

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 20.10.2023 13:32:39
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
«28» июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Моделирование систем управления
Направление подготовки

15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность программы бакалавриата

Управление потенциально-опасными процессами химической технологии

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Заочная

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург

2021

Б1.О.11

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Сыроквашин В.В.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование систем управления» обсуждена на заседании кафедры автоматизации процессов химической промышленности
протокол от «15» июня 2021 № 8
Заведующий кафедрой

Л.А. Русинов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления протокол от «23» июня 2021 № 9
Председатель

В.В. Куркина

СОГЛАСОВАНО

Ответственный за направление подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств»		О.А. Ремизова
Руководитель направления подготовки		Л.А. Русинов
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. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины.....	6
4.3. Занятия лекционного типа.....	7
4.4.1. Семинары, практические занятия.....	8
4.4.2. Лабораторные работы.....	9
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	9
4.5.1 Темы и содержание контрольных работ.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	13
10.1. Информационные технологии.....	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	13
Приложение № 1.....	14

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ОПК-3 Способен организовывать работу по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов</p>	<p>ОПК-3.2 Применение математических методов моделирования при разработке гибких производственных систем</p>	<p>знать: предмет и структуру проблем и постановки цели моделирования; место и роль моделирования в развитии систем управления, особенности современного этапа развития (ЗН-1); уметь: применять современные подходы к решению научных и практических задач построения концептуальной модели системы и ее формализации (У-1); владеть: навыками научно-исследовательской деятельности, получения и интерпретации результатов моделирования системы (Н-1).</p>
<p>ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов</p>	<p>ОПК-5.2 Формирует математические модели объектов при синтезе систем управления, мониторинга и диагностики</p>	<p>знать: принципы и методы построения (формализации) и исследования математических моделей объектов и систем управления, их формы представления и преобразования (ЗН-2); уметь: использовать методы математического моделирования при разработке систем управления (У-2); владеть: принципами и методами математического моделирования, навыками проведения вычислительных (компьютерных) экспериментов при создании систем управления (Н-2).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.11) и изучается на 2 курсе магистратуре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин "Теория автоматического управления", "Информационные технологии в системах управления". Полученные в процессе изучения дисциплины «Моделирование систем управления» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин "Автоматизация технологических процессов и производств", при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/108
Контактная работа с преподавателем:	16
занятия лекционного типа	2
занятия семинарского типа, в т.ч.	10
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	6
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	4
курсовое проектирование (КР или КП)	КР(4)
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	88
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр1, Кр2
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	КР, Зачет (4)

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	Введение	0,5				ОПК-3	ОПК-3.2
2	Основные понятия метода моделирования	0,5	1		12	ОПК-3	ОПК-3.2
3	Математическое моделирование	0,5	1		15	ОПК-3, ОПК-5	ОПК-3.2, ОПК-5.2
4	Идентификация и установление адекватности моделей	0,5	0,5		5	ОПК-3, ОПК-5	ОПК-3.2, ОПК-5.2
5	Модели процессов и систем управления		2	3	32	ОПК-5	ОПК-5.2
6	Технические и программные средства моделирования		1	1	14	ОПК-5	ОПК-5.2
7	Методы исследования моделей, заключение		0,5		10	ОПК-3, ОПК-5	ОПК-3.2, ОПК-5.2
	Итого	2	6	4	88		

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ОПК-3.2	Введение Основные понятия метода моделирования Математическое моделирование Идентификация и установление адекватности моделей Модели процессов и систем управления Технические и программные средства моделирования Методы исследования моделей, заключение
2.	ОПК-5.2	Основные понятия метода моделирования Математическое моделирование Идентификация и установление адекватности моделей

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
		<p>Модели процессов и систем управления</p> <p>Технические и программные средства моделирования</p> <p>Методы исследования моделей, заключение</p>

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Введение.</p> <p>Предмет курса, его цели и задачи. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами. Цели и задачи исследования математических моделей систем управления. Перспективы развития методов и средств машинного моделирования систем управления.</p>	0,5	ЛВ
2	<p>Основные понятия метода моделирования.</p> <p>Понятие объекта моделирования и модели. Классификация моделей и виды моделирования. Общие вопросы математического описания, некоторые особенности моделей и задач математического моделирования.</p> <p>Сложная система: понятие, структуры, функции, переменные, параметры, состояния и характеристики. Основные положения теории подобия. Модель и оригинал, отношения между ними. Основные свойства моделей: адекватность, простота, возможность получения новой информации об оригинале.</p> <p>Этапы моделирования систем управления. Разработка технической документации по этапам моделирования систем управления.</p>	0,5	ЛВ
3	<p>Математическое моделирование.</p> <p>Составление математического описания объекта. Выбор метода решения. Блочный принцип построения математических моделей.</p> <p>Принципы и методы построения и преобразования моделей систем управления, методы расчета и оптимизации непрерывных и дискретных линейных и нелинейных систем при детерминированных и случайных воздействиях.</p> <p>Элементы теории эксперимента. Применение вероятностных понятий к анализу случайных ошибок, нахождение статистических оценок, проверка статистических гипотез, работа с методом наименьших квадратов, основы планирования эксперимента.</p>	0,5	ЛВ
4	<p>Идентификация и установление адекватности моделей.</p> <p>Статистическое оценивание числовых характеристик случайных процессов. Параметрическая идентификация моделей. Проверка адекватности моделей.</p>	0,5	ЛВ

4.4. Занятия семинарского типа.

4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на прак. подго-	
2,3,4	<p>Основные понятия метода моделирования, Математическое моделирование, Идентификация и установление адекватности моделей. Численное дифференцирование и интегрирование; Типовые математические схемы: дифференциальные уравнения систем; Построение и решение уравнений сложных систем по уравнениям элементарных звеньев; Линейные модели и характеристики систем управления. Типовые звенья автоматических систем управления. Характеристики систем с типовой структурой. Неопределенность систем управления; Нелинейные элементы систем управления. Безинерционные нелинейные элементы. Динамические нелинейные элементы. Нелинейные элементы с раскрытой структурой; Методы численной реализации математических моделей сложных технологических объектов.</p>	2,5		ЛПК
5	<p>Модели процессов и систем управления. Моделирование объектов с распределенными параметрами; Моделирование объектов при протекании многофазных процессов; Блочный метод построения моделей объектов управления. Модели гидродинамики потоков; Математические модели химико-технологических процессов и систем управления; Моделирование сложных схем и САУ.</p>	2		ЛПК
6,7	<p>Технические и программные средства моделирования, Методы исследования моделей. Пакеты прикладных программ моделирования систем.</p>	1,5		ЛПК

4.4.2. Лабораторные работы

№ раздела дисци- плины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Приме- чания
		всего	в том числе на прак.под- готовку	
5	<p>Модели процессов и систем управления. Построение математических моделей теплообменной аппаратуры; Математические модели химических превращений в реакторах; Моделирование гидравлической системы; Построение математического описания объекта на основании экспериментальных данных. Определение кривых отклика аппаратов со структурой потоков, описываемых: Моделью идеального перемешивания, моделью идеального вытеснения, ячеечной моделью, диффузионной моделью, комбинированными моделями Определения параметров гидродинамических моделей по экспериментальным кривым отклика объекта на различные возмущения.</p>	3		
6	<p>Технические и программные средства моделирования. Исследование линейной стационарной динамической системы в среде MatLab; Моделирование систем с помощью пакетов прикладных программ.</p>	1		

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дис- циплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма кон- троля
2	<p>Основные понятия метода моделирования. Математические схемы моделирования систем. Основные подходы к построению математических моделей систем.</p>	12	Устный опрос №1.
3	<p>Математическое моделирование. Численные методы моделирования. 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.</p>	15	Устный опрос №1.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	Идентификация и установление адекватности моделей. Решение задачи идентификации математического описания, решение задачи оптимизации	5	Устный опрос №2.
5	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 и систем управления. Модели гидродинамики потоков. Моделирование процессов химического превращения в технологических объектах. Методы численной реализации математических моделей сложных технологических объектов.	32	Устный опрос №2.
6	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 модели.	14	Устный опрос №3.
7	Методы исследования моделей. <i>Моделирование процессов с использованием типовых схем.</i> Иерархические модели процессов функционирования систем. Моделирование систем на базе непрерывно-стохастических, сетевых и комбинированных моделей.	10	Устный опрос №4.

4.5.1 Темы и содержание контрольных работ

Предполагается написание магистрантами письменных двух контрольных работ.

Контрольная работа №1 предназначена для оценки знаний магистрантов по разделам 1 - 4 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 магистрантов по разделам 5- 8 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.

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: <https://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 освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсовой работы и зачета.

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

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

Пример билета:

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Этапы и схема процесса моделирования систем управления. Составление технической документации по этапам моделирования систем управления.2. Инструментальные средства моделирования систем управления. |
|--|

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Советов, Б.Я. Моделирование систем: учеб. для вузов/ Б. Я. Советов, С.А. Яковлев. – Москва: Юрайт, 2013. – 343 с. - ISBN 978-5-9916-2698-9

2. Системный анализ и принятие решений. Компьютерные технологии моделирования химико-технологических систем: Учебное пособие / В.А. Холоднов [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра автоматизации процессов химической промышленности. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2007. – 160 с.

3. Гартман, Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учебное пособие для вузов/ Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. – Москва: ИКЦ “Академкнига”, 2006. – 416 с. - ISBN 5-94628-268-9

4. 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 ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра автоматизации процессов химической промышленности. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. - 19 с.

б) электронные учебные издания:

1. Петров, А. В. Моделирование процессов и систем: учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168879> (дата обращения: 01.07.2021). — Режим доступа: по подписке .

2. Пен, Р. З. Статистические методы математического моделирования, анализа и оптимизации технологических процессов : учебное пособие для вузов / Р. З. Пен, В. Р. Пен. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-8369-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175505> (дата обращения: 01.07.2021). — Режим доступа: по подписке.

3. Буховец, А. Г. Алгоритмы вычислительной статистики в системе R : учебное пособие / А. Г. Буховец, П. В. Москалев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-1802-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168872> (дата обращения: 01.07.2021). — Режим доступа: по подписке.

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

- учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>

- Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.ti-gti.ru/>

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Моделирование систем управления» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

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

СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования;

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.

- Microsoft Office Std, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- MatLab – среда инженерного проектирования.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

<http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.

<http://borovic.ru> - база патентов России.

<http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности

<http://gost-load.ru>- база ГОСТов.

<http://worldddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.

<http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.

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

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 28.08.2014.

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

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-3	Способен организовывать работу по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий, ставить задачи машинного моделирования систем, проводить анализ задачи моделирования, подводить итоги и представлять результаты моделирования.	промежуточный
ОПК-5	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей систем, технологических процессов, проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение.	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)
ОПК-3.2 Применение математических методов моделирования при разработке гибких производственных систем	Знает предмет и структуру проблем и постановки цели моделирования; место и роль моделирования в развитии систем управления, особенности современного этапа развития (ЗН-1).	Правильные ответы на вопросы №1-4 к зачету	Перечисляет виды моделирования систем, называет методы и этапы моделирования, но путается в последовательности составления технической документации.
	Умеет применять современные подходы к решению научных и практических задач построения концептуальной модели системы и ее формализации (У-1).	Правильные ответы на вопросы №5-14 к зачету и защита курсовой работы	Поясняет методы математического моделирования, идентификации и установления адекватности моделей. Сопоставляет и делает выводы с помощью наводящих вопросов.
	Владеет навыками научно-исследовательской деятельности, получения и интерпретации результатов моделирования системы (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №9-14 к зачету	Решает задачи по оптимизации с использованием математических моделей. Допускает ошибки при составлении математического описания.
ОПК-5.2. Формирует математические модели объектов при синтезе систем управления, мониторинга и диагностики	Знает принципы и методы построения (формализации) и исследования математических моделей объектов и систем управления, их формы представления и преобразования (ЗН-2).	Правильные ответы на вопросы №15-28 к зачету и защита курсовой работы	Записывает уравнения математического описания основных моделей процессов и систем управления, приводит примеры с небольшими ошибками в описании.
	Умеет использовать методы математического моделирования при разработке систем управления (У-2).	Правильные ответы на вопросы №29-31 к зачету.	Анализирует основные технические и программные средства моделирования, методы исследования моделей с помощью наводящих вопросов.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«удовлетворительно» (пороговый)
	Владеть принципами и методами математического моделирования, навыками проведения вычислительных (компьютерных) экспериментов при создании систем управления (Н-2).	Правильные ответы на вопросы №15-28 к зачету	Решает задачи построения моделей систем управления. Допускает ошибки при составлении математического описания.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-3:

1. Основные понятия моделирования систем управления. Проблемы моделирования систем управления.
2. Классификация видов моделирования систем. Классы моделей.
3. Методы моделирования. Теория подобия.
4. Этапы и схема процесса моделирования систем управления. Составление технической документации по этапам моделирования систем управления.
5. Формализация процесса функционирования химико-технологической системы. Системный анализ процессов. Уровни иерархии химических производств.
6. Оптимизация процессов с использованием математических моделей. Понятие адекватности. Целевая функция. Ресурсы оптимизации.
7. Математическое описание химико-технологических процессов с помощью физико-химических моделей. Основные принципы.
8. Общий принцип построения балансовых уравнений для идеальных гидродинамических моделей движущихся потоков фаз.
9. Построение эмпирических статистических моделей химико-технологических процессов (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. Построение эмпирических статистических моделей ХТП. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-5:

15. Динамическая и статическая модель идеального смешения и идеального вытеснения.
16. Однопараметрическая диффузионная модель. Основные алгоритмы решения прямых задач математического моделирования систем управления химико-технологических процессов.
17. Основные интенсивности источников элементарных процессов в потоках. Химическая реакция, массопередача, изменение агрегатного состояния, теплопередача, теплоизлучение.
18. Блочный принцип построения моделей.
19. Моделирование гидравлической емкости. Моделирование подогреваемой герметизированной емкости. Блочные модели.
20. Моделирование процесса перемешивания в емкости. Моделирование кинетики обратимой химической реакции, осуществляемой при перемешивании жидких компонентов в проточной емкости.
21. Математические модели стационарных режимов процессов в поверхностных теплообменниках. Математическая модель стационарного режима процесса в теплообменнике типа «смешение – смешение».

22. Математическая модель стационарного режима процесса в теплообменнике типа «смешение – вытеснение».
23. Математическая модель стационарного режима процесса в прямоточном теплообменнике типа «труба в трубе».
24. Математическая модель стационарного режима процесса в противоточном теплообменнике типа «труба в трубе».
25. Математические модели химических превращений в реакторах. Микрокинетика сложной химической реакции. Ключевые компоненты.
26. Математическая модель стационарного режима политропического реактора с мешалкой и рубашкой.
27. Математическая модель нестационарного режима политропического процесса в реакторе с мешалкой и рубашкой.
28. Математическое описание непрерывных, полупериодических, периодических, стационарных и нестационарных режимов процессов в реакторе с мешалкой.
29. Инструментальные средства моделирования систем управления.
30. Пакеты прикладных программ моделирования систем управления. Принципы функционирования моделирующих программ. Режимы работы моделирующих программ.
31. Пакеты прикладных программ моделирования систем управления. Этапы работы моделирующей программы и основные модули, обеспечивающие их выполнение.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

4. Темы курсовой работы.

Курсовая работа предназначена для знакомства студента с основными приемами и технологиями моделирования систем управления, выполняется по темам, предложенным преподавателем. Тема может быть выбрана студентом самостоятельно, если она соответствует тематике курсовых работ дисциплины и согласована с преподавателем курса.

Примерные темы курсовых работ:

1. Математическая модель нестационарного режима процесса химического превращения с простейшей кинетической схемой.
2. Математические модели процессов разделения: ректификации и абсорбции.
3. Модель автоматической системы регулирования температуры в камере.
4. Математическая модель процесса непрерывной многокомпонентной ректификации в тарельчатой колонне.
5. Математическая модель процесса непрерывной многокомпонентной ректификации в насадочной колонне.
6. Моделирование процесса получения гипохлорита натрия.
7. Моделирование процессов в реакторах с мешалкой на примере процесса сульфирования нафталина.
8. Моделирование процессов в трубчатых реакторах на примере процесса окисления ксилена до фталиевого ангидрида.
9. Моделирование процесса нитрования пиридона как объекта управления.
10. Математическое моделирование стационарного режима процесса теплопередачи в поверхностном теплообменнике.
11. Математическое моделирование стационарного режима движения жидкости в простой гидравлической системе.
12. Математические модели термообработки карбида титана.
13. Моделирование процесса полимеризации и управление при получении низкомолекулярного силоксанового каучука
14. Моделирование процесса получения пара. Моделирование одноконтурной системы управления.

Курсовая работа выполняется студентом индивидуально. Допускается выполнение работы в составе группы - два, три человека при условии увеличения объема работ в соответствующее число раз.

5. 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.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсовой работы и зачёта. Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.