

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 20:31:54  
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 год)

Направление подготовки

**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность программы бакалавриата

**«Автоматизация технологических процессов и производств»**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

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		доцент В.В. Сыроквашин

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
4.4. Лабораторные занятия .....	6
4.5 Самостоятельная работа обучающихся.....	7
4.6 Темы контрольных работ.....	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. ....	9
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	11
10.1. Информационные технологии.....	11
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.....	12

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

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

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-2</b>	Способность 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.	<b>Знать:</b> принципы моделирования, классификацию способов представления моделей объектов и систем; методы математического моделирования сложных динамических систем и процессов. <b>Уметь:</b> корректно ставить и решать задачи построения математических моделей, оценить качество модели. <b>Владеть:</b> методами математического моделирования с использованием современных технических и программных средств.
<b>ПК-19</b>	Способность 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.	<b>Знать:</b> принципы моделирования, классификацию способов представления моделей объектов и систем; методы математического моделирования сложных динамических систем и процессов. <b>Уметь:</b> корректно ставить и решать задачи построения математических моделей, оценить качество модели. <b>Владеть:</b> методами математического моделирования с использованием современных технических и программных средств.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к вариативным дисциплинам учебного плана (Б1.В.16) и изучается на 5 курсе. В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Теория автоматического управления», «Вычислительная математика», «Автоматизация технологических процессов и производств», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Моделирование объектов» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении как научно-производственных и научно-исследовательских практик, так и для научно-исследовательской деятельности по выполнению бакалаврской квалификационной работы.

### 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
	Курс 5
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>4/144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>12</b>
занятия лекционного типа	<b>4</b>
занятия семинарского типа, в т.ч.	<b>8-</b>
семинары, практические занятия	<b>4</b>
лабораторные работы	<b>4</b>
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>119</b>
<b>Формы текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе, КР, КП)	<b>К (2)</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (зачет, экзамен)	<b>Экзамен (9), Зачет (4)</b>

### 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 ра- бота, акад. часы	Формируемые ком- петенции
			Семинары и/или практи- ческие заня- тия	Лаборатор- ные работы		
1.	Введение, основные понятия метода моделирования	<b>0,5</b>			<b>30</b>	ПК-2, ПК-19
2.	Математическое моделирование объектов	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>30</b>	
3.	Модели процессов и систем	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>30</b>	
4.	Идентификация и установление адекватности моделей	<b>0,5</b>				ПК-2, ПК-19
5.	Технические и программные средства моделирования	<b>0,5</b>	<b>1</b>		<b>29</b>	ПК-2, ПК-19
6.	Методы исследования моделей, заключение	<b>0,5</b>				
	<b>Итого</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>119</b>	

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение, основные понятия метода моделирования	0,5	-
2	Математическое моделирование объектов	1	-
3	Модели процессов и систем	1	-
4	Идентификация и установление адекватности моделей	0,5	-
5	Технические и программные средства моделирования	0,5	-
6	Методы исследования моделей, заключение	0,5	-
<b>Итого</b>		<b>4</b>	

#### 4.3. Занятия семинарского типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Построение математических моделей систем экспериментальным методом. Нахождение уравнений регрессии по данным пассивного и активного эксперимента.	2	Презентация, обсуждение
3	Математическое моделирование тепловых процессов; Математическое моделирование массообменных процессов; Математическое моделирование реакционных процессов.	1	Презентация, обсуждение
4,5	Установление адекватности моделей. Технические и программные средства моделирования.	1	Презентация, обсуждение
<b>Итого</b>		<b>4</b>	

#### 4.4. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	Построение математического описания объекта на основании экспериментальных данных.	2	-
3	Исследование линейной стационарной динамической системы.	2	-
<b>Итого</b>		<b>4</b>	

#### 4.5 Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма*) контроля
1	<b>Основные понятия метода моделирования.</b> Математические схемы моделирования систем. Основные подходы к построению математических моделей систем.	30	К.р. №1
2	<b>Математическое моделирование.</b> Численные методы моделирования. Анализ погрешностей приближенных вычислений. Решение систем конечных уравнений. Системы линейных алгеб-	30	
3	<b>Модели процессов и систем управления.</b> Эмпирические модели. Обработка результатов пассивных экспериментов и планирование экспериментов. Основные понятия теории вероятности и математической статистики. Обработка результатов пассивных экспериментов и построение эмпирических моделей. Обработка результатов	30	К.р. №2
5	<b>Технические и программные средства моделирования</b> Инструментальные средства моделирования систем. Сравнительный анализ языков имитационного моделирования. Пакеты прикладных программ моделирования систем. Базы данных моделирования. Гибридные моделирующие комплексы.	29	
<b>Итого</b>		<b>119</b>	

#### 4.6 Темы контрольных работ.

Предполагается написание студентами письменных двух контрольных работ. Студенту необходимо представить каждую выполненную контрольную работу в распечатанном виде и в электронном виде на любом носителе информации.

**Контрольная работа №1** предназначена для оценки знаний бакалавров по разделу 2 дисциплины и включает следующие темы:

1. Численные методы моделирования.
2. Анализ погрешностей приближенных вычислений.
3. Решение систем конечных уравнений.
4. Системы линейных алгебраических уравнений.
5. Элементы матричной алгебры.
6. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
7. Нелинейные уравнения.
8. Системы нелинейных уравнений.
9. Интерполяция и аппроксимация функций.
10. Приближенное дифференцирование и интегрирование.
11. Решение систем дифференциальных уравнений.
12. Дифференциальные уравнения в частных производных. Оптимизация.

**Контрольная работа №2** предназначена для оценки знаний бакалавров по разделу 3-6 дисциплины и включает следующие темы:

1. Исследование линейной стационарной динамической системы.
2. Построение математического описания объекта экспериментальными методами.
3. Моделирование систем управления в системе Simulink.
4. моделирование простых гидравлических систем.
5. Моделирование процесса получения пара.
6. Модель системы автоматического регулирования температуры в камере.
7. Аналоговое моделирование в системе matlab.
8. Моделирование нелинейностей.
9. Исследование моделей на устойчивость.
10. Оптимизация систем регулирования в программе Simulink.
11. Модель двигателя постоянного тока.

После выполнения контрольные работы сдаются преподавателю для проверки

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

Методические указания для студентов 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**

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 по вопросам в форме зачета и экзамена на 5-м курсе. К сдаче зачета и экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

При сдаче зачета и экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример зачетного задания:

Зачетное задание по дисциплине  
«Моделирование объектов»

1. Основные понятия моделирования. Проблемы моделирования.
2. Классификация видов моделирования. Классы моделей.

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



Учебная дисциплина «Моделирование объектов»  
Экзаменационный билет

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.: ИКИЦ “Академ-книга”, 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. проектирования 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>

уточняющая литература по отдельным разделам дисциплины с помощью стандартных поисковых систем: [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru); [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru); [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru); [www.google.ru](http://www.google.ru).

Электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

На кафедре разработано программное обеспечение для выполнения лабораторных работ.

## **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.

СТО СПбГТИ(ТУ) 020 - 2011. Виды учебных занятий. Лабораторные работы. Общие требования к организации и проведению занятий. - СПб: Изд-во СПбГТИ(ТУ), 2011. – 21 с. – (комплексная система управления качеством деятельности вуза).

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов 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.

Рабочей программой дисциплины «Моделирование объектов» для заочной формы обучения предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 119 часов. Самостоятельная работа проводится с целью получения и закрепления знаний по дисциплине и предусматривает:

чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;

- подготовку к практическим и лабораторным занятиям;
- выполнение двух контрольных;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к зачету и экзамену.

По дисциплине предусмотрены следующие виды текущего контроля:

защита лабораторных работ (по результатам выполнения работы, обработки полученных данных и составления отчета);

устные опросы по темам, предложенным для самостоятельного изучения (в дни занятий по указанию преподавателя);

## **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;  
семинарские занятия с презентацией и последующим ее обсуждением;  
взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

MicrosoftOffice (MicrosoftExcel);

### **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 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.

**III. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине "Моделирование объектов"**

**III.1.1 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, <b>аналитические и численные методы при разработке их математических моделей</b> , 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	<b>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</b>	промежуточный

**III.2 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах**

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

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

**III.3. Типовые контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации. 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 приближённого 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, приведенного выше и задачу, сопровождающую один из вопросов.

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 СПП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения

зачетов и экзаменов.