МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование объектов и систем управления

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль): **Управление и автоматизация технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	44	44	часов
5	Из них в интерактивной форме	20	20	часов
6	Самостоятельная работа	64	64	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 20937

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 35 от «31» 3 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.04.04 Управление в технических системах, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. МиСА _____ Т. В. Ганджа

Заведующий обеспечивающей каф.
МиСА _____ В. М. Дмитриев

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФВС _____ Л. А. Козлова

Заведующий выпускающей каф.
КСУП _____ Ю. А. Шурыгин

Эксперты:

доц. каф. КСУП _____ Н. Ю. Хабибулина

доц. каф. МиСА _____ А. В. Шутенков

Согласована на портале № 20937

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель дисциплины состоит в обучении студентов математическому моделированию, необходимому при проектировании и исследовании технических объектов и технологических процессов систем автоматизации и управления.

1.2. Задачи дисциплины

– Освоение методов математического моделирования технических объектов и технологических процессов и проведение на их основе вычислительных экспериментов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование объектов и систем управления» (Б1.Б.4) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Автоматизированное проектирование средств и систем управления, Системы интеллектуального управления.

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;

– ПК-1 способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач;

– ПК-2 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки;

– ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** Общие подходы к анализу и моделированию технических объектов и технологических процессов

– **уметь** составлять математические модели технического объекта или технологического процесса

– **владеть** навыками постановки и проведения вычислительного эксперимента

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	44	44
Лекции	18	18
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	20	20
Самостоятельная работа (всего)	64	64
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	22	22
Самостоятельное изучение тем (вопросов)	16	16

Согласована на портале № 20937

теоретической части курса		
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	10
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Системный анализ и задачи математического (компьютерного) моделирования управляемых технических объектов и технологических процессов	2	2	0	3	7	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
2 Методы компьютерного моделирования систем управления техническими объектами и технологическими процессами	4	2	0	3	9	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
3 Методы построения математических моделей объектов и процессов с мультифизическими энергетическими и многокомпонентными вещественными потоками в связях	4	2	16	19	41	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
4 Принципы моделирования алгоритмов систем управления техническими объектами и технологическими процессами	4	2	0	19	25	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
5 Комплекс программ математического моделирования объектов и систем управления	2	2	0	19	23	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
6 Применение математического моделирования объектов и систем управления в промышленности, научных исследованиях и учебном процессе	2	0	0	1	3	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
Итого за семестр	18	10	16	64	108	
Итого	18	10	16	64	108	

Согласована на портале № 20937

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Системный анализ и задачи математического (компьютерного) моделирования управляемых технических объектов и технологических процессов	Задачи исследования и функционального проектирования систем управления сложными технологическими объектами (СТО) ; Анализ структуры и связей СТО; структура и задачи интеллектуального управления СТО; алгоритмы интеллектуального управления СТО с применением компьютерных моделей;	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
	Итого	2	
2 Методы компьютерного моделирования систем управления техническими объектами и технологическими процессами	Метод компонентных цепей (МКЦ); модель интеллектуальной системы управления СТО в формате МКЦ; Метод многоуровневого компьютерного моделирования интеллектуальных систем управления сложными техническими и технологическими объектами; нотация языка моделирования СТО; графические нотации языка моделирования алгоритмических конструкций; язык построения виртуальных инструментов и приборов	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
3 Методы построения математических моделей объектов и процессов с мультифизическими энергетическими и многокомпонентными вещественными потоками в связях	Классификация физико-химических процессов в СТО; Формализованное представление объектов с неоднородными векторными связями; обобщенная модель компонента физико-химической системы; классификация компонентов и построение моделей химико-технологических подсистем СТО.	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
4 Принципы моделирования алгоритмов систем управления техническими объектами и технологическими процессами	Грамматика языка моделирования алгоритмических конструкций; Формализованное отображение дерева вывода математико-алгоритмического выражения в алгоритмическую компонентную цепь (АКЦ); отображение скалярных и векторно-матричных конструкций в формат АКЦ; компоненты интеграции с внешними аппаратными средствами	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4

Согласована на портале № 20937

	и программными модулями		
	Итого	4	
5 Комплекс программ математического моделирования объектов и систем управления	Назначение комплекса программ; структура многоуровневого редактора; алгоритм вычислительного эксперимента над моделями сложных технологических объектов; алгоритмы имитационного моделирования алгоритмов управления.	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
	Итого	2	
6 Применение математического моделирования объектов и систем управления в промышленности, научных исследованиях и учебном процессе	Построение интеллектуальных систем управления (на примере системы минимизации расхода ингибитора при абсорбционной осушке природного газа); принципы построения компьютерных тренажеров операторов-технологов; структура системы моделирования для выполнения научно-исследовательских экспериментов	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Автоматизированное проектирование средств и систем управления	+	+	+	+	+	+
2 Системы интеллектуального управления	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Преддипломная практика	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 20937

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-1	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-2	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-4	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
3 семестр				
Приглашение специалистов		4	2	6
Презентации с использованием слайдов с обсуждением	2		4	6
Мозговой штурм			2	2
Решение ситуационных задач	2	4		6

Согласована на портале № 20937

Итого за семестр:	4	8	8	20
Итого	4	8	8	20

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
3 Методы построения математических моделей объектов и процессов с мультифизическими энергетическими и многокомпонентными вещественными потоками в связях	Компьютерное моделирование гидравлических систем	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
	Компьютерное моделирование термодинамических систем	4	
	Компьютерное моделирование тепловых систем	4	
	Компьютерное моделирование химико-технологических систем	4	
	Итого	16	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Системный анализ и задачи математического (компьютерного) моделирования управляемых технических объектов и технологических процессов	Формирование и математическая постановка задач интеллектуального управления сложными технологическими объектами	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
	Итого	2	
2 Методы компьютерного моделирования систем управления техническими объектами и технологическими процессами	Формирование структур многоуровневых компьютерных моделей систем интеллектуального управления сложными технологическими объектами	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
	Итого	2	
3 Методы построения математических моделей объектов и процессов с мультифизическими энергетическими и многокомпонентными вещественными потоками в связях	Формирование моделей компонентов сложных технологических объектов с неоднородными векторными связями	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
	Итого	2	

Согласована на портале № 20937

4 Принципы моделирования алгоритмов систем управления техническими объектами и технологическими процессами	Формирование моделей компонентов основных операций алгоритмов интеллектуального управления сложными технологическими объектами	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
	Итого	2	
5 Комплекс программ математического моделирования объектов и систем управления	Формирование и решение математических моделей сложных технологических объектов с полным координатным базисом переменных	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Системный анализ и задачи математического (компьютерного) моделирования управляемых технических объектов и технологических процессов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Методы компьютерного моделирования систем управления техническими объектами и технологическими процессами	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
3 Методы построения математических моделей объектов и процессов с мультифизическими энергетическими и многокомпонентными вещественными потоками в связях	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		

Согласована на портале № 20937

	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	19		
4 Принципы моделирования алгоритмов систем управления техническими объектами и технологическими процессами	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Собеседование
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	19		
5 Комплекс программ математического моделирования объектов и систем управления	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Собеседование
	Проработка лекционного материала	16		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	19		
6 Применение математического моделирования объектов и систем управления в промышленности, научных исследованиях и учебном процессе	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях
	Итого	1		
Итого за семестр		64		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		100		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Принципы программирования промышленных контроллеров систем управления (на примере языка X-Robot)

9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Алгоритмы автоматизированного анализа моделей сложных технологических объектов

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				

Согласована на портале № 20937

Домашнее задание	2	4	4	10
Отчет по лабораторной работе	10	20	10	40
Собеседование		20		20
Итого максимум за период	12	44	14	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	12	56	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Интеллектуализация управления технологическими процессами на углеводородных месторождениях [Текст] : монография / В. М. Дмитриев [и др.] ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : В-Спектр, 2012. - 212 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 85 экз.)

2. СВИП - система виртуальных инструментов и приборов [Текст] : монография / В. М. Дмитриев [и др.] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра моделирования и системного анализа, Научная группа "РЕВИКОМ". - Томск : В-Спектр, 2014. - 216 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 85 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Методы кибернетики в химии и химической технологии [Текст] : учебное пособие / В. В. Кафаров. - М. : Химия, 1968. - 380 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

Согласована на портале № 20937

2. Рекуррентная идентификация процессов и объектов и ее применение в построении адаптивных систем управления [Текст] : учебник / А. Е. Карелин, А. В. Майстренко, А. А. Светлаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2011. - 180 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Моделирование систем: Методические указания по лабораторным работам / Дмитриев В. М., Григорьева Т. Е. - 2015. 37 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5066, дата обращения: 31.05.2017.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013612164. Среда компьютерного моделирования МАРС / В.М. Дмитриев, Т.Н. Зайченко, А.В. Шутенков, Т.В. Ганджа, В.В. Ганджа. – 15.02.2013. – М.: Роспатент, 2013. [Электронный ресурс]. -
3. Моделирование систем: Методические указания по самостоятельной работе / Дмитриев В. М. - 2015. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5065, дата обращения: 31.05.2017.
4. Моделирование работы мультикоординатных систем движения: Методические указания к выполнению практических занятий и самостоятельной работы / Щербинин С. В. - 2012. 37 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1888, дата обращения: 31.05.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. aumk.tusur.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 317. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003;

Согласована на портале № 20937

VirtualBox 6.2, среда многоуровневого компьютерного моделирования МАРС Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 317. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2, среда многоуровневого компьютерного моделирования МАРС Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка

Согласована на портале № 20937

С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 20937

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Математическое моделирование объектов и систем управления

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль): **Управление и автоматизация технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчик:
- доцент каф. МиСА Т. В. Ганджа

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 20937

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-4	способностью к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов	Должен знать Общие подходы к анализу и моделированию технических объектов и технологических процессов; Должен уметь составлять математические модели технического объекта или технологического процесса; Должен владеть навыками постановки и проведения вычислительного эксперимента;
ПК-2	способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки	
ПК-1	способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач	
ОПК-2	способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Согласована на портале № 20937

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-4

ПК-4: способностью к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Принципы построения и анализа алгоритмов управления техническими объектами и технологическими процессами	Формировать и анализировать модели алгоритмов управления техническими объектами и технологическими процессами	Средствами автоматизации формирования, анализа и отладки моделей алгоритмов управления техническими объектами и технологическими процессами
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знать грамматику языка моделирования алгоритмических конструкций; правила формализованного отображения дерева вывода математико-алгоритмических выражений в алгоритмическую	• Применять грамматику языка моделирования алгоритмических конструкций для формирования математико-алгоритмических выражений; использовать правила формализованного отображения дере-	• Навыками построения и применение грамматик языков моделирования алгоритмических конструкций; методами и средствами компьютерного моделирования тепловых систем;

Согласована на портале № 20937

	компонентную цепь (АКЦ); компоненты отображения скалярных и векторно-матричных конструкций в АКЦ; компоненты интеграции с внешними аппаратными средствами и программными модулями;;	ва вывода для формирования АКЦ; формировать математические и алгоритмические конструкции в формате АКЦ; использовать средства интеграции с внешними аппаратными средствами и программными модулями;	
Хорошо (базовый уровень)	• Знать основные лексемы и некоторые выражения грамматики языка моделирования алгоритмических конструкций; несколько правил формализованного отображения дерева вывода в формат АКЦ; ряд компонентов отображения скалярных и векторно-матричных конструкций в АКЦ; компоненты интеграции с некоторыми аппаратными средствами и программными модулями;	• Формировать некоторые выражения языка моделирования алгоритмических конструкций; использовать несколько правил формализованного отображения дерева вывода в формат АКЦ; формировать математические конструкции в формате АКЦ; использовать средства интеграции с аппаратными средствами или программными модулями;	• Навыками построения или применения грамматик языков моделирования алгоритмических конструкций; средствами компьютерного моделирования тепловых систем;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знать одну ли несколько лексем и хотя бы одно выражение языка моделирования алгоритмических конструкций; одно из правил формализованного отображения дерева вывода в формат АКЦ; несколько компонентов отображения скалярных конструкций в АКЦ; компоненты интеграции с одним аппаратным средством или программным модулем;	• Формировать выражение одного вида и соответствующую ему АКЦ; использовать средства интеграции с одним программным моделям.;	• Владеть средствами компьютерного моделирования тепловых систем;

2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 20937

Содержание этапов	Принципы построения математических моделей объектов и процессов	Формировать математические модели объектов и процессов с мультифизическими энергетическими и многокомпонентными веществеными потоками в связях	Методами и средствами математического моделирования объектов и процессов с мультифизическими энергетическими и многокомпонентными веществеными потоками в связях
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знать классификацию физико-химических процессов в СТО; формализованное представление объектов с неоднородными векторными связями; обобщенную модель компонента физико-химической системы; полную классификацию компонентов и методы построения моделей химико-технологических подсистем СТО.;	• Осуществлять классификацию физико-химических процессов в СТО; формировать объекты с неоднородными векторными связями; осуществлять построения и анализ моделей различных химико-технологических подсистем СТО;	• Владеть методами классификации физико-химических процессов в СТО; методами формирования объектов с неоднородными векторными связями; методами и средствами компьютерного моделирования термодинамических систем;
Хорошо (базовый уровень)	• Знать частичную классификацию физико-химических процессов	• По определенным признакам относить определенные СТО к	• Владеть некоторыми методами классификации физико-химических

Согласована на портале № 20937

	СТО; частично знать формализованное представление объектов с неоднородными векторными связями; иметь понятие об обобщенной модели компонента физико-химической системы; знать частичную классификацию компонентов и методы построения моделей нескольких подсистем СТО.;	нескольким группам их классификации; выполнять несколько этапов формирования объектов с неоднородными векторными связями; осуществлять построение и анализ моделей нескольких (двух-трех) подсистем СТО;	процессов в СТО; несколькими методами формирования объектов с неоднородными векторными связями; несколькими методами и рядом средств компьютерного моделирования термодинамических систем;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Иметь общие понятия о классификации физико-химических процессов СТО; иметь представление о формализованном представлении объектов с неоднородными векторными связями; знать ряд компонентов и методы построения моделей одной (любой) подсистемы СТО;	• Относить некоторые СТО хотя бы к одной группе классификации по нескольким признакам; выполнять один из этапов формирования объектов с неоднородными векторными связями; осуществлять построение и анализ моделей одной из подсистем СТО.;	• Владеть одним из методов классификации физико-химических процессов в СТО; одним из методов формирования объектов с неоднородными векторными связями; одним из методов и средств компьютерного моделирования термодинамических систем;

2.3 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Основы компьютерного моделирования систем управления техническими объектами и технологическими процессами	Формулировать задачи исследования систем управления техническими объектами и технологическими процессами, осуществлять их автоматизированное решение с помощью методов и средств компьютерного моделирования	Методами компьютерного моделирования систем управления техническими объектами и технологическими процессами, направленными на автоматизацию решения задач научных исследований в области автоматического и автоматизированного проектирования
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;

Согласована на портале № 20937

	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знать основы и методы компьютерного моделирования систем управления техническими объектами и технологическими процессами, к классу которых относится метод компонентных цепей (МКЦ); модель интеллектуальной системы управления сложного технического объекта (СТО) в формате МКЦ; метод многоуровневого компьютерного моделирования интеллектуальных систем управления СТО; нотации языка моделирования СТО; графические нотации языка моделирования алгоритмических конструкций; язык построения виртуальных инструментов и приборов; • Знать основы и методы компьютерного моделирования систем управления техническими объектами и технологическими процесса-	• Уметь формулировать все задачи исследования систем управления техническими объектами и технологическими процессами и формировать модели интеллектуальных систем управления СТО для их автоматизированного решения; использовать метод многоуровневого компьютерного моделирования интеллектуальных систем управления; применять нотации языков моделирования СТО, графические нотации языка моделирования алгоритмических конструкций и языка построения виртуальных инструментов и приборов;	• Владеть методами компьютерного моделирования и основанными на низ программно-алгоритмическими средствами формирования моделей интеллектуальных систем управления сложными техническими (технологическими) объектами; методами и программно-алгоритмическими средствами моделирования гидравлических систем;

Согласована на портале № 20937

	ми, к классу которых относится метод компонентных цепей (МКЦ); модель интеллектуальной системы управления сложного технического объекта (СТО) в формате МКЦ; метод многоуровневого компьютерного моделирования интеллектуальных систем управления СТО; нотации языка моделирования СТО; графические нотации языка моделирования алгоритмических конструкций; язык построения виртуальных инструментов и приборов;		
Хорошо (базовый уровень)	• Знать основы и методы компьютерного моделирования систем управления техническими объектами и технологическими процессами, к классу которых относится МКЦ; структуру модели интеллектуальных систем управления СТО; основные понятия метода многоуровневого ком¬пьютерного моделирования интеллектуальных систем управления СТО; нотации двух из трех языков: языка моделирования СТО; языка моделирования алгоритмических конструкций и языка виртуальных инструментов и приборов.; • Знать основы и методы компьютерного моделирования систем управления техническими объектами и технологическими процессами, к классу которых относится МКЦ; струк-	• Уметь формулировать некоторые задачи исследования систем управления техническими объектами и технологическими процессами и формировать модели интеллектуальных систем управления СТО для их автоматизированного решения; применять метод многоуровневого компьютерного моделирования интеллектуальных систем управления; уметь применять нотации двух из трех языков: языка моделирования СТО; графические нотации языка моделирования алгоритмических конструкций или языка виртуальных инструментов и приборов.;	• Владеть несколькими методами компьютерного моделирования и программно-алгоритмическими средствами формирования моделей интеллектуальных систем управления сложными техническими (технологическими) объектами; некоторыми методами и средствами моделирования гидравлических систем.;

	туру модели интеллектуальных систем управления СТО; основные понятия метода многоуровневого ком¬пьютерного моделирования интеллектуальных систем управления СТО; нотации двух из трех языков: языка моделирования СТО; языка моделирования алгоритмических конструкций и языка виртуальных инструментов и приборов.;		
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знать некоторые основы и методы компьютерного моделирования систем управления техническими объектами и технологическими процессами; общий вид структуры модели интеллектуальных систем управления; общие понятия метода многоуровневого компьютерного моделирования; нотации одного из трех языков: языка моделирования СТО; языка моделирования алгоритмических конструкций и языка виртуальных инструментов и приборов.; • Знать некоторые основы и методы компьютерного моделирования систем управления техническими объектами и технологическими процессами; общий вид структуры модели интеллектуальных систем управления; общие понятия метода многоуровневого компьютерного моделирования; нотации одного из трех языков: языка моделирования СТО;	• Уметь формулировать хотя бы одну из задач исследования систем управления техническими объектами и технологическими процессами и формировать модель интеллектуальных систем управления СТО для ее автоматизированного решения; применять метод многоуровневого компьютерного моделирования; уметь применять нотации одного их трех языков: языка моделирования СТО; языка моделирования алгоритмических конструкций или языка виртуальных инструментов и приборов;	• Владеть хотя бы одним из методов компьютерного моделирования и программно-алгоритмическими средствами формирования моделей интеллектуальных систем управления сложными техническими (технологическими) объектами; некоторыми методами и средствами моделирования гидравлических систем.;

Согласована на портале № 20937

	языка моделирования алгоритмических конструкций и языка виртуальных инструментов и приборов.;		

2.4 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Основы системного анализа управляемых технических объектов и технологических процессов	Решать задачи математического и компьютерного моделирования технических объектов и технологических процессов	Методами системного анализа и компьютерного моделирования технических объектов и технологических процессов
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знать формулировки всех задач исследования и функционального проектирования систем управления сложными технологическими объектами (СТО);	• Формулировать задачи исследования и функционального проектирования систем управления сложными технологическими объектами (СТО); осу-	• Владеть методами системного анализа для формулирования и математической постановки задач исследования и функционального проектирования систем

Согласована на портале № 20937

	структуру и все связи СТО; структуру систем и задачи интеллектуального управления СТО; алгоритмы интеллектуального управления СТО с применением компьютерных моделей.;	ществлять математическую постановку задач интеллектуального управления СТО; формировать структурные схемы СТО и устанавливать связи между их компонентами;;	управления сложными технологическими объектами; ;
Хорошо (базовый уровень)	• Знать формулировки нескольких задач исследования и функционального проектирования систем управления СТО; структуру и некоторые связи СТО; структуру систем и некоторые задачи интеллектуального управления СТО; несколько алгоритмов интеллектуального управления СТО с применением компьютерных моделей.;	• Формулировать некоторые задачи исследования и функционального проектирования систем управления сложными технологическими объектами (СТО); осуществлять математическую постановку некоторых задач интеллектуального управления СТО; формировать структурных схемы основных функциональных блоков СТО и устанавливать связи между их компонентами;;	• Владеть некоторыми методами системного анализа для формулирования задач исследования и функционального проектирования систем управления сложными технологическими объектами;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знать формулировку одной из задач исследования и функционального проектирования систем управления СТО; приблизительную структуру СТО; одну из задач интеллектуального управления СТО; один из алгоритмов интеллектуального управления СТО с применением компьютерных моделей.;	• Формулировать хотя бы одну из задач исследования и функционального проектирования систем интеллектуального управления СТО; осуществлять математическую постановку одной из задач интеллектуального управления СТО; формировать структурную схему хотя одного функционального блока СТО и устанавливать связи между его элементами;	• Владеть одним любым методом системного анализа для формулирования задач исследования и функционального проектирования систем управления сложными технологическими объектами;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы домашних заданий

– Формирование математических постановок задач интеллектуального управления сложными технологическими объектами;

Согласована на портале № 20937

– Синтез структур многоуровневых компьютерных моделей;
– Формирование моделей компонентов сложных технологических объектов с неоднородными векторными связями;
– Формирование моделей математико-алгоритмических выражений
– Анализ математических моделей сложных технологических объектов

3.2 Темы индивидуальных заданий

– Разработка многоуровневой компьютерной модели системы управления техническим или технологическим объектом

3.3 Вопросы на собеседование

– Алгоритмы автоматизированного анализа моделей сложных технологических объектов
– Принципы программирования промышленных контроллеров систем управления (на примере языка X-Robot)

3.4 Темы опросов на занятиях

– Основные задачи компьютерного моделирования управляемых технических объектов и технологических процессов
– Принципы построения математических моделей технических объектов и технологических процессов
– Методы построения моделей объектов с мультифизическими энергетическими и многокомпонентными вещественными потоками в связях
– Основные компоненты алгоритмов функционирования систем упраления
– Задачи основных модулей типового комплекса программ моделирования объектов и систем управления
– Примеры использования математического моделирования объектов и систем управления в промышленности, научных исследованиях и учебном процессе

3.5 Экзаменационные вопросы

– 1. Задачи исследования сложных технологических управляемых систем
– 2. Задачи функционального проектирования сложных технологических управляемых систем
– 3. Формализованное представление сложной технологической управляемой системы
– 4. Структура и классификация связей управляемых технологических объектов
– 5. Структура компьютерной модели сложной технологической управляемой системы
– 6. Алгоритм автоматизированного эксперимента над сложными технологическими управляемыми системами
– 7. Назначение метода компонентных цепей
– 8. Основные понятия метода компонентных цепей
– 9. Методика построения компонентной цепи технических объектов
– 10. Алгоритм автоматического построения модели компонентной цепи
– 11. Алгоритм вычислительного эксперимента
– 12. Компьютерная модель сложной технологической управляемой системы
– 13. Вычислительная модель сложной технологической управляемой системы
– 14. Принцип разделения уравнений в модели сложной технологической управляемой системы
– 15. Многоуровневая компонентная цепь сложной технологической управляемой системы
– 16. Методика формирования многоуровневой компьютерной модели сложной технологической управляемой системы
– 17. Язык многоуровневого компьютерного моделирования и его подъязыки
– 18. Графические нотации языка моделирования управляемых технологических объектов
– 19. Графические нотации языка моделирования алгоритмических конструкций
– 20. Визуальные компоненты языка виртуальных инструментов и приборов
– 21. Формализованное представление объектов с неоднородными векторными связями

Согласована на портале № 20937

– 22. Структура неоднородной векторной связи
– 23. Правила коммутации компонентов с неоднородными векторными связями
– 24. Обобщенная модель физико-химического компонента
– 25. Компоненты гидравлической подсистемы
– 26. Компоненты термодинамической подсистемы
– 27. Компоненты теплоэнергетической подсистемы
– 28. Компоненты химико-технологической подсистемы
– 29. Сепаратор
– 30. Абсорбер
– 31. Теплообменник
– 32. Операторы языка моделирования алгоритмических конструкций
– 33. Операнды языка моделирования алгоритмических конструкций
– 34. Правила формирования математико-алгоритмических конструкций
– 35. Теорема о представлении математико-алгоритмических конструкций в формате алгоритмических компонентных цепей
– 36. Правила построения дерева вывода синтаксически правильных конструкций языка моделирования алгоритмических конструкций
– 37. Правило формализованного отображения дерева вывода математико-алгоритмического выражения в алгоритмическую компонентную цепь
– 38. Типы данных. Источники констант
– 39. Компоненты операторов языка моделирования алгоритмических конструкций
– 40. Компоненты функций языка моделирования алгоритмических конструкций
– 41. Отображение векторно-матричных конструкций
– 42. Отображение математических выражений
– 43. Отображение алгоритмических конструкций
– 44. Представление алгоритмов решения задач многовариантного анализа
– 45. Представление алгоритмов параметрической оптимизации
– 46. Средства сопряжения многоуровневой компьютерной модели с реальным техническим (технологическим) объектом
– 47. Средства интеграции многоуровневой компьютерной модели с базами данных
– 48. Компоненты средств автоматического формирования интерактивных отчетных форм
– 49. Принципы использования атрибутных связей компонента
– 50. Многоуровневая структура виртуального прибора
– 51. Формализованное представление виртуального прибора
– 52. Последовательность действий пользователя при формировании виртуального прибора
– 53. Назначение и структура комплекса программ многоуровневого компьютерного моделирования
– 54. Функции многослойного редактора
– 55. Принципы работы интерпретатора языка моделирования сложных технологических объектов
– 56. Алгоритм формирования компонентной цепи исследуемого объекта с неоднородными векторными связями
– 57. Алгоритмы анализа компонентной цепи исследуемого объекта
– 58. Принцип работы интерпретатора языка моделирования алгоритмических конструкций
– 59. Структура интеллектуальной системы управления техническими объектами
– 60. Структура компьютерных тренажеров операторов-технологов

3.6 Темы лабораторных работ

– Компьютерное моделирование гидравлических систем
– Компьютерное моделирование термодинамических систем

Согласована на портале № 20937

– Компьютерное моделирование тепловых систем
– Компьютерное моделирование химико-технологических систем

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Интеллектуализация управления технологическими процессами на углеводородных месторождениях [Текст] : монография / В. М. Дмитриев [и др.] ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : В-Спектр, 2012. - 212 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 85 экз.)
2. СВИП - система виртуальных инструментов и приборов [Текст] : монография / В. М. Дмитриев [и др.] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра моделирования и системного анализа, Научная группа "РЕВИКОМ". - Томск : В-Спектр, 2014. - 216 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 85 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Методы кибернетики в химии и химической технологии [Текст] : учебное пособие / В. В. Кафаров. - М. : Химия, 1968. - 380 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)
2. Рекуррентная идентификация процессов и объектов и ее применение в построении адаптивных систем управления [Текст] : учебник / А. Е. Карелин, А. В. Майстренко, А. А. Светлаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2011. - 180 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Моделирование систем: Методические указания по лабораторным работам / Дмитриев В. М., Григорьева Т. Е. - 2015. 37 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5066, свободный.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013612164. Среда компьютерного моделирования МАРС / В.М. Дмитриев, Т.Н. Зайченко, А.В. Шутенков, Т.В. Ганджа, В.В. Ганджа. – 15.02.2013. – М.: Роспатент, 2013. [Электронный ресурс]. -
3. Моделирование систем: Методические указания по самостоятельной работе / Дмитриев В. М. - 2015. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5065, свободный.
4. Моделирование работы мультикоординатных систем движения: Методические указания к выполнению практических занятий и самостоятельной работы / Щербинин С. В. - 2012. 37 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1888, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. aumk.tusur.ru

Согласована на портале № 20937