

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 23.11.2023 13:34:42
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
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА. МЕТОДЫ
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Направление подготовки
27.04.03 Системный анализ и управление
Направленность программы магистратуры
«Системный анализ и управление в организационных системах»

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Заочная

Факультет **информационных технологий и управления**
Кафедра **системного анализа и информационных технологий**

Санкт-Петербург

2021

Б1.В.06

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Краснобородько Д.А.

Рабочая программа дисциплины «Современные проблемы системного анализа. Методы многокритериальной оптимизации» обсуждена на заседании кафедры системного анализа и информационных технологий
протокол от «28» апреля 2021 № 7

Заведующий кафедрой,
профессор, д.т.н.

А.А. Мусаев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления
протокол от «19 » мая 2021 № 8

Председатель,
доцент, к.т.н.

В.В. Куркина

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Системный анализ и управление»		Д.А. Краснобородько
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.....	6
4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия).....	7
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
10.1. Информационные технологии.....	12
10.2. Программное обеспечение.....	12
10.3. Информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	12

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-2 Способен разрабатывать новые методы и адаптировать существующие методы системного анализа для эффективного управления техническими объектами</p>	<p>ПК-2.1 Применение методов системного анализа в организационных системах</p>	<p>Знать: - методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей (ЗН-1). Уметь: - определять основные статические и динамические характеристики объектов (У-1). Владеть: - методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов (Н-1).</p>
	<p>ПК-2.2 Применение организационно-управленческих и/или технологических решений для оптимизации производственной деятельности</p>	<p>Знать: - средства и алгоритмы инструментов управления химико-технологическими системами (ЗН-2). Уметь: - выбирать рациональную схему производства заданного продукта (У-2) Владеть: - методами анализа эффективности работы химических производств (Н-2)</p>
	<p>ПК-2.3 Использование методов многокритериальной оптимизации технологических процессов</p>	<p>Знать: - методы многокритериальной оптимизации и управления химико-технологическими системами (ЗН-3). Уметь: - использовать методы и алгоритмы реализации многокритериальной оптимизации (У-3). Владеть: - навыками использования при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ (Н-3).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Современные проблемы системного анализа. Методы многокритериальной оптимизации» относится к дисциплинам части, сформированной участниками образовательных отношений (Б1.В.06) и изучается на 3 курсе магистратуры.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Модели и методы описания дискретных технологических процессов», «Модели анализа и проектирования организационных систем».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Современные проблемы системного анализа. Методы многокритериальной оптимизации» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе магистранта и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
Контактная работа с преподавателем:	78
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	16
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	16(1)
лабораторные работы	
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	115
Формы текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе, КР, КП)	Устный опрос
Форма промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Экзамен(9)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Системный анализ	1	2		25	ПК-2	ПК-2.1
2	Математические модели систем	1	4		30	ПК-2	ПК-2.1
3	Оптимизация систем	2	4		30	ПК-2	ПК-2.2
4	Информационно-моделирующие программы		6		30	ПК-2	ПК-2.3

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<u>Системный анализ</u> Определение системы. Элементы системы. Структура, топология систем. Цель существования работы системы. Основные задачи системного анализа.	1	ЛВ
2	<u>Математические модели систем</u> Основные понятия и определения. Требования к математической модели. Структура математической модели. Классификация математических моделей. Цели математического моделирования для технических объектов и технологических процессов.	1	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<p><u>Оптимизация систем</u> Параметры состояния и параметры управления (оптимизации). Выбор параметров оптимизации. Метод информационной инверсии. Ограничения типа равенств и неравенств. Критерии оптимизации (функции цели). Методы классического анализа для решения задач оптимизации. Методы учёта ограничений: метод Лагранжа и Куна-Таккера, методы внешних и внутренних штрафных функций. Методы линейного и нелинейного программирования. Симплекс метод. Динамическое программирование для статических и динамических задач оптимизации.</p>	2	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		Всего	на практическую подготовку	
1	<p><u>Структурные матрицы и их взаимное преобразование</u> Определение сильно связанных компонент структурного графа. Определение оптимального разрывающего множества дуг.</p>	1	0,25	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<p><u>Расчёт химико-технологических систем</u> Расчёт систем интегральным методом. Расчёт систем декомпозиционным методом. Расчёт линейных систем безытерационным методом.</p>	1	0,25	
2	<p><u>Математическое моделирование</u> Математические модели элементов химико-технологических систем (ХТС). Степень свободы математической модели системы.</p>	2	0,25	Слайд-презентация, групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		Всего	на практическ ую подго товку	
2	Детерминированные и статистические модели. «Холодные» и «горячие» модели. Принцип аддитивности.	2	0,25	
3	<u>Оптимальное управление системами</u> Модели в виде систем дифференциальных уравнений. Вариационное исчисление. Уравнение Эйлера-Лагранжа для экстремалей. Изопериметрические задачи. Условие трансверсальности. Брахистохрона. Игольчатая вариация. Принцип максимума Понтрягина.	2		Слайд-презентация, групповая дискуссия
3	<u>Синтез оптимальных ХТС</u> Постановка задачи синтеза как задачи оптимизации по структурным параметрам. Целочисленные, булевские и непрерывные структурные параметры. Эвристические и комбинаторные методы синтеза. Метод ветвей и границ.	2		
4	<u>Информационно-моделирующие программы (ИМП)</u> Принципы построения ИМП. ИМП для данной предметной области – основной инструмент решения задач системного анализа в этой области.	2		Слайд-презентация, групповая дискуссия
4	<u>Библиотека модулей ИМП</u> Базы физико-химических свойств веществ. Графический интерфейс. Библиотека математических модулей. Режимы поверочного, проектного, имитационного расчёта систем.	2		
4	<u>Модули оптимизации ИМП</u> Модули динамического моделирования. Модули оформления результирующей документации. Импорт и экспорт в/из других готовых программных продуктов. Примеры ИМП для химической технологии: ASPEN PLUS, HySys.	2		Слайд-презентация, групповая дискуссия

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Структурный анализ систем. Основные понятия и определения теории графов.	3	Устный опрос №1
1	Модели структур, их взаимное преобразование. Определение оптимального разрывающего множества дуг.	3	Устный опрос №1
1	Информационные модели систем. Итерационные блоки. Декомпозиционные методы расчёта систем.	3	Устный опрос №1
2	Моделирование химического реактора на основе модели идеального смешения, вытеснения и модели неполного продольного перемешивания.	4	Устный опрос №2
2	Математические модели теплообменников и ректификационных колонн.	6	Устный опрос №2
3	Оптимизация температурного профиля в реакторе с помощью принципа максимума.	2	Устный опрос №2
3	Синтез оптимальных систем теплообмена. Синтез оптимальных систем ректификации.	4	Устный опрос №2
3	Синтез теплоинтегрированных систем ректификационных колонн.	4	Устный опрос №2
4	Расчёт, оптимизация и управление ХТС с помощью программ ASPEN+и UniSim	10	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 Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

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

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Определение системы.
2. Оптимальное управление системами.
3. Задачи оптимизации статических режимов.

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. Норенков, И. П. Автоматизированные информационные системы: Учебное пособие для вузов по направлению 230100 "Информатика и вычислительная техника" / И. П. Норенков. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. – 342 с. - ISBN 978-5-7038-3446-6
2. Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение : учеб. пособие для вузов / [Н. В. Лисицын и др.] – Санкт-Петербург. : Менделеев, 2013. – 392 с. – ISBN 978-5-94922-034-4.
3. Советов, Б.Я. Моделирование систем. Практикум: учеб. пособие для вузов. / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2012. – 295с. - ISBN 978-5-9916-1581-5.

б) электронные учебные издания:

1. Гумеров А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учеб. пособие для вузов / А. М. Гумеров. – 2-е изд., перераб. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2021. – 176 с. // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168613> (дата обращения: 30.03.2021). - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-8114-1533-5.
2. Моделирование и оптимизация химико-технологических систем с помощью интерактивной информационно-моделирующей программы Aspen PLUS : учеб. пособие / [В. А. Холоднов и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра системного анализа. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. –

- 214 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения : 25.03.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
3. Краснобородько Д. А. Декомпозиционный расчет химико-технологических систем с помощью информационно-моделирующей программы Aspen Hysys : учеб. пособие / Д. А. Краснобородько, Р. Ю. Кулишенко, В. А. Холоднов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра системного анализа и информационных технологий. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2017. – 33 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения : 25.03.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
 4. Краснобородько Д. А. Системный анализ объектов химической технологий с использованием ASPEN PLUS и ASPEN HYSYS. (на примере химико-технологической системы получения терефталевой кислоты) : учеб. пособие / Д. А. Краснобородько, Р. Ю. Кулишенко, В. А. Холоднов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра системного анализа и информационных технологий. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2017. – 123 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения : 25.03.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
 5. Краснобородько Д. А. Моделирование экстрактивной ректификации с помощью информационно-моделирующей программы Aspen Hysys : учеб. пособие / Д. А. Краснобородько, Р. Ю. Кулишенко, В. А. Холоднов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра системного анализа и информационных технологий. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2018. – 62 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения : 25.03.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

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/>.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в системах, таких как www.rambler.ru; www.yandex.ru; www.yahoo.ru; www.google.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Современные проблемы системного анализа. Методы многокритериальной оптимизации» проводятся в соответствии с требованиями следующих стандартов организации (стандартов предприятия):

СТП СПбГТИ 040-2002. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТП СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Практические и семинарские 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.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачётов и экзаменов.

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

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

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

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

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций и других интерактивных технологий;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты и/или сервисов социальных сетей.

10.2. Программное обеспечение.

Офисный пакет Microsoft Office;
универсальный математический пакет MathCAD;
моделирующий программный комплекс AspenTech (Aspen Plus, Aspen Hysys, Aspen Dynamics).

10.3. Информационные справочные системы.

- Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»: www.consultant.ru

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная проектором, экраном, ноутбуком, на 100 посадочных мест.

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

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

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

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
«Современные проблемы системного анализа. Методы многокритериальной
оптимизации»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-2	Способен разрабатывать новые методы и адаптировать существующие методы системного анализа для эффективного управления техническими объектами	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)
<p>ПК-2.1 Применение методов системного анализа в организационных системах</p>	<p>Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей (ЗН-1). Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов (У-1). Владеет методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов (Н-1).</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 1 - 21 к экзамену</p>	<p>Имеет представление о приемах, методах, способах формализации химико-технологических объектов, процессов в программных средствах. Перечисляет процедуры, алгоритмы имитационного моделирования с ошибками.</p>	<p>Рассказывает приемы, методы, способы формализации химико-технологических объектов, процессов при имитационном моделировании с помощью наводящих вопросов.</p>	<p>Способен самостоятельно формализовывать объекты и процессы химической технологии и реализовывать их в программных средствах моделирования. Легко ориентируется в терминах.</p>
<p>ПК-2.2 Применение организационно-управленческих и/или технологических решений для оптимизации производственной деятельности</p>	<p>Знает средства и алгоритмы инструментов управления химико-технологическими системами (ЗН-2). Умеет выбирать рациональную схему производства заданного продукта (У-2) Владеет методами анализа эффективности работы химических производств (Н-2)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 22 - 37 к экзамену</p>	<p>Слабо ориентируется в алгоритме работы современных информационных технологиях и программных продуктах для анализа эффективности работы химических производств.</p>	<p>Выполняет алгоритм работы информационных программных продуктов для анализа эффективности работы химических производств с небольшими ошибками</p>	<p>Выполняет алгоритм работы информационных программных продуктов для анализа работы химических производств без ошибок, способен самостоятельно рассчитывать технологические процессы и системы.</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-2.3 Использование методов многокритериальной оптимизации технологических процессов	Знает методы многокритериальной оптимизации и управления химико-технологическими системами (ЗН-3). Умеет использовать методы и алгоритмы реализации многокритериальной оптимизации (У-3). Владеет навыками использования при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ (Н-3).	Правильные ответы на вопросы № 38 - 54 к экзамену	Слабо ориентируется в методах многокритериальной оптимизации и алгоритме работы информационно-моделирующих программ для химико-технологических процессов и систем.	Выполняет алгоритмы реализации многокритериальной оптимизации с помощью информационно-моделирующих программ для химико-технологических процессов и систем с небольшими ошибками	Выполняет алгоритмы реализации многокритериальной оптимизации с помощью информационно-моделирующих программ без ошибок, способен самостоятельно моделировать химико-технологические процессы и системы.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:

1. Определение системы.
2. Элементы системы.
3. Структура, топология систем.
4. Цель существования и работы системы.
5. Математическое моделирование – основной метод системного анализа и принятия решений.
6. Показатели качества, критерии оптимизации.
7. Наблюдаемость, управляемость, чувствительность, надёжность систем.
8. Рециркуляция и обратные связи.
9. Материально и энергозамкнутые системы.
10. Информационно замкнутые системы.
11. Интегральные, модульные и информационные модели систем.
12. Задачи поверочного и проектного расчёта систем.
13. Степень свободы математической модели системы.
14. Задачи оптимизации статических режимов
15. Задачи оптимального управления системами.
16. Интегральный и декомпозиционный принцип расчёта систем.
17. Численные итерационные методы решения уравнений математических моделей систем: простые итерации, методы типа Ньютона-Рафсона, методы секущих, методы продолжения.
18. Проблема сходимости.
19. Структурный анализ систем математических уравнений.
20. Организация оптимального декомпозиционного вычислительного процесса.
21. Основные определения и понятия теории графов: вершины, дуги, пути, сильно связанные компоненты, контуры.
22. Цифровые модели структур: матрицы смежности, инцидентий, дуг.
23. Методы определения компонент и контуров.
24. Оптимально разрывающее множество дуг.
25. Порядок расчёта вершин.
26. Операционная подстановка.
27. Итерационные модули в информационных моделях систем.
28. Безытерационный расчёт линейных систем.
29. Параметры состояния и параметры управления (оптимизации).
30. Выбор параметров оптимизации.
31. Метод информационной инверсии.
32. Ограничения типа равенств и неравенств.
33. Критерии оптимизации (функции цели).
34. Методы классического анализа для решения задач оптимизации.
35. Методы учёта ограничений: метод Лагранжа и Куна-Таккера.
36. Методы внешних и внутренних штрафных функций.
37. Методы линейного и нелинейного программирования.
38. Постановка задачи синтеза как задачи оптимизации по структурным параметрам.
39. Целочисленные, булевские и непрерывные структурные параметры.
40. Эвристические и комбинаторные методы синтеза.
41. Метод ветвей и границ.
42. Гомогенные и гетерогенные системы.
43. Задача синтеза оптимально энергосберегающих систем теплообмена.

44. Формальные представления систем теплообмена.
45. Задача синтеза оптимальных ректификационных систем. Эвристики.
46. Метод динамического программирования.
47. Задача синтеза теплоинтегрированных ректификационных систем.
48. Вертикальная декомпозиция по математическим типам задач.
49. Информационно-моделирующие программы.
50. Принципы построения ИМП. ИМП для данной предметной области – основной инструмент решения задач системного анализа в этой области.
51. Библиотека модулей.
52. Базы физико-химических свойств веществ.
53. Импорт и экспорт в/из других готовых программных продуктов.
54. Примеры ИМП для химической технологии: ASPEN PLUS, HySys.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП:

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачётов и экзаменов.