и нефтехимического синтеза</u> Классификация химических реакторов. Материальный баланс реактора. Расчет состава продуктов реакции, конверсии, выхода, селективности. Тепловой баланс химического реактора. Моделирование реакторов с кипящим слоем	2	ЛВ
4	<u>Ректификация многокомпонентных и сложных смесей</u> Расчет давления насыщенного пара индивидуальных веществ и фракций. Расчет и определение констант фазового равновесия компонентов. Давление сходимости. Учет неидеальности паровой фазы по методике Винна-Хеддена. Однократное испарение. Доля отгона сырья. Построение кривой однократного испарения идеальной бинарной смеси. Построение кривой однократного испарения методом Обрядчикова и Смилович и с использованием графиков Эдмистера.	2	ЛВ, МК

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>Расчет доли отгона сырья и составов равновесных фаз с помощью графика Гужова и методом Трегубова. Многократное и постепенное испарение и конденсация. Ректификация многокомпонентных и сложных смесей. Составление материального баланса ректификационной колонны с помощью метода ключевых компонентов и по Хенгстебеку. Расчет температуры верха и низа колонны. Расчет минимального флегмового числа по Андервуду и оптимизация рабочего флегмового числа. Расчет числа теоретических тарелок колонны методами Фенске-Джиллиленда, Хенгстебека, от тарелки к тарелке. Тепловой баланс ректификационной колонны. Расчет внутренних материальных потоков в колонне. Предварительный расчет диаметра колонны. Явления, нарушающие нормальную работу тарелок. Гидравлический расчет тарелок. Построение диаграммы производительности тарелок. Расчет высоты колонны. Моделирование сложных ректификационных колонн в системе Hysys.</p>		
5	<p><u>Утилизации низкопотенциальных энергетических потоков</u> Тепловые насосы. Применение тепловых насосов в системах ректификации. Расчет основных параметров теплового насоса. Использование колонн с внутренней тепловой интеграцией</p>	2	ЛВ
6	<p><u>Нагревательные печи. Аппараты воздушного охлаждения</u> Нагревательные печи Классификация и конструкции нагревательных трубчатых печей. Шифры печей. Основные показатели работы печей. Основы расчета печей. Выбор типоразмера, поверочный расчет радиантной и конвекционной камер. Повышение экономичности нагревательных печей. .Аппараты воздушного охлаждения Преимущества и недостатки воздушного охлаждения по сравнению с водяным. Конструкции аппаратов воздушного охлаждения, схемы включения их в технологические линии, регулирование работы. Основы расчета аппаратов воздушного охлаждения..</p>	2	ЛВ
7	<p><u>Насосы, компрессоры, трубопроводы и трубопроводная арматура</u> Расчет и выбор насосов. Мощность, потребляемая насосом. Выбор компрессоров. Классификация трубопроводов, их проектирование. Запорная, регулирующая, предохранительная и контрольная арматура</p>	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
8	<u>Декомпозиционные методы синтеза ресурсосберегающих систем</u> Типы декомпозиции систем. Синтез тепловых систем. Пинч методы. Синтез систем разделения комбинаторным и методом динамического программирования. Эвристические методы синтеза. Повышение эффективности системы теплообмена на установках первичной переработки нефти.	4	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	В т.ч. на практич. подготовку	Инновационная форма
2	Расчет физико-химических свойств нефтяных фракций и нефтепродуктов.	4	0,5	Т
3	Расчет нефтехимических реакторов.	4	1	Т
3	Моделирование реакторов с кипящем слоем.	4	1	Т
4	Расчет доли отгона сырья в процессе однократного испарения и составов фаз.	2	0,5	Т
4	Расчет ректификационных колонн для разделения многокомпонентных и сложных смесей.	2	1	Т
5	Расчет теплового насоса.	4	1	Т
6	Нагревательные печи.	8	1	Т
7	Расчет компрессоров	4	1	Т
8	Синтез системы теплообмена	4	1	Т

4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	В т.ч. на практич. подготовку	Инновационная форма
----------------------	--	-------------------	-------------------------------	---------------------

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	В т.ч. на практич. подготовку	Инновационная форма
2	Расчет физико-химических свойств нефтяных фракций и нефтепродуктов.	4		МК КтСм
3	Расчет нефтехимических реакторов.	4	1	МК КтСм
3	Моделирование реакторов с кипящем слоем.	4	1	МК КтСм
4	Расчет доли отгона сырья в процессе однократного испарения и составов фаз.	4		МК КтСм
4	Расчет ректификационных колонн для разделения многокомпонентных и сложных смесей.	4	1	МК КтСм
5	Расчет теплового насоса.	8		МК КтСм
6	Нагревательные печи.	8	1	МК КтСм
7	Расчет компрессоров	4		МК КтСм
8	Синтез системы теплообмена	8	1	МК КтСм

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Задачи, решаемые при проектировании ресурсосберегающих систем	2	Устный опрос
2	Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций	6	Устный опрос
3	Реакторы для проведения процессов органического и нефтехимического синтеза	14	Устный опрос
4	Ректификация многокомпонентных и сложных смесей	14	Устный опрос
5	Утилизации низкопотенциальных энергетических потоков	2	Устный опрос
6	Нагревательные печи. Аппараты воздушного охлаждения	14	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
7	Насосы, компрессоры, трубопроводы и трубопроводная арматура	14	Устный опрос
8	Декомпозиционные методы синтеза ресурсосберегающих систем. Синтез систем теплообмена. Синтез систем разделения с помощью пинч-методов.	4	Устный опрос

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 зачета во 2 семестре и экзамена в 3 семестре.

Зачет и экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами и практическими заданиями.

При сдаче экзамена студент получает 2 теоретических вопроса (для проверки знаний) и практическое задание (для проверки умений и навыков), время подготовки студента к ответу - до 45 мин. При сдаче зачета студент получает теоретический вопрос (для проверки знаний) и практическое задание (для проверки умений и навыков), время подготовки студента к ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1
1 В чем состоит сущность метода Бенсона для расчета энтальпий образования и теплоемкости органических веществ?
2 Типы реакторов высокого давления.
3. Задание: для потока нефтяной фракций заданного состава найти водяной эквивалент.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1
1 Какие уравнения предложены Андервудом для расчета минимального флегмового числа?
2. Задание: для ориентированного графа составить матрицу смежности и список

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

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / Н. В. Лисицын [и др.]. – Санкт-Петербург : Менделеев, 2013. - 392 с. - ISBN 978-5-94922-034-4.
2. Кузичкин, Н. В. Моделирование химико-технологической системы изомеризации н-пентана : Методические указания к курсовому проектированию / Н. В. Кузичкин, Н. В. Лисицын. – Санкт-Петербург : [б.и.], 2006. - 30 с.
3. Лисицын, Н. В. Синтез систем разделения многокомпонентных смесей : Учебное пособие / Н. В. Лисицын, К. Хартман, Н. В. Кузичкин. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2006. - 36 с.
4. Моделирование в компьютерной среде Aspen Hysys : учебное пособие / В. И. Федоров [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. ресурсосберегающих технологий. - СПб. : [б. и.], 2013. - 75 с.

б) электронные учебные издания:

1. Кузичкин, Н. В. Моделирование химико-технологической системы изомеризации н-пентана : Методические указания к курсовому проектированию / Н. В. Кузичкин, Н. В. Лисицын. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2006. - 30 с.
2. Кузичкин, Н. В. Проектирование ресурсосберегающих систем разделения : методические указания к лабораторной работе / Н. В. Кузичкин - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2007. – 27 с.
3. Кузичкин, Н. В. Разработка модулей ресурсосберегающих систем и использование методов нелинейного программирования с учетом ограничений в проектировании : методические указания к лабораторной работе / Н. В. Кузичкин, В. И. Федоров. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2007. - 31 с.
4. Лисицын, Н. В. Проектирование оптимальных теплообменных систем : методические указания к лабораторной работе / Н. В. Лисицын, Н. В. Кузичкин. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2007. - 25 с.
5. Моделирование в компьютерной среде Aspen Hysys : учебное пособие / В. И. Федоров [и др.] - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2013. - 75 с.

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 «Проектирование и аппаратурное оформление ресурсосберегающих процессов» 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.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные 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 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. для ведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный объединенными в сеть персональными компьютерами, оборудованием и техническими средствами обучения на необходимое количество посадочных мест, оснащенными специализированным программным обеспечением, позволяющим выполнять имитационное моделирование технологических объектов промышленных производств.

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 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации
по дисциплине «Проектирование и аппаратурное оформление ресурсосберегающих
процессов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции (код направленности)	Содержание	Этап формирования
ПК-3	Готовность разрабатывать информационные и математические модели химико-технологических процессов, в том числе с использованием пакетов прикладных программ, осуществлять их верификацию и внедрять результаты научных исследований и опытно-конструкторских разработок в промышленное производство химической и нефтегазовой продукции.	Промежуточный

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)
ПК-3.12 Использование специализированных методик и методов в проведении экспериментов и испытаний, анализ их результатов и осуществление корректной интерпретации	Перечисляет методы синтеза ресурсо- и энергосберегающих систем (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №№1-12 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
	Формулирует постановку задачи и формирует исходные данные для моделирования аппаратов ресурсосберегающих систем (У-1)	Правильные ответы на вопросы №№1-6 к зачету	Приводит перечень параметров, необходимых для постановки задачи моделирования элементов химико-технологической системы	Приводит перечень параметров для моделирования элементов технологических процессов, ранжирует по значимости, осуществляет расчет	Приводит перечень параметров для моделирования элементов технологических процессов, ранжирует по значимости, осуществляет расчет, оценивает качество полученных результатов

Код и наименование индикатора достижения компетенции (код направленности)	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Применяет на практике информацию о деятельности основных отечественных, зарубежных и международных проектных организаций, работающих в области создания ресурсосберегающих систем (Н-1)	Корректное выполнение практически всех заданий в части выбора и обработки исходных данных	Имеет представление о современном состоянии науки в области создания ресурсосберегающих систем	Способен оценивать возможность и предлагать варианты применения опыта современных практик в области создания ресурсосберегающих систем	Способен самостоятельно отбирать, анализировать и систематизировать информацию из различных источников, необходимую для выбора методик и расчета технологического процесса по принципу создания ресурсосберегающих систем
ПК-3.13 Реализация системного подхода и использования моделей химико-технологически	Описывает задачи и методологию проектирования ресурсосберегающих систем; методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций ЗН-2	Правильные ответы на вопросы №№13-166 к экзамену	Перечисляет стандартные методики расчета химико-технологических систем	Способен корректно осуществлять выбор подходящей методики расчета химико-технологических систем	Способен самостоятельно отбирать, анализировать и систематизировать информацию, необходимую для расчета технологического процесса, для обоснованно выбранной методики 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)
х процессов для описания и прогнозирования ситуаций, осуществления качественного и количественного анализа процессов в целом и отдельных технологических стадий	Обосновывает выбор метода проектирования ресурсосберегающих систем, выбор основного оборудования процессов основного органического и нефтехимического синтеза У-2	Правильные ответы на вопросы №№7-32 к зачету	Имеет представление о структурной и параметрической оптимизации	Демонстрирует подбор оптимальных параметров химико-технологического процесса по критериям оптимизации	Демонстрирует умение синтезировать оптимальные по выбранному самостоятельно критерию схемы химико-технологического процесса
	Пользуется методами расчета ректификационных колонн для разделения многокомпонентных и сложных смесей; методами расчета нефтехимических реакторов, методами расчета трубчатых нагревательных печей. Н-2	Корректное выполнение лабораторных и практических работ; Корректное выполнение практического задания на экзамене, на зачете практических заданий	Имеет навык построения математических моделей аппаратов химико-технологических систем	Уверенно владеет инструментарием построения математических моделей аппаратов химико-технологических систем	Уверенно владеет инструментарием построения математических моделей аппаратов химико-технологических систем, может выполнять расчетные исследования и анализировать результаты
ПК-3.14 Разработка математических моделей	Называет способы моделирования основных аппаратов ресурсосберегающих	Правильные ответы на вопросы №№167-181	Имеет представление о функционале и принципах	Знает о базовых и расширенных возможностях программного	Знает о базовых и расширенных возможностях программного обеспечения для моделирования технологических систем, знает

Код и наименование индикатора достижения компетенции (код направленности)	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
химико-технологических процессов переработки углеводородного сырья, осуществление их экспериментальной проверки и анализа	систем ЗН-3	к экзамену	работы программного обеспечения для моделирования технологических систем	обеспечения для моделирования технологических систем	алгоритмы выполнения анализа химико-технологической системы при помощи программных продуктов
	Применяет специализированное программное обеспечение в проектировании ресурсосберегающих систем У-3	Правильные ответы на вопросы №№32-37 к зачету	Имеет представление о функционале и принципах работы программного обеспечения для описания основных процессов и аппаратов химической технологии	Знает о базовых и расширенных возможностях программного обеспечения для описания основных процессов и аппаратов химической технологии	Знает о базовых и расширенных возможностях программного обеспечения описания основных процессов и аппаратов химической технологии, способен применять принципы ресурсосбережения при построении моделей
	Выполняет расчеты основных аппаратов процессов химической технологии с применением специализированного программного	Корректное выполнение лабораторных и практически работ; Корректное	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

Код и наименование индикатора достижения компетенции (код направленности)	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	обеспечения Н-3	выполнение практического задания на экзамене, на зачете			

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

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

Шкала оценивания на зачете – «зачет», «незачет». При этом «зачет» 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 на экзамене:

Вопросы по теме «Введение»

1. Критерии эффективности функционирования ресурсосберегающих систем.
2. Задачи, решаемые при проектировании ресурсосберегающих систем

Вопросы по теме «Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций»

3. Для каких нефтяных фракций при расчете средней молекулярной массы применима формула Б.М.Воинова?

4. Каким образом учитывается влияние группового состава нефтяных фракций на среднюю молекулярную массу?

5. Какая исходная информация о свойствах нефтяных фракций необходима для расчета ее плотности при рабочей температуре по методике Грозненского нефтяного института (ГрозНИИ)?

6. Как можно рассчитать плотность нефтяной фракции в паровой фазе при рабочих параметрах?

7. Как зависит теплоемкость веществ в жидкой и паровой фазе от температуры?

8. Графические методы определения и эмпирические формулы для расчета энтальпии нефтепродуктов в жидкой и паровой фазе.

9. В чем состоит сущность метода Бенсона для расчета энтальпий образования и теплоемкости органических веществ?

10. Как можно рассчитать теплоту сгорания органических веществ?

11. Как рассчитывается динамическая и кинематическая вязкость веществ и нефтепродуктов в зависимости от температуры и состава смеси?

12. Как можно определить физико-химические свойства в смесевом потоке с помощью моделирующей программы Nусys.

Вопросы по теме «Реакторы для проведения процессов органического и нефтехимического синтеза»

13. Каков тепловой режим адиабатических и политропических реакторов?

14. Каковы различия в конструкции реакторов с аксиальным и радиальным вводом сырья?

15. Как составляется материальный баланс реакторов, в которых протекают не только основная, но и побочные реакции?

16. Что такое степень конверсии реагента, селективность образования продукта, выход продукта?

17. Как можно рассчитать тепловой эффект реакции, пользуясь законом Генри?

18. Какое отношение имел Г.И.Гесс к истории Санкт-Петербургского технологического института?

19. Как зависит тепловой эффект реакции от температуры?

20. Как можно рассчитать тепловой эффект реакции с использованием теплот сгорания реагентов и продуктов?

21. Вывести уравнения расчета времени пребывания реагентов в реакторе идеального смешения периодического действия для реакции n -го и 1-го порядка.

22. Как можно рассчитать концентрацию реагентов и продуктов, зная состав исходной смеси с учетом стехиометрических коэффициентов в уравнении реакции при любой степени превращения?

23. Как можно рассчитать необходимое время пребывания реагентов в реакторе идеального смешения периодического действия, если скорость реакции описывается сложным кинетическим уравнением?

24. Как рассчитывается объем реактора идеального смешения периодического действия для обеспечения заданной производительности по целевому продукту?
25. Как рассчитывается объем реактора идеального вытеснения?
26. Вывести характеристические уравнения для расчета времени пребывания реагентов в реакторе идеального смешения непрерывного действия для реакций n -го и 1-го порядка по ведущему реагенту?
27. Как с использованием графического метода можно сопоставить производительность непрерывно действующих реакторов идеального смешения и идеального вытеснения?
28. В каких случаях реактор идеального смешения обеспечивает большую, меньшую и одинаковую селективность образования целевого продукта с реактором идеального вытеснения?
29. Как можно рассчитать требуемое число реакторов идеального смешения в каскаде с использованием метода Джонса, если задано время пребывания реагентов в единичном реакторе?
30. Как с использованием того же метода Джонса можно решить обратную задачу: при заданном числе реакторов в каскаде рассчитать время пребывания реагентов и объем единичного реактора идеального смешения?
31. Чем определяется выбор типа реакторов для проведения гомогенных процессов?
32. Какой основной недостаток реакционных камер?
33. Типы реакционных трубчаток.
34. Из каких соображений выбирается начальная температура теплоносителя или хладагента для обеспечения изотермического режима в реакционных трубчатках?
35. Как рассчитывается максимально-допустимый диаметр труб при изотермическом процессе в реакционных трубчатках?
36. В каких случаях для проведения гомогенных процессов используются реакторы с мешалками?
37. Какие требования предъявляются к высокотемпературным теплоносителям?
38. Какие высокотемпературные теплоносители применяются для обеспечения изотермического режима в реакторах?
39. от каких факторов зависит выбор типа реакторов для проведения гетерогенных реакционных процессов?
40. Из каких стадий состоит гетерогенно-каталитический процесс?
41. Какова конструкция адиабатических реакторов для гетерогенных процессов, протекающих во внешней диффузионной области?
42. Как поддерживается необходимая температура в зоне реакции для процессов, протекающих во внешней диффузионной области?
43. Как рассчитывается теплонапряженность реакционного пространства и какие требования предъявляются к катализаторам процессов, протекающих во внешней диффузионной области?
44. В каких случаях для проведения гетерогенных процессов целесообразно использовать трубчатые реакторы и как рассчитывается их диаметр?
45. В каких случаях используется для процессов, протекающих в кинетической области. Адиабатические реакторы с неподвижным слоем катализатора? Полочные реакторы.
46. Какие способы теплоотвода используются в реакторах барботажного типа?
47. Как можно рассчитать температуру реакционной зоны в барботажных колоннах при теплоотводе за счет испарения реагентов или жидких инертных компонентов?
48. Что такое высота, эквивалентная реакторной единице и как рассчитывается высота барботажной колонны?
49. Каковы недостатки реакторов с неподвижным слоем катализатора?

50. Каковы преимущества и недостатки реакторов с псевдооживленным слоем катализатора?
 51. Схема реакторно-регенераторного блока с псевдооживленным слоем катализатора?
 52. Как рассчитывается среднее гармоническое значение диаметра частиц псевдооживленного слоя катализатора?
 53. Что такое число псевдооживления и какой должна быть скорость газа в реакторе с псевдооживленным слоем катализатора?
 54. Реакторы с движущимся слоем катализатора?
 55. Что такое скорость витания частиц катализатора и как она может быть рассчитана?
 56. Типы реакторов высокого давления.
 57. Для чего предназначены предохранительные клапаны, разрывные и предохранительные мембраны?
 58. Как рассчитывается расход катализатора и число трубок изотермического реактора?
 59. Как рассчитывается расход катализатора в реакторе с псевдооживленным слоем?
 60. Как рассчитывается расход катализатора в адиабатическом реакторе?
 61. Как составляется математическая модель адиабатического реактора, в котором параллельно протекает несколько реакций?
 62. Что такое порозность в слое катализатора и как ее можно рассчитать?
 63. Что такое удельная поверхность частиц катализатора?
 64. Почему невыгодно использовать катализатор сферической формы?
 65. Что такое эквивалентный диаметр частиц катализатора?
 66. Вывести формулу для расчета эквивалентного диаметра частиц катализатора цилиндрической формы?
 67. В чем состоит принципиальное отличие уравнения Эргуна для расчета гидравлического сопротивления слоя катализатора в реакторах с аксиальным и радиальным вводом сырья?
 68. Как рассчитывается гидравлическое сопротивление перфорированных стенок?
 69. Реакторы в системе Hysys. Какая информация должна быть введена для расчета реактора Гибса.
- Вопросы по теме «Ректификация многокомпонентных и сложных смесей»*
70. Для чего используется уравнение Антуана?
 71. Что такое константа фазового равновесия компонента и как она рассчитывается для компонентов идеальной системы с использованием объединенного закона Рауля-Дальтона?
 72. Как константы фазового равновесия веществ и нефтяных фракций определяются с помощью номограммы Винна-Хеддена?
 73. Как с использованием той же номограммы можно определить константы фазового равновесия высококипящих компонентов?
 74. В каких случаях можно использовать номограмму Винна-Хеддена без учета неидеальности паровой фазы?
 75. Какими способами можно испарять сырье?
 76. Что такое доля отгона сырья в процессе однократного испарения?
 77. Как взаимно располагаются кривые стандартной разгонки, ИТК и однократного испарения?
 78. Почему температура конца однократного испарения ниже, чем конца кипения при стандартной разгонке и по кривой ИТК?
 79. Какие допущения лежат в основе метода Пирумова при построении линии однократного испарения при давлении, отличающемся от нормального атмосферного?

80. Какое допущение используется при построении кривой однократного испарения с помощью графиков Эдмистера?
81. Уравнение Трегубова для расчета доли отгона сырья при однократном испарении и составов равновесных фаз.
82. Зачем необходимо знать долю отгона сырья в процессе однократного испарения при расчете ректификационных колонн и трубчатых печей?
83. Какая исходная информация должна быть известна при составлении материального баланса ректификационной колонны методом ключевых компонентов?
84. Как выбирается ключевая пара компонентов и какие допущения лежат в основе метода ключевых компонентов?
85. Какая исходная информация должна быть известна при составлении материального баланса ректификационной колонны методом Хенгстебека?
86. Какая графическая зависимость используется в методе Хенгстебека?
87. Как можно составить материальный баланс колонны, если известен состав сырья и с помощью графика Хенгстебека определено отношение мольных расходов компонентов в дистилляте и кубовом остатке?
88. Как рассчитывается температура в верхнем сечении ректификационной колонны?
89. Насколько различаются давления в нижнем и верхнем сечениях ректификационной колонны?
90. Как рассчитывается температура в нижнем сечении ректификационной колонны?
91. Что такое флегмовое число и минимальное флегмовое число?
92. К чему приведет снижение расхода орошения до уровня ниже минимального флегмового числа?
93. Какие уравнения предложены Андервудом для расчета минимального флегмового числа?
94. Какому условию должен удовлетворять вспомогательный коэффициент Θ в уравнении Андервуда?
95. Как можно оптимизировать значение коэффициента избытка флегмы?
96. Чем обусловлено наличие минимума на кривой зависимости удельных энергозатрат от величины флегмового числа?
97. При каком режиме работы колонны требующееся число теоретических тарелок минимально?
98. Вывести уравнение Фенске для расчета минимального числа теоретических тарелок?
99. Какая зависимость была предложена Джиллилендом для расчета числа теоретических тарелок?
100. Какова средняя погрешность расчета ЧТТ методом Фенске-Джиллиленда и коэффициента полезного действия практических тарелок?
101. От каких факторов зависит к.п.д. практических тарелок?
102. Как все компоненты сырья, поступающего в колонну, сводятся к двум группам – эффективного легкого и эффективного тяжелого компонента?
103. Как определяется требующаяся ЧТТ укрепляющей и отгонной секции колонны методом Хенгстебека?
104. Вывести уравнение кривой равновесия жидкость – пар для бинарной идеальной системы?
105. Составам каких потоков соответствуют точки, находящиеся на рабочих линиях укрепляющей и отгонной секций колонны?
106. Как проводится расчет ЧТТ колонны методом «от тарелки к тарелке»?
107. Как определяется оптимальное положение тарелки питания при расчете требующейся эффективности колонны методом «от тарелки к тарелке»?

108. Какие требования предъявляются к тарелкам ректификационных колонн?
109. Какова конструкция S-образных тарелок и какое основное их преимущество по сравнению с колпачковыми тарелками?
110. Какова конструкция струйных тарелок и почему они характеризуются повышенной производительностью?
111. Какова конструкция двухпоточных и четырехпоточных тарелок и в каких случаях их следует использовать?
112. Что такое горячее острое орошение, каким образом оно создается в колонне?
113. Какое преимущество и каковы недостатки использования парциального конденсатора по сравнению с другими способами орошения?
114. Как создается в колонне холодное острое испаряющееся орошение?
115. Как осуществляется в колонне циркуляционное неиспаряющееся орошение?
116. Какие способы используются для подвода тепла в низ колонны?
117. Каковы преимущества вертикальных термосифонных ребойлеров по сравнению с другими кипятильниками?
118. Как осуществляется подвод тепла при помощи горячей циркулирующей струи?
119. Как рассчитывается количество тепла, вносимое в колонну сырьем в виде парожидкостной смеси?
120. Как рассчитывается количество тепла, отводимое в холодильнике-конденсаторе или в парциальном конденсаторе?
121. Какими способами можно рассчитать расход пара и жидкости в верхнем сечении колонны?
122. Как рассчитывается расход пара и жидкости в произвольном сечении отгонной секции и в нижнем сечении колонны?
123. В чем суть ненормального явления при работе тарелок ректификационных колонн, называемого конусообразованием?
124. Какое нежелательное явление может возникнуть при высоких нагрузках по пару в колонне?
125. Какое нежелательное явление может возникнуть при высоких нагрузках по жидкости в колонне?
126. Что такое провал жидкости на нижележащую тарелку и пульсирующий поток пара, когда они возможны?
127. По каким двум параметрам тарелки проводится предварительный выбор диаметра колонны?
128. Что понимается под рабочей площадью тарелки, площадью слива, периметром слива?
129. Что такое динамический подпор жидкости над сливной перегородкой и градиент жидкости на приеме тарелки?
130. От каких факторов зависит принимаемое расстояние между тарелками?
131. Как строится диаграмма производительности тарелки?
132. Что такое степень захлебывания тарелки и диапазон эффективной работы тарелки?
133. Как рассчитывается высота колонны?
134. В чем сущность принципа теплового насоса, каковы его преимущества и когда использование этого принципа экономично?
135. Каковы преимущества и недостатки регулярных насадок по сравнению с тарельчатыми колоннами?
136. Каковы преимущества тарелок центробежного типа по сравнению с барботажными тарелками?
137. Каковы преимущества и недостатки пленочных ректификационных аппаратов, в частности, ректификационной технологии Линас?
138. Как производится расчет сложных колонн со стриппингами в системе Hysys.

Вопросы по теме «Нагревательные печи»

139. По каким признакам проводится классификация трубчатых печей?
140. Как эти признаки классификации отражаются в шифрах печей?
141. Что означают числитель и знаменатель дроби в конце шифра печи?
142. Что понимается под производительностью и теплопроизводительностью печей?
143. Что такое к.п.д. печи и от каких факторов он зависит?
144. Что такое теплонапряженность поверхности нагрева печи?
145. От чего зависят гидравлические потери напора в змеевике печи?
146. Как рассчитывается необходимое сечение труб змеевика печи?
147. По каким параметрам выбирается тип и размер трубчатой печи?
148. Как можно рассчитывать теплоту сгорания топлива и состав продуктов сгорания топлива в печи?
149. Какие направления повышения тепловой эффективности трубчатых печей используются в промышленности?
- Вопросы по теме «Аппараты воздушного охлаждения»*
150. Каковы недостатки и преимущества водяных холодильников?
151. Каковы преимущества и недостатки аппаратов воздушного охлаждения (АВО)?
152. Какие типы АВО выпускаются в России?
153. Из каких элементов состоят АВО?
154. Какие возможны схемы включения АВО в технологические линии?
155. Какая температура охлаждающего воздуха принимается в качестве расчетной при проектировании АВО?
156. Какими способами можно регулировать работу АВО?
- Вопросы по теме «Насосы, компрессоры, трубопроводы и трубопроводная арматура»*
157. Какие свойства жидкости и условия ее перекачивания необходимо знать при выборе насосов?
158. По каким двум параметрам, указываемым в марке насосов. Проводится из выбор?
159. Что такое дифференциальный напор насоса и как он рассчитывается?
160. Как рассчитывается мощность, потребляемая насосом?
161. По каким параметрам подбирают компрессоры?
162. По каким признакам проводится классификация трубопроводов?
163. какие способы применяются при соединении труб?
164. Как компенсируется температурное удлинение трубопроводов?
165. Классификация трубопроводной арматуры.
166. Когда используются краны, вентили и задвижки в качестве запорной арматуры?
- Вопросы по теме «Декомпозиционные методы синтеза ресурсосберегающих систем»*
167. Классификация методов синтеза ресурсосберегающих систем.
168. Охарактеризуйте основные методы синтеза энергосберегающих систем.
169. Сформулируйте постановку задачи синтеза энергосберегающих систем.
170. Какие эвристики используются при синтезе оптимальных систем теплообмена?
171. Как строятся энтальпийно-температурные диаграммы?.
172. Что такое пинч-точка на композитной кривой?
173. Какие условия должны соблюдаться при синтезе тепловых сетей с помощью Пинч-метода?
174. Какие эвристические правила используются в комбинаторно-эвристических методах?
175. Как формулируется задача синтеза систем ректификации?
176. Когда можно применять Пинч-методы для систем разделения?
177. Что такое «богатые» и «бедные» потоки в подсистеме массообмена?
178. Как строится каскадная массообменная диаграмма?

179. Какое условие должно выполняться для количества богатых и бедных потоков выше точки пинча?

180. Что такое внешняя подсистема в подсистеме массообмена?

181. Как производится разбивка на интервалы для бедных и богатых потоков в системе массообмена?

3.2 Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента на зачете:

1. Какие задачи включает структурный анализ химико-технологических систем?
2. Дайте определение матрицы смежности и матрицы путей.
3. Сколько строк содержит матрица контуров?
4. Чем комплекс отличается от контура?
5. Какие дуги должны быть разорваны в комплексе в первую очередь?
6. Что определяет контурная степень дуги?
7. Что называется точкой пинча?
8. Как изменяются капитальные и эксплуатационные затраты при увеличении D_{\min} ?
9. Охарактеризуйте области температурно-энтальпийной диаграммы выше и ниже точки пинча?
10. Какое условие должно быть выполнено при последовательной передаче избытков теплоты, в нижележащий интервал каскадной схемы?
11. Чему равно количество теплоты, входящее и выходящее из каскадной схемы?
12. В каких случаях справедливо допущение о протекании массообменного процесса в линейной области.
13. Дайте определение «богатых» и «бедных» потоков, участвующих в процессе массообмена.
14. По какой формуле определяется минимальное число аппаратов массообменной сети.
15. Сформулируйте термодинамические условия для выбора пары потоков для массообменного аппарата ниже и выше точки пинча.
17. Что необходимо выполнить, если число бедных потоков больше числа богатых потоков ниже точки пинча.
18. Как формулируется задача синтеза тепловых систем?
19. Приведите примеры эвристик, используемых при синтезе систем теплообмена?
20. Как построить таблицу пар потоков?
21. Как рассчитать необходимое количество воды, используемой в качестве хладагента?
22. Как рассчитать стоимость теплообменника?
23. Как определить максимально возможное количество теплоты рекуперации?
24. Выполнение каких условий необходимо обеспечить ниже и выше точки пинча?
25. Может ли производиться нагрев холодных потоков из внешних источников ниже точки пинча?
26. Какую операцию следует выполнить, если количество потоков, приходящих к точке пинча больше числа уходящих потоков?
27. Как построить композитные кривые?
28. Какие функции выполняют вспомогательная и основная системы разделения многокомпонентных смесей?
29. Какие факторы влияют на процессы разделения многокомпонентных смесей?
30. Какие условия определяют целесообразность процесса разделения в ректификационных колоннах?
31. Какое количество вариантов различных структур колонных систем существует для разделения смеси, состоящей из 10 компонентов?
32. В каких случаях справедливо допущение о протекании массообменного процесса в линейной области.

33. Какие трудности возникают при расчете ХТС интегральными методами?
34. Каким образом осуществляется расчет замкнутых ХТС декомпозиционным методом?
35. Как рассчитываются элементы матрицы Якоби?
36. Сколько раз необходимо произвести расчет разомкнутой схемы, чтобы вычислить все элементы матрицы Якоби, если число «разрывных» переменных равно n .
37. Какое условие является окончанием поиска корней системы нелинейных уравнений относительно «разрывных» переменных?

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше и практическую задачу. Время подготовки студента к ответу на вопрос – до 45 мин.

При сдаче зачета студент получает один вопрос из перечня, приведенного выше и практическую задачу. Время подготовки студента к ответу на вопрос – до 30 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 СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

