

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 19:28:38
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
«26» января 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ**

(Начало подготовки – 2016 году)

Направление подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность программы бакалавриата

Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург

2016

Б1.В.16

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		Сыроквашин В.В.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование объектов» обсуждена на заседании кафедры автоматизации процессов химической промышленности
протокол от «16» ноября 2015 № 5
Заведующий кафедрой

Л.А. Русинов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления
протокол от «23» декабря 2015 №5

Председатель

В.В. Куркина

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств»		В.В. Куркина
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		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	4
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	5
4.2. Занятия лекционного типа	6
4.3. Занятия семинарского типа	6
4.3.1. Семинары, практические занятия	6
4.3.2. Лабораторные занятия.	6
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	7
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.	8
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	8
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	9
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	10
10.1. Информационные технологии.....	10
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.	11
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12

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

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

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2	способностью выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий	<p>Знать: принципы моделирования, классификацию способов представления моделей объектов и систем; методы математического моделирования сложных динамических систем и процессов;</p> <p>Уметь: корректно ставить и решать задачи построения математических моделей, оценить качество модели;</p> <p>Владеть: методами математического моделирования с использованием современных технических и программных средств;</p>
ПК-19	способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	<p>Знать: достоинства и недостатки различных способов представления моделей; приемы, методы, способы формализации процессов и систем, реализация их на компьютере;</p> <p>Уметь: составить математическую модель и выбрать метод исследования модели объекта или технологического процесса и системы управления этим объектом или процессом.</p> <p>Владеть: методами математического моделирования с использованием современных технических и программных средств;</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части (Б1.В.16) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Вычислительная математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Вычислительные машины, системы и сети», «Автоматизация технологических процессов и производств».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Моделирование объектов» знания, умения и навыки являются базовыми при освоении последующих дисциплин, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, могут быть использованы при прохождении производственной практики, при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
Контактная работа с преподавателем:	60
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	18
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	48
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	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, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение, основные понятия метода моделирования	1				ПК-2, ПК-19
2	Математическое моделирование объектов	4	6	6	24	ПК-2, ПК-19

3	Модели процессов и систем	4	6	6	12	ПК-2, ПК-19
4	Идентификация и установление адекватности моделей	4			12	ПК-2, ПК-19
5	Технические и программные средства моделирования	4	6	6		ПК-2, ПК-19
6	Методы исследования моделей, заключение	1				ПК-2, ПК-19

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение, основные понятия метода моделирования	1	-
2	Математическое моделирование объектов	4	-
3	Модели процессов и систем	4	-
4	Идентификация и установление адекватности	4	-
5	Технические и программные средства моделирования	4	-
6	Методы исследования моделей, заключение	1	-

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Математическое моделирование тепловых процессов; Математическое моделирование массообменных процессов; Математическое моделирование реакционных процессов	6	-
3	Построение математических моделей систем экспериментальным методом. Нахождение уравнений регрессии по данным пассивного и активного эксперимента	6	-
5	Установление адекватности моделей. Технические и программные средства моделирования.	6	-

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
----------------------	--	-------------------	---------------------

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
5	Исследование линейной стационарной динамической системы в среде MBTU;	3	-
2	Моделирование систем с помощью пакетов прикладных программ.	3	-
2	Модели стационарных режимов процессов в поверхностных теплообменниках;	3	-
3	Математические модели химических превращений в реакторах;	3	-
3	Моделирование гидравлической системы;	3	-
5	Построение математического описания объекта на основании экспериментальных данных.	3	-

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Основные понятия метода моделирования <i>Математические схемы моделирования систем.</i> Основные подходы к построению математических моделей систем.	12	Устный опрос №1
2	Математическое моделирование <i>Численные методы моделирования.</i> Анализ погрешностей приближенных вычислений. Решение систем конечных уравнений. Системы линейных алгебраических уравнений. Элементы матричной алгебры. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Нелинейные уравнения. Системы нелинейных уравнений. Интерполяция и аппроксимация функций. Приближенное дифференцирование и интегрирование. Решение систем дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения в частных производных. Оптимизация.	12	Устный опрос №2

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	Модели процессов и систем управления <i>Эмпирические модели. Обработка результатов пассивных экспериментов и планирование экспериментов.</i> Основные понятия теории вероятности и математической статистики. Обработка результатов пассивных экспериментов и построение эмпирических моделей. Обработка результатов активных экспериментов и оптимальное планирование экспериментов. Блочный метод построения моделей объектов управления. Модели гидродинамики потоков. Моделирование процессов химического превращения в технологических объектах. Методы численной реализации математических моделей сложных технологических объектов.	12	Устный опрос №3
5	Технические и программные средства моделирования <i>Инструментальные средства моделирования систем.</i> Сравнительный анализ языков имитационного моделирования. Пакеты прикладных программ моделирования систем. Базы данных моделирования. Гибридные моделирующие комплексы.	12	Устный опрос №3
Проведение опроса осуществляется в виде коллоквиумов, с тематикой вопросов, охватывающих темы, отведенные на самостоятельную работу. Длительность одного коллоквиума – 2 часа.		6	

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и экзамена.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы.

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

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются двумя вопросами для проверки знаний, умений и навыков.

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

Пример зачетного задания:

<p>Зачетное задание по дисциплине «Моделирование объектов»</p> <ol style="list-style-type: none">1. Основные понятия моделирования. Проблемы моделирования.2. Классификация видов моделирования. Классы моделей.

Вопросы к экзамену несколько шире по охвату материала. Пример экзаменационного билета:

<p>Учебная дисциплина «Моделирование объектов» Экзаменационный билет</p>
<ol style="list-style-type: none">1. Этапы и схема процесса моделирования систем управления. Составление технической документации по этапам моделирования.2. Инструментальные средства моделирования.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении 1

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

а) основная литература:

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учеб. для вузов/ Б. Я. Советов, С.А. Яковлев. – 5-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2007. – 343 с.
2. Холоднов, В.А. Системный анализ и принятие решений. Компьютерные технологии моделирования химико-технологических систем. Учебное пособие. / В.А. Холоднов[и др.]. - СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2007. - 160 с.

б) дополнительная литература:

1. Гартман, Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учебное пособие для вузов/ Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. – М.: ИКЦ “Академкнига”, 2006. – 416 с.
2. Советов, Б.Я. Моделирование систем. Практикум: Учебное пособие/ Б. Я. Советов, С.А. Яковлев. – М. Высш. шк., 2005. – 295 с.
3. Моделирование процесса полимеризации и управление при получении низкомолекулярного силоксанового каучука [Текст] : методические указания / А. Л. Фокин, О. А. Ремизова, И. В. Рудакова, В. В. Сыроквашин ; СПбГТИ(ТУ). Каф. автоматизации процессов хим. пром-сти. - СПб. : [б. и.], 2010. - 19 с. : ил. - Библиогр.: с. 17.
4. Т. Б. Чистякова. Математическое моделирование химико-технологических объектов с распределенными параметрами : Учебное пособие для вузов по направлению 230100 "Информатика и вычислительная техника" / Т. Б. Чистякова, А. Н. Полосин, Л. В. Гольцева ; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем автоматизир. проекти-

рования и упр. - СПб. : ЦОП "Профессия", 2010. - 239 с. : ил. - Библиогр.: с. 107 - 109.

в) вспомогательная литература:

1. Кафаров, В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств: Учебное пособие для вузов/ В.В. Кафаров, М.Б. Глебов. – М.: Высш.шк., 1991. – 400 с.
2. Самарский, А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры/ А.А.Самарский, А.П. Михайлов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 320 с.
3. Бенькович, Е.С. Практическое моделирование динамических систем / Е.С. Бенькович, Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 464 с.

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

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:<http://media.technolog.edu.ru>
Математический сайт <http://www.exponenta.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 «Моделирование объектов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

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

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

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

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

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

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

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

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

MicrosoftOffice (MicrosoftExcel);программныйкомплексМВТУ

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

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

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

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

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Моделирование объектов»**

П1.1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-2	способностью выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей , методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий	промежуточный
ПК-19	способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	промежуточный

П1.2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знание принципов моделирования, классификации способов представления моделей объектов и систем; Умение корректно ставить и решать задачи построения моделей объектов, оценить их качество.	Правильный ответ на вопрос №1-4 к экзамену	ПК-2
Освоение раздела № 2	Знание методов математического моделирования объектов, умение корректно ставить и решать задачи построения моделей объектов, оценить их качество; Владение методами математического моделирования объектов.	Правильный ответ на вопрос №5,8-14 к экзамену	ПК-2
Освоение раздела № 3	Знание методов математического моделирования сложных ди-	Правильный ответ на вопрос №15-28 к эк-	ПК-19

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	намических систем и процессов, достоинств и недостатков различных способов представления моделей; знание приемов, методов, способов формализации процессов и систем.	замену	
Освоение раздела № 4	Знание достоинств и недостатков различных способов представления моделей; методов математического моделирования сложных динамических систем и процессов.	Правильный ответ на вопрос №6-7 к экзамену	ПК-2
Освоение раздела № 5	Знание достоинств и недостатков различных способов представления моделей; приемов, методов, способов формализации процессов и систем, реализация их на компьютере; Владение методами математического моделирования объектов с использованием современных технических и программных средств.	Правильный ответ на вопрос №30-31 к экзамену	ПК-19
Освоение раздела № 6	Знание достоинств и недостатков различных способов представления моделей.	Правильный ответ на вопрос №3 к экзамену	ПК-2
	Владение методами математического моделирования объектов с использованием современных технических и программных средств.	Правильный ответ на вопрос №29 к экзамену	ПК-19

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ).

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – зачтено- не зачтено.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена по пятибалльной шкале.

Оценка «отлично» ставится, если минимум 80% задания было решено правильно, а 20% имеет неполное решение, т.е. получены правильные развернутые ответы на теоретические вопросы и верен ход решения задачи, тема которой, как правило, сопровождает один из двух вопросов теории. Студен должен показать глубокое знание учебного материала, в соответствии с требованиями рабочей программы, умение решать профессиональные задачи, закрепленные за компетенциями, раскрываемыми данной дисциплиной.

Оценка «хорошо» ставится, если минимум 70% задания было решено правильно, 20% имеет неполное решение, 10% – начато правильное решение, но не доведено до конца, т.е. получен полный, развернутый ответ на один из теоретических вопросов, при этом не до конца сформирован ответ на второй вопрос и/или наблюдается нарушения алгоритма решения задачи.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если минимум 50% задания было решено правильно, 35% – начато правильное решение, но не доведено до конца, 15% – не имеет реше-

ния, т.е. получены неполные, не до конца сформулированные ответы на теоретические вопросы, не решена или предложен неправильный ход решения задачи. Содержание ответов свидетельствует о недостаточных знаниях выпускника и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях учебного материала в соответствии с требованиями рабочей программы дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предложенного задания промежуточной аттестации.

П1.3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

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

1. Основные понятия моделирования. Проблемы моделирования.
2. Классификация видов моделирования систем. Классы моделей.
3. Методы моделирования. Теория подобия. Методы исследования моделей объектов.
4. Этапы и схема процесса моделирования. Составление технической документации по этапам моделирования.
5. Формализация процесса функционирования химико-технологической системы. Системный анализ процессов. Уровни иерархии химических производств.
6. Идентификация математического описания объектов моделирования
7. Оптимизация процессов с использованием математических моделей. Понятие адекватности. Целевая функция. Ресурсы оптимизации.
8. Построение эмпирических статистических моделей ХТП. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики.
9. Построение эмпирических статистических моделей ХТП. Выборочный метод.
10. Оценки параметров распределения случайной величины. Распределение Стьюдента (малые объемы выборок).
11. Элементы корреляционного и регрессионного анализа. Уравнение регрессии. Поле корреляции. Корреляционное отношение.
12. Построение эмпирических моделей по данным пассивного эксперимента. Определение вида приближенного уравнения регрессии.
13. Построение эмпирических моделей по данным пассивного эксперимента. Определение коэффициентов регрессии – параметров эмпирических моделей. Метод наименьших квадратов.
14. Математическое описание химико-технологических процессов с помощью физико-химических моделей. Основные принципы.

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-19:

15. Общий принцип построения балансовых уравнений для идеальных гидродинамических моделей движущихся потоков фаз.
16. Динамическая и статическая модель идеального смешения и идеального вытеснения.
17. Однопараметрическая диффузионная модель. Основные алгоритмы решения прямых задач математического моделирования химико-технологических процессов.
18. Основные интенсивности источников элементарных процессов в потоках. Химическая реакция, массопередача, изменение агрегатного состояния, теплопередача, теплоизлучение.
19. Блочный принцип построения моделей.
20. Моделирование гидравлической емкости. Моделирование подогреваемой герметизированной емкости. Блочные модели.

21. Моделирование процесса перемешивания в емкости. Моделирование кинетики обратимой химической реакции, осуществляемой при перемешивании жидких компонентов в проточной емкости.
22. Математические модели стационарных режимов процессов в поверхностных теплообменниках. Математическая модель стационарного режима процесса в теплообменнике типа «смешение – смешение». Математическая модель стационарного режима процесса в теплообменнике типа «смешение – вытеснение».
23. Математическая модель стационарного режима процесса в прямоточном теплообменнике типа «труба в трубе». Математическая модель стационарного режима процесса в противоточном теплообменнике типа «труба в трубе».
24. Математические модели химических превращений в реакторах. Микрокинетика сложной химической реакции. Ключевые компоненты.
25. Математическая модель стационарного режима политропического реактора с мешалкой и рубашкой.
26. Математическая модель нестационарного режима политропического процесса в реакторе с мешалкой и рубашкой.
27. Математическое описание непрерывных, полупериодических, периодических, стационарных и нестационарных режимов процессов в реакторе с мешалкой.
28. Математическая модель системы автоматического регулирования температуры в камере.
29. Инструментальные средства моделирования систем.
30. Пакеты прикладных программ моделирования систем. Принципы функционирования моделирующих программ. Режимы работы моделирующих программ.
31. Пакеты прикладных программ моделирования систем. Этапы работы моделирующей программы и основные модули, обеспечивающие их выполнение.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.
При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня,
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 40 мин.

П1.4 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

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.