

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 25.10.2024 13:51:52
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
«21» мая 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ АНАЛИЗА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ

Направление подготовки

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

Направленность программы бакалавриата

Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **ресурсосберегающих технологий**

Санкт-Петербург

2021

Б1.В.10

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Методы анализа ресурсосберегающих систем»
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		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	7
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	7
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	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	12
10.1. Информационные технологии	12
10.2. Программное обеспечение	12
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 и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-3 Способен использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и контроля качества веществ и материалов</p>	<p>ПК-3.4 Планирование экспериментальных исследований, обработка и анализ полученные результаты с применением специализированного программного обеспечения</p>	<p>Знать: основные принципы системного анализа; реализацию стратегии системного анализа в диалоговом режиме «человек-ЭВМ» (ЗН-1) Уметь: использовать современные информационные технологии. применять специализированное программное обеспечение для анализа, оптимизации и синтеза РСС, исследовать химико-технологические комплексы как единое целое, учитывая взаимосвязь между элементами систем (У-1) Владеть: знаниями о принципах использования моделирующих программ и применения различных термодинамических пакетов для расчета химико-технологических систем (Н-1)</p>
<p>ПК-7 Способен осуществлять научное руководство проведением исследований по отдельным задачам, планировать экспериментальные исследования, обрабатывать и анализировать полученные результаты</p>	<p>ПК-7.4 Применение результатов экспериментальных исследований для описания и оптимизации химико-технологических систем</p>	<p>Знать: взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах; иерархию явлений и их соподчиненность в изучении процессов и аппаратов; иерархическую структуру химического производства; взаимовлияние аппаратов и декомпозицию (ЗН-2) Уметь: применять различные математические методы решения оптимизационных задач (У-2) Владеть: знаниями об исследовании химико-технологических комплексов (Н-2)</p>
	<p>ПК-7.5 Разработка программ экспериментальных</p>	<p>Знать: задачи и методологию проектирования ресурсосберегающих систем (РСС); способы моделирования основных аппаратов РСС; методы оптимизации РСС по критериям ресурсосбережения; методы синтеза ресурсо-</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	исследований, анализ и интерпретация результатов	и энергосберегающих систем (ЗН-3) Уметь: формулировать постановку задачи и формировать исходные данные для моделирования аппаратов РСС (У-3) Владеть: знаниями о методах планирования эксперимента (Н-3)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.10), и изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами в процессе освоения дисциплин «Теоретические основы энергосбережения и ресурсосбережения в химической технологии», «Математические методы вычислений и оптимизации», «Инженерные моделирующие системы в ресурсосбережении», «Моделирование энергосберегающих и ресурсосберегающих процессов».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Методы анализа ресурсосберегающих систем» 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)	7 / 252
Контактная работа с преподавателем:	158
занятия лекционного типа	58
занятия семинарского типа, в т.ч.	76 (13)
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	76 (13)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	24
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	67
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Устный опрос
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (27)

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа,	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические	Лабораторные работы			
1.	Общая теория систем и системного анализа	4	-	-	-	ПК-3	ПК-3.4
2.	Математическое моделирование и методы расчета ресурсосберегающих систем	10	-	36	4	ПК-7	ПК-7.4
3.	Оптимизация ХТС и оптимальное ресурсосбережение	12	-	20	10	ПК-7	ПК-7.4
4.	Синтез химико-технологических систем	16	-	12	16	ПК-7	ПК-7.5
5.	Информационно-моделирующие программы для анализа и оптимизации ХТС	16	-	8	37	ПК-7	ПК-7.5

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	<p>Определение системного анализа. Основные принципы системного анализа. Системный подход-идеология создания автоматизированных систем проектирования.</p> <p>Строение и функционирование систем. Виды и форма представления структур. Классификация систем. Закономерности систем.</p> <p>Методы и модели теории систем. Взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах. Иерархия явлений и их соподчиненность в изучении процессов и аппаратов</p> <p>Иерархическая структура химического производства; взаимовлияние аппаратов; декомпозиция.</p> <p>Системный анализ в проектировании промышленных комплексов. Анализ, Синтез, Оптимизация. Взаимосвязь задач анализа, синтеза и оптимизации. Критерий эффективности функционирования и характеристические свойства химико-технологических систем</p>	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>Структурный анализ. Алгоритмы выделения комплексов, контуров, оптимального множества разрываемых дуг графа, вычислительной последовательности расчета РСС. Выделение итерационных блоков.</p> <p>Обзор численных итерационных и безитерационных методов решения систем конечных уравнений и их применение при интегральном и декомпозиционном расчете ХТС. Расчет материальных и тепловых балансов с использованием матриц преобразования</p>		
2.	<p>Задачи проектного и поверочного расчета. Математическая модель ХТС. Число степеней свободы математической модели ХТС. Интегральная и модульная формы математической модели ХТС. Принцип декомпозиции. Агрегирование и деагрегирование модели ХТС. Материальные, тепловые и эксергетические балансы производства</p>	10	ЛВ
3.	<p>Задача ресурсосбережения, как задача оптимизации РСС. Параметры состояния и управления. Ограничения типа равенств (уравнения математических моделей элементов РСС) и неравенств (технико-экономические и технологические ограничения). Ограничения типа неравенств 1 и 2 рода. Методы учета ограничений.</p> <p>Нелинейное программирование в задачах оптимизации ресурсосберегающих систем. Методы нулевого, первого и второго порядков: метод сечений, симплексный метод, комплексный метод Бокса, метод Пауэла, метод скользящего допуска, метод градиента, метод крутого восхождения, метод Ньютона, методы случайного поиска.</p> <p>Многокритериальная оптимизация. Учет параметрической чувствительности параметров математической модели при оптимизации.</p> <p>Декомпозиционные методы оптимизации. Метод динамического программирования, метод закрепления промежуточных переменных. Метод «цен». Декомпозиционный метод вычисления градиента оптимизации с помощью сопряженного процесса</p> <p>Линейное программирование. Симплекс метод. Целочисленная оптимизация. Алгоритм Гомори. Метод ветвей и границ.</p>	12	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4.	Методы синтеза ХТС. Интегральные и декомпозиционные методы. Интегральный метод синтеза ХТС на основе структурных коэффициентов. Методы синтеза энергосберегающих систем. Постановка задачи. Классификация методов. Энтальпийно-температурная диаграмма. Pinch-методы. Комбинаторные и комбинаторно-эвристические методы. Синтез теплоинтегрированных систем ректификации. Применение Pinch-методов для синтеза систем разделения.	16	ЛВ
5.	Использование информационно - моделирующих программных продуктов для проектирования ХТС. Aspen Plus, Chem Cad, Pro-II, Hysys и др. Способы задания аппаратов и схемы соединения аппаратов в информационно-моделирующих программах. Задание информации о потоках и аппаратах технологической схемы. Выбор методов расчета физико-химических свойств компонентов. Представление фракций в виде псевдокомпонентов. Включение собственных модулей элементов в информационно -моделирующие программы. Анализ действующих химико-технологических производств с помощью информационно-моделирующих программ.	16	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

Учебным планом не предусмотрены

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	В т.ч. на пр.подготовку	Инновационная форма
2	Структурный анализ ХТС	8	1	МК
2	Декомпозиционный метод расчета ХТС	12	2	МК
2	Методы нелинейного программирования с учетом ограничений	16	2	МК
3	Построение и анализ температурно-энтальпийных диаграмм	8	2	МК
3	Синтез оптимальных теплообменных систем	12	2	МК

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	В т.ч. на пр.подготовку	Инновационная форма
4	Синтез оптимальных систем ректификации с использованием метода динамического программирования	12	2	МК
5	Синтез энергосберегающих систем разделения	8	2	МК

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Критерий эффективности функционирования и характеристические свойства химико-технологических систем (Надежность, параметрическая чувствительность, управляемость, устойчивость).	4	Устный опрос №1
3	Многокритериальная оптимизация. Учет параметрической чувствительности параметров математической модели при оптимизации. Линейное программирование. Симплекс метод. Целочисленная оптимизация. Алгоритм Гомори. Метод ветвей и границ.	10	Устный опрос №2
4	Синтез теплоинтегрированных систем ректификации. Применение Pinch-методов для синтеза систем разделения.	16	Устный опрос №3
5	Включение собственных модулей элементов в информационно-моделирующие программы.	37	Устный опрос №3

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, а также тестовым заданием.

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня вопросов и тестовое задание из пяти вопросов, время подготовки студента к ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

<p>Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах. 2. Методы нулевого, первого и второго порядков: метод сечений.

Пример тестового задания:

1 В результате структурного анализа установлено, что для расчета замкнутой РСС необходимо разорвать две дуги графа. Число параметров в каждой дуги одинаково и равно пяти. Сколько раз необходимо рассчитывать разомкнутую схему на каждой итерации для наработки матрицы Якоби?

- а) 10 раз ;
- б) 11 раз;
- в) 20 раз.

2 Задача многокритериальной оптимизации возникает в том случае, когда

3 В химической реакции



4 Задача поверочного расчета теплообменника заключается в определении

5 При выборе библиотеки физико-химических свойств углеводородных газов рекомендуется выбрать:

- а) Peng-Robinson
- б) Unifac
- в) NRTL

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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. Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : Учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова; под ред. Б. П. Демидовича. - 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2008. - 400 с. - ISBN 978-5-8114-0799-6
2. Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики : Учебное пособие для вузов / Г. И. Марчук. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-0892-4
3. Компьютерное моделирование химико-технологических систем в среде Aspen Hysys 8.6 : учебное пособие / В. И. Федоров и др. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2019. - 77 с.
4. Охорзин, В. А. Прикладная математика в системе Mathcad / В. А. Охорзин. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009. - 348 с. - ISBN 978-5-8114-0814-6.
5. 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 :

б) электронные учебные издания:

1. Компьютерное моделирование химико-технологических систем в среде Aspen Hysys 8.6 : учебное пособие / В. И. Федоров [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. ресурсосберегающих технологий. - Электрон. текстовые дан. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2019. - 77 с. : цв. ил. - Библиогр.: с. 76.
2. Бояршинов, М. Г. Методы вычислительной математики : учебное пособие / М. Г. Бояршинов. — Пермь : ПНИПУ, 2008. — 421 с. — ISBN 978-5-398-00056-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160826> (дата обращения: 07.04.2021). — Режим доступа: по подписке.

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 «Методы анализа ресурсосберегающих систем» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПб ГТИ 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 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. Специализированные моделирующие программные пакеты ASPEN®.

10.3. Базы данных и информационно-справочные системы

Научная электронная библиотека e-library.ru –<http://elibrary.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 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 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 «Методы анализа ресурсосберегающих систем»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-3	Способен использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и контроля качества веществ и материалов	Промежуточный
ПК-7	Способен осуществлять научное руководство проведением исследований по отдельным задачам, планировать экспериментальные исследования, обрабатывать и анализировать полученные результаты	Промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-3.4 Планирование экспериментальных исследований, обработка и анализ полученные результаты с применением специализированного программного обеспечения	Описывает основные принципы системного анализа; реализацию стратегии системного анализа в диалоговом режиме «человек-ЭВМ» (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы к зачету №№1-4 к экзамену	Перечисляет основные термины и понятия, используемые в лексике предмета изучения, может объяснить их смысл	Перечисляет основные термины и понятия, используемые в лексике предмета изучения, дает четкие их определения	Перечисляет основные термины и понятия, используемые в лексике предмета изучения, дает четкие их определения, может пояснить основные принципы применяемых методик
	Умеет использовать современные информационные технологии, применять специализированное программное обеспечение для анализа, оптимизации и синтеза РСС (У-1)	Правильные ответы на вопросы тестирования блока №1	Перечисляет основные принципы применения специализированного программного обеспечения для анализа, оптимизации и синтеза РСС	Перечисляет основные принципы применения специализированного программного обеспечения для анализа, оптимизации и синтеза РСС, может применить их на конкретном примере	Перечисляет основные принципы применения специализированного программного обеспечения для анализа, оптимизации и синтеза РСС, может применить их для собственного инженерного решения
	Способен пользоваться знаниями о принципах использования моделирующих программ и применения различных термодинамических пакетов для расчета химико-технологических систем (Н-1)	Корректная оценка результатов лабораторных работ	Имеет представление о принципах моделирования	Способен формулировать задачи моделирования в условиях заданных ограничений и критериев	Способен самостоятельно формулировать задачи моделирования, выявлять перечень и характер ограничений, предлагать критерии оптимизации

Код и наименование	Показатели сформированности	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
ПК-7.4 Применение результатов экспериментальных исследований для описания и оптимизации химико-технологических систем	Описывает взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах; иерархию явлений и их соподчиненность в изучении процессов и аппаратов; иерархическую структуру химического производства; взаимовлияние аппаратов и декомпозицию (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы к зачету №№5-18 к экзамену	Перечисляет основные термины и понятия, используемые при изучении иерархической структуры химического производства	Перечисляет основные термины и понятия, используемые при изучении иерархической структуры химического производства, дает четкие их определения	Перечисляет основные термины и понятия, используемые при изучении иерархической структуры химического производства, дает четкие их определения, может пояснить основные принципы применяемых методик
	Способен применять различные математические методы решения оптимизационных задач (У-2)	Правильные ответы на вопросы тестирования блока №2	Имеет ясное понятие о принципах применения математических методов решения оптимизационных задач	Способен привести примеры целесообразного применения математических методов решения оптимизационных задач и оценить эффект по критериям	Способен внести собственное инженерное предложение по применению математических методов решения оптимизационных задач
	Владеет знаниями об исследовании химико-технологических комплексов (Н-2)	Корректная оценка результатов лабораторных работ	Имеет представление о принципах оптимизации	Способен о формулировать задачи оптимизации в условиях заданных ограничений и критериев	Способен самостоятельно формулировать задачи оптимизации, выявлять перечень и характер ограничений, предлагать критерии оптимизации
ПК-7.5 Разработка программ экспериментальных	Знает задачи и методологию проектирования ресурсосберегающих систем (РСС); способы моделирования основных	Правильные ответы на вопросы к зачету №№19-31 к экзамену	Перечисляет основные задачи и методологию проектирования ресурсосберегающих систем	Перечисляет основные термины и понятия, задачи и методологию проектирования ресурсосберегающих систем,	Перечисляет основные термины и понятия, задачи и методологию проектирования ресурсосберегающих систем,

Код и наименование	Показатели сформированности	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
исследований, анализ и интерпретация результатов	аппаратов РСС; методы оптимизации РСС по критериям ресурсосбережения; методы синтеза ресурсо- и энергосберегающих систем (ЗН-3)			перечисляет методы моделирования основных аппаратов по типам	перечисляет методы моделирования основных аппаратов по типам, может пояснить особенности применения методик
	Умеет формулировать постановку задачи и формировать исходные данные для моделирования аппаратов РСС (У-3)	Правильные ответы на вопросы тестирования блока №3	Имеет понятие о принципах постановки задачи и формирования исходные данные для моделирования аппаратов	Способен самостоятельно формировать постановку задачи для моделирования аппаратов, осуществлять сбор данных	Способен самостоятельно формировать постановку задачи для моделирования аппаратов, осуществлять сбор данных, валидацию и анализ данных
	Владеет знаниями о методах планирования эксперимента (Н-3)	Корректная оценка результатов лабораторных работ	Имеет представление о методах планирования эксперимента	Способен осуществлять планирование эксперимента по формализованной методике	Способен самостоятельно осуществлять планирование эксперимента по формализованной методике, предлагать критерии выполнения задач

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

- шкала оценивания на экзамене балльная.

При этом оценка «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

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-3:

1. Строение и функционирование систем. Виды и форма представления структур. Классификация систем. Закономерности систем.
2. Методы и модели теории систем. Взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах. Иерархия явлений и их соподчиненность в изучении процессов и аппаратов.
3. Иерархическая структура химического производства; взаимовлияние аппаратов; декомпозиция.
4. Системный анализ в проектировании промышленных комплексов. Анализ, Синтез, Оптимизация. Взаимосвязь задач анализа, синтеза и оптимизации. Критерий эффективности функционирования и характеристические свойства химико-технологических систем (Надежность, параметрическая чувствительность, управляемость, устойчивость).

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-7:

5. Задачи проектного и проверочного расчета. Математическая модель РСС. Число степеней свободы математической модели РСС. Интегральная и модульная формы математической модели РСС. Принцип декомпозиции. Агрегирование и деагрегирование модели РСС. Материальные, тепловые и эксергетические балансы производства.
6. Структурный анализ. Алгоритмы выделения комплексов, контуров, оптимального множества разрываемых дуг графа, вычислительной последовательности расчета РСС. Выделение итерационных блоков.
7. Обзор численных итерационных и безитерационных методов решения систем конечных уравнений и их применение при интегральном и декомпозиционном расчете РСС. Расчет материальных и тепловых балансов с использованием матриц преобразования.
8. Задача ресурсосбережения, как задача оптимизации РСС. Параметры состояния и управления. Ограничения типа равенств (уравнения математических моделей элементов РСС) и неравенств (техничко-экономические и технологические ограничения). Ограничения типа неравенств 1 и 2 рода. Методы учета ограничений.
9. Термозкономический критерий оптимизации. Использование вторичных ресурсов и безоотходная технология.
10. Нелинейное программирование в задачах оптимизации ресурсосберегающих систем.
11. Методы нулевого, первого и второго порядков: метод сечений, симплексный метод, комплекс-метод Бокса, метод Пауэла, метод скользящего допуска, метод градиента, метод крутого восхождения, метод Ньютона, методы случайного поиска.
12. Линейное программирование. Симплекс метод.
13. Целочисленная оптимизация. Алгоритм Гомори. Метод ветвей и границ
14. Многокритериальная оптимизация. Учет параметрической чувствительности параметров математической модели при оптимизации.
15. Декомпозиционные методы оптимизации. Метод динамического программирования
16. Метод закрепления промежуточных переменных.
17. Метод «цен».
18. Декомпозиционный метод вычисления градиента оптимизации с помощью сопряженного процесса.
19. Методы синтеза ХТС. Интегральные и декомпозиционные методы.
20. Интегральный метод синтеза РСС на основе структурных коэффициентов.
21. Методы синтеза энергосберегающих систем. Постановка задачи. Классификация методов.
22. Энтальпийно-температурная диаграмма. Pinch-методы.
23. Комбинаторные и комбинаторно-эвристические методы.
24. Синтез теплоинтегрированных систем ректификации.

25. Применение Pinch-методов для синтеза систем разделения.
26. Способы задания аппаратов и схемы соединения аппаратов в информационно-моделирующих программах. Задание информации о потоках и аппаратах технологической схемы.
27. Выбор методов расчета физико-химических свойств компонентов в системе HYSYS.
28. Представление фракций в виде псевдокомпонентов.
29. Включение собственных модулей элементов в информационно -моделирующие программы.
30. Модуль оптимизации в системе HYSYS.
31. Расчетное исследование в системе HYSYS.

3.2 Пример тестовых заданий

Типовое тестовое задание состоит из вопросов по трем блокам:

1. Общая теория систем и системного анализа
2. Математическое моделирование и методы расчета ресурсосберегающих систем
3. Информационно-моделирующие программы для анализа и оптимизации ХТС.

Пример тестового задания:

Блок 1

1 Комплексом графа $T(Q,V)$, содержащим множество вершин V и множество дуг Q называется _____

2 В результате структурного анализа установлено, что для расчета замкнутой РСС необходимо разорвать две дуги графа. Число параметров в каждой дуги одинаково и равно пяти. Сколько раз необходимо рассчитывать разомкнутую схему на каждой итерации для наработки матрицы Якоби?

- а) 10 раз ;
- б) 11 раз;
- в) 20 раз.

3 Чувствительностью РСС называется свойство системы: _____

4 В задаче расчета РСС заданы все переменные входных потоков и все конструктивные и технологические параметры аппаратов. Число степеней свободы при такой постановке:

- а) $S > 0$;
- б) $S < 0$;
- в) $S = 0$.

5 Расчет материальных и тепловых балансов с использованием матриц преобразования проводят, когда зависимость между входными и выходными параметрами элементов РСС:

- а) линейная;
- б) нелинейная;
- в) у большинства элементов - линейная;
- г) у большинства элементов – нелинейная.

6 Задача многокритериальной оптимизации возникает в том случае, когда

7 К какому типу ограничений при оптимизации РСС относятся уравнения математических моделей элементов РСС

- а) ограничения типа неравенств первого рода;
- б) ограничения типа неравенств второго рода;
- в) ограничения типа равенств.

Блок 2

1 В химической реакции



Число ключевых компонентов равно

- а) 5;
- б) 2;
- в) 1;
- г) 3.

2 Задача проектного расчета теплообменника заключается в определении

3 Задача поверочного расчета теплообменника заключается в определении

4 Какое условие относительно числа стадий используется при определении минимально необходимого флегмового числа по уравнению Андервуда;

- а) бесконечное число стадий;
- б) число стадий ограничено.

5 Метод штрафных функций

- а) может привести к появлению оврагов на поверхности целевой функции;
- б) не приводит к появлению оврагов на поверхности целевой функции;

6 При использовании метода закрепления промежуточных переменных необходимо выполнения условия:

- а) число конструктивных и технологических параметров в каждом элементе РСС должно быть больше количества выходных переменных потоков;
- б) число конструктивных и технологических параметров в каждом элементе РСС должно быть меньше количества выходных переменных потоков;

7 На процессы разделения многокомпонентных смесей влияют следующие факторы:

8 Дайте определение «богатых» и «бедных» потоков, участвующих в процессе массообмена.

«Богатыми» потокам называются потоки _____

«Бедными» потокам называются потоки _____

9 Сформулируйте термодинамические условия для выбора пары потоков для массообменного аппарата ниже и выше точки пинча.

10 Что необходимо выполнить, если число «бедных» потоков больше числа «богатых» потоков ниже точки пинча?

11 Энтальпийно-температурная диаграмма позволяет определить

- а) Минимальное количество теплоты рекуперации в теплообменной системе;
- б) Максимальное количество теплоты рекуперации в теплообменной системе;

12 При синтезе оптимальной системы теплообмена выше точки пинча

- а) водяной эквивалент горячего потока должен быть больше водяного эквивалента холодного потока;
- б) водяной эквивалент горячего потока должен быть меньше водяного эквивалента холодного потока;

Блок 3

1 При выборе библиотеки физико-химических свойств углеводородных газов рекомендуется выбрать:

- а) Peng-Robinson
- б) Unifac
- в) NRTL

2 Минимальное число точек, которые необходимо задать для кривой разгонки в моделирующей программе Hysys составляет:

- а) 4;
- б) 5;
- с) 3;
- д) 9.

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше и практическое (тестовое) задание.

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.

