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

Моделирование систем управления

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **27.03.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль): **Управление в робототехнических системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	32	32	часов
2	Лабораторные работы	32	32	часов
3	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	82	82	часов
5	Из них в интерактивной форме	22	22	часов
6	Самостоятельная работа	98	98	часов
7	Всего (без экзамена)	180	180	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е

Экзамен: 8 семестр
Курсовая работа (проект): 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 20244

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 18 от «16» 5 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.04 Управление в технических системах, утвержденного 20 октября 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. КСУП _____ Г. Н. Решетникова

Заведующий обеспечивающей каф.
КСУП _____ Ю. А. Шурыгин

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

Декан ФВС _____ Л. А. Козлова

Заведующий выпускающей каф.
КСУП _____ Ю. А. Шурыгин

Эксперт:

доцент каф. КСУП _____ Н. Ю. Хабибулина

Согласована на портале № 20244

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью курса является:

- знакомство студентов с основными понятиями моделирования систем,
- с численными методами моделирования,
- с описанием математических моделей управления в пространстве состояний,
- с концепцией совмещенного синтеза при формировании управляющих воздействий,
- с методами аналитического конструирования оптимальных регуляторов,
- с методами формирования следящих систем адаптивного управления при неполной информации об объекте с ошибками

1.2. Задачи дисциплины

– ˜ - получение понимания того, что математическое моделирование с помощью современных компьютеров является мощным, а иногда и единственным средством проектирования сложных систем; ;

– ˜ - изучение принципов, методов моделирования, численных методов моделирования и интерпретации полученных результатов; ;

– ˜ - изучение методов проектирования систем управления для объектов или процессов, математические модели которых заданы в пространстве состояний системой обыкновенных дифференциальных уравнений; ;

– ˜ - получение навыков решения задач моделирования с помощью современных математических пакетов;

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование систем управления» (Б1.Б.14) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Дискретная математика, Математическая логика и теория алгоритмов, Программирование, Теория автоматического управления, Теория вероятностей и математическая статистика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– ПК-1 способностью выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств;

– ПК-2 способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления;

– ПК-3 готовностью участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные понятия, принципы и методы моделирования сложных динамических систем; алгоритмы управления методами аналитического конструирования по квадратичным критериям качества; методы проектирования систем управления для объектов или процессов, математические модели которых заданы в пространстве состояний системой обыкновенных дифференциальных уравнений; что математическое моделирование с помощью современных компьютеров является мощным, а иногда и единственным средством проектирования сложных динамических систем.

Согласована на портале № 20244

– **уметь** использовать численные методы для моделирования систем управления; проектировать следящую систему адаптивного управления при неполном измерении; интерпретировать полученные результаты.

– **владеть** навыками использования численных методов моделирования и интерпретации полученных результатов; навыками программирования задач моделирования и оценки их вычислительной сложности, |навыками решения задач моделирования с помощью современных математических пакетов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	82	82
Лекции	32	32
Лабораторные работы	32	32
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	18	18
Из них в интерактивной форме	22	22
Самостоятельная работа (всего)	98	98
Выполнение курсового проекта (работы)	14	14
Оформление отчетов по лабораторным работам	61	61
Проработка лекционного материала	23	23
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

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	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр						
1 Основные понятия моделирования систем.	8	0	13	18	21	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
2 Численные методы моделирования.	10	18	51		79	ОПК-2, ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 20244

3 Моделирование систем управления.	14	14	34		62	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
Итого за семестр	32	32	98	18	180	
Итого	32	32	98	18	180	

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
8 семестр			
1 Основные понятия моделирования систем.	Основные понятия моделирования систем. Модель: свойства, классификации, определения. Система: историческое развитие понятия системы, модели «черного ящика», состава и структуры системы, структурная схема, классификации, анализ и синтез систем, основные системные принципы, понятия и определения. Моделирование: определение, классификация методов представления систем, методы формализованного и неформализованного представления систем, классификация видов моделирования.	4	ОПК-2, ПК-3, ПК-1, ПК-2
	Математическое моделирование: Цели и задачи математического моделирования. Этапы построения, основные характеристики и классификация математических моделей, формы представления математических моделей: непрерывно-детерминированная, непрерывно-вероятностная, дискретно-детерминированная и дискретно-вероятностная. Методы упрощения математических моделей.Методы теории подобия. Использование теории подобия при физическом моделировании. Математическое подобие. Агрегативное моделирование. Основные характеристики агрегативной модели. Математическое описание процесса функционирования агрегата.	2	
	Статистическое моделирование: методы имитации на ЭВМ случайных элементов. Моделирование случайных величин. Методы Монте-Карло вычисления кратных интегралов.Имитаци-	2	

Согласована на портале № 20244

	онное моделирование. Принципы построения имитационных моделей. Организация процесса моделирования. Способы имитации. Этапы имитационного моделирования. Планирование имитационных экспериментов: стратегическое и тактическое планирование. Обработка и анализ результатов моделирования. Достоинства и недостатки имитационного моделирования		
	Итого	8	
2 Численные методы моделирования.	Элементы теории погрешности. Методы приближения данных: интерполирование, сплайн-функции, аппроксимация методом наименьших квадратов. Численное дифференцирование и интегрирование. Методы решения нелинейных уравнений и систем. Решение задач матричной алгебры: обусловленность систем и матриц, точные и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, методы вычисления собственных значений и векторов матриц.	10	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	10	
3 Моделирование систем управления.	Описание систем в пространстве состояний. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов: оптимальное управление при минимизации классического квадратичного функционала, обобщенной работы и локального. Моделирование систем оптимального управления: основные понятия цифровых систем управления, алгоритмы моделирования поведения управляемого объекта и синтеза оптимального управления. Моделирование систем управления при случайных внешних воздействиях: моделирование поведения объекта при наличии внешних возмущений, описание математической модели измерительного комплекса, оценивание состояния модели фильтром Калмана, синтез управляющих воздействий по оценкам состояния. Синтез адаптивной следящей системы управления: основные понятия адаптивных систем управления, одновременное оценивание состояния и параметров модели объекта, алгоритмы синтеза адаптивного управления. Учет ограничений и запаздываний по	14	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3

Согласована на портале № 20244

	управлению. Общая схема синтеза адаптивных систем управления.Примеры построения математических моделей.		
	Итого	14	
Итого за семестр		32	

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
Предшествующие дисциплины			
1 Дискретная математика		+	+
2 Математическая логика и теория алгоритмов	+		
3 Программирование		+	+
4 Теория автоматического управления	+		
5 Теория вероятностей и математическая статистика	+		

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 № 20244

Компетенции	Лекции	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов (работ), Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовой работе, Дифференцированный зачет
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов (работ), Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовой работе, Дифференцированный зачет
ПК-2	+	+		+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе

Согласована на портале № 20244

ПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов (работ), Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовой работе, Дифференцированный зачет

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 лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
8 семестр			
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением	18	4	22
Итого за семестр:	18	4	22
Итого	18	4	22

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
8 семестр			
2 Численные методы моделирования.	Статистическое моделирование, (задачи 1-4), [страницы 81-93]/В [•] указаны страницы учебного пособия:Решетникова Г.Н. Моделирование систем: учеб. пособие / Г.Н. Решетникова; Федеральное агентство по образованию, Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники. – 2-е изд., перераб и доп. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 441 с.,где размещена теория и методические указания для выполнения конкретных лабораторных заданий	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Приближение данных, (задачи 5-14), [страницы 137-150, 155-172]	4	
	Методы интерполирования по равноотстоящим узлам, численное дифференцирование и интегрирование, (задачи (15-36), [страницы 150-155, 172-185]	4	
	Решение нелинейных уравнений, си-	3	

Согласована на портале № 20244

	стем нелинейных уравнений и задач матричной алгебры, (задачи 37-59), [страницы 196-260]		
	Решение дифференциальных уравнений и систем, (задачи 60-66), [страницы 260-280]	3	
	Итого	18	
3 Моделирование систем управления.	Моделирование систем оптимального управления, (задачи 67-69), [страницы 300-313]	3	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
	Моделирование систем управления по оценкам состояния, (задачи 70-72), [страницы 314- 325]	5	
	Моделирование систем адаптивного управления, (задачи 73-75), [страницы 325-337]	6	
	Итого	14	
Итого за семестр		32	

8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП

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
8 семестр				
1 Основные понятия моделирования систем.	Проработка лекционного материала	3	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Контрольная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Проработка лекционного материала	5		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	13		
2 Численные методы моделирования.	Проработка лекционного материала	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	7		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	7		

Согласована на портале № 20244

	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	9		
	Итого	51		
3 Моделирование систем управления.	Проработка лекционного материала	6	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Защита курсовых проектов (работ), Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Выполнение курсового проекта (работы)	14		
	Итого	34		
Итого за семестр		98		
	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36		Экзамен
Итого		134		

9.1. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Модель, система, моделирование, виды моделирования, классификации.
2. Статистическое моделирование
3. Математическое моделирование, цели и задачи.
4. Методы теории подобия.
5. Агрегативное моделирование.
6. Учет погрешностей при вычислениях
7. Имитационное моделирование.
8. Планирование имитационных экспериментов
9. Изучение алгоритмов управления методами аналитического конструирования оптимальных регуляторов.
10. Алгоритмы управления при использования классического квадратичного критерия.
11. Алгоритмы управления при использования квадратичного критерия обобщенной работы.
12. Алгоритмы управления при использования локального квадратичного критерия.

9.2. Темы лабораторных работ

1. Построение мат. модели измерительного комплекса.
2. Оценивание состояния фильтром Калмана.
3. Синтез управлений по оценкам состояния.
4. Численное дифференцирование и интегрирование
5. Решение нелинейных уравнений и систем.
6. Нахождение корней алгебраических уравнений.
7. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.
8. Задачи Коши (методы Эйлера, Рунге-Кутта, Адамса) и краевые (методы сеток и коллокаций).
9. Методы приближения экспериментальных данных: интерполирование, сплайн-функ-

Согласована на портале № 20244

ции, аппроксимация методом наименьших квадратов.

10. Решение задач матричной алгебры: решение систем линейных алгебраических уравнений, вычисление обратных матриц и определителей, нахождение собственных значений и векторов матриц.

11. Решение задач матричной алгебры: решение систем линейных алгебраических уравнений, вычисление обратных матриц и определителей, нахождение собственных значений и векторов матриц

12. Адаптивное управление.

13. Оценивание состояния и параметров паральлельными фильтрами Калмана.

9.3. Темы курсовых проектов (работ)

1. Синтез управления по оценкам состояния или синтез адаптивного управления для содержательной модели.

2. Синтез управления по оценкам состояния или синтез адаптивного управления для учебной модели.

10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр		
Согласно заданию осуществляется: 1) численное моделирование, 2) оформление отчета по курсовой работе,3) оформляется презентация для защиты курсовой работы.	18	ОПК-2, ПК-1, ПК-3
Итого за семестр	18	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– Моделирование систем управления в пространстве состояний методами аналитического конструирования по квадратичным критериям

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
8 семестр				
Защита курсовых проектов (работ)			22	22
Контрольная работа	10			10
Отчет по курсовой работе			9	9
Отчет по лабораторной работе	2	4	4	10

Согласована на портале № 20244

Расчетная работа			9	9
Тест	2	4	4	10
Итого максимум за период	14	8	48	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	14	22	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. Решетникова Г.Н. Моделирование систем : Учебное пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск : ТУСУР, 2007. - 440 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Решетникова, Г.Н. Моделирование систем : Учебное пособие для вузов . - Томск : ТУСУР, 2005. - 260 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

2. Перегудов, Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: учеб. – 2-е изд., доп. – Томск : Изд-во НТЛ, 1997. – 396 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 9 экз.)

3. Советов, Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем : Учебник для вузов . - 4-е изд., стериотип. - М. : Высшая школа, 2005. - 342 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

4. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука : Монография : Пер. с англ. / Р. Ю. Шеннон ; ред. пер. : Е. К. Масловский. - М. : Мир, 1978. - 418 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

Согласована на портале № 20244

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Решетникова Г.Н. Моделирование систем : Учебное пособие - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск : ТУСУР, 2007. - 440 с. : ил. Методические указания к лабораторным работам - стр. 81-337. [Электронный ресурс]. - http://www.kcup.tusur.ru/index.php?module=mod_methodic&command=view&id=145
2. Решетникова Г.Н. Моделирование систем управления (учебное методическое пособие по курсовому проектированию) – Томск: ТУСУР, каф. КСУП, 2015.– 21с. [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/modelirovanie-sistem-upravlenija-uchebnoe-metodicheskoe-posobie-po-kursovomu-proektirovaniju
3. Решетникова Г.Н. Моделирование систем : Учебное пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск : ТУСУР, 2007. - 440 с. (Самостоятельная работа стр. 42-55, 69-80, 96-120, 362-368) (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

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. Поисковые системы: http://www.google.com, http://www.yandex.ru, http://rambler.ru
2. Электронная база данных учебно-методических разработок каф. КСУП: http://new.kcup.tusur.ru/library
3. Доступ к электронным ресурсам на научно-образовательном портале университета: http://edu.tusur.ru/training/publications
4. Доступ к электронному каталогу библиотеки университета: http://lib.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, проектором и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 321 и 323. Состав оборудования: Учебная мебель; Интерактивная доска – 1 шт.; Мультимедийный проектор LG – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Athlon 3500 MHz, 4048Mb RAM, HDD 80 Gb. (ауд. 323 и 321 ФЭТ) - 20 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows 7; Mathcad v14

13.1.3. 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:

Согласована на портале № 20244

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.

Для организации выполнения лабораторных работ используется электронный учебный комплекс «Моделирование систем», [Электронный ресурс] − URL.:http://ms.kcup.tusur.ru/

Комплекс включает следующее.

1) Лабораторный практикум, содержащий 75 задач по статистическому моделированию, численным методам моделирования и моделированию систем управления. Каждая задача содержит 30 вариантов исходных данных. Все задачи сгруппированы тематически в 8 групп. Из каждой группы студенту случайным образом выдается конкретная задача и вариант исходных данных к ней. Выполнение лабораторных работ осуществляется с использованием системы MATHCAD. Тестовые вопросы для проверки знаний по выполняемой работе.

2) Контрольную работу, которая включает 20 тестовых вопросов, выбранных из 106 случайным образом, и оценивается максимум в 10 баллов. Работа считается выполненной, если студент набрал не менее 5 баллов.

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
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями	Решение дистанционных тестов,	Преимущественно дистанционными

Согласована на портале № 20244

опорно-двигательного аппарата	контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	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 № 20244

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

Моделирование систем управления

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **27.03.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль): **Управление в робототехнических системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **4**
Семестр: **8**

Учебный план набора 2017 года

Разработчик:
- доцент каф. КСУП Г. Н. Решетникова

Экзамен: 8 семестр
Курсовая работа (проект): 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 20244

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-3	готовностью участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок	Должен знать основные понятия, принципы и методы моделирования сложных динамических систем; алгоритмы управления методами аналитического конструирования по квадратичным критериям качества; методы проектирования систем управления для объектов или процессов, математические модели которых заданы в пространстве состояний системой обыкновенных дифференциальных уравнений; что математическое моделирование с помощью современных компьютеров является мощным, а иногда и единственным средством проектирования сложных динамических систем.; Должен уметь использовать численные методы для моделирования систем управления; проектировать следящую систему адаптивного управления при неполном измерении; интерпретировать полученные результаты. ; Должен владеть навыками использования численных методов моделирования и интерпретации полученных результатов; навыками программирования задач моделирования и оценки их вычислительной сложности, |навыками решения задач моделирования с помощью современных математических пакетов. ;
ПК-2	способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	
ПК-1	способностью выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	
ОПК-2	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	

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 поня-	Обладает диапазоном практических умений,	Берет ответственность за завершение задач в ис-

Согласована на портале № 20244

	тия в пределах изучаемой области	требуемых для решения определенных проблем в области исследования	следовании, 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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-3

ПК-3: готовностью участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок.

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	приемы составления аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, подготовки публикаций по результатам исследований и разработок	составлять аналитические обзоры и научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, подготавливать публикации по результатам исследований и разработок	методиками составления аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, методиками подготовки публикаций по результатам исследований и разработок
Виды занятий	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Расчетная работа; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцирован-	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Расчетная работа; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен;

Согласована на портале № 20244

	• Курсовая работа (проект);	ный зачет; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Курсовая работа (проект);

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)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в области составления аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, подготовки публикаций по результатам исследований и разработок;;	• Обладает диапазоном практических умений в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикации по результатам исследований и разработок;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия при составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, подготовке публикаций по результатам исследований и разработок;;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в области составления аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, подготовки публикаций по результатам исследований и разработок;	• Обладает диапазоном практических умений в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по заданным вопросам выполненной работы, в подготовке публикации по результатам исследований и разработок;	• Берет ответственность за завершение задач при составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, подготовке публикаций по результатам исследований и разработок;;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями в области составления аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, подготовки публикаций по результатам исследований и разработок;	• Обладает основными умениями в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикации по результатам исследований и разработок;	• Работает при прямом наблюдении при составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, подготовке публикаций по результатам исследований и разработок;;

2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

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
Содержание этапов	методики проведения вычислительных экспе-	проводить вычислительные эксперименты с ис-	стандартными программными средствами для

Согласована на портале № 20244

	риментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	пользованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	проведения вычислительных экспериментов с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления
Виды занятий	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

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 теорию для формирования алгоритмов адаптивного управления по квадратичным критериям для стохастических моделей;	• Составлять программы для синтеза адаптивного управления по квадративным критериям;	• Программными средствами, позволяющими экспериментировать с математическими моделями широкого круга объектов;
Хорошо (базовый уровень)	• Знать теорию построения алгоритмов управления по оценкам состояния для стохастических моделей;	• Составлять программы для синтеза управления по оценкам состояния по квадратичным критериям;	• Программными средствами, позволяющими экспериментировать с детерминированными математическими моделями технических систем;
Удовлетворительно (пороговый	• Знать теорию построения алгоритмов	• Составлять программы для синтеза опти-	• Программными средствами, позволяющими

Согласована на портале № 20244

уровень)	оптимального управления для детерминированных моделей;	мального управления по квадратичным критериям;	экспериментировать с математическими моделями, которые описываются обыкновенными дифференциальными уравнениями 2-го порядка;

2.3 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.

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	методики проведения научного экспериментов, в том числе на действующих объектах; приемы обработки результатов научного эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств	выполнять эксперименты по заданным методикам; обрабатывать результаты научного эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств	методикой и приемами проведения научного эксперимента; современными информационными технологиями и техническими средствами для обработки и анализа результатов эксперимента
Виды занятий	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Расчетная работа; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Расчетная работа; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

Согласована на портале № 20244

		• Курсовая работа (проект);	

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)	• обладать теоретическими знаниями, необходимыми для проведения эксперимента и обработки результатов;	• Применять соаременные информационные технологии для проведения большого круга экспериментов;	• Современными техническими средствами , пакетами прикладных программ ;
Хорошо (базовый уровень)	• способность выполнять эксперимент на сложных объектах;	• Применять соаременные информационные технологии для проведения определенного круга экспериментов;	• Современными техническими средствами и каким-либо пакетом прикладных программ ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• способность выполнять эксперимент на простых объектах;	• Применять соаременные информационные технологии для проведения простых экспериментов;	• Владеть одним пакетом прикладных программ;

2.4 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

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	Должен знать основные понятия, принципы и методы моделирования сложных динамических систем; алгоритмы управления методами аналитического конструирования по квадратичным критериям качества; методы проектирования систем управления для объектов или процессов, математические модели которых заданы в пространстве состояний системой обыкновенных дифференциальных уравнений; что математическое моделирование с помощью современных компьютеров является	Должен уметь проектировать следящую систему адаптивного управления при полном и неполном измерении с ошибками; интерпретировать полученные результаты.;	Должен владеть навыками использования численных методов моделирования и интерпретации полученных результатов; навыками реализации задач моделирования и оценки их вычислительной сложности, |навыками решения задач моделирования с помощью современных математических пакетов

Согласована на портале № 20244

	мощным, а иногда и единственным средством проектирования сложных динамических систем.		
Виды занятий	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Расчетная работа; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Расчетная работа; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

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)	• Обладать теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• Обладать диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	• Знать факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;	• Обладать 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 ;
Удовлетворительн	• Обладать базовыми	• Обладать основными	• Работает при прямом

Согласована на портале № 20244

о (пороговый уровень)	общими знаниями;	умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	наблюдении;

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 Тестовые задания

- Синтез управления по оценкам состояния или синтез адаптивного управления для содержательной модели.
- Синтез управления по оценкам состояния или синтез адаптивного управления для учебной модели.
- Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.
- Задачи Коши (методы Эйлера, Рунге-Кутта, Адамса) и краевые (методы сеток и коллокаций).
- Методы приближения экспериментальных данных: интерполирование, сплайн-функции, аппроксимация методом наименьших квадратов.
- Решение задач матричной алгебры: решение систем линейных алгебраических уравнений, вычисление обратных матриц и определителей, нахождение собственных значений и векторов матриц.
- Решение задач матричной алгебры: решение систем линейных алгебраических уравнений, вычисление обратных матриц и определителей, нахождение собственных значений и векторов матриц
- Адаптивное управление.
- Оценивание состояния и параметров паральлельными фильтрами Калмана.
- Построение мат. модели измерительного комплекса.
- Оценивание состояния фильтром Калмана.
- Синтез управлений по оценкам состояния.
- Решение нелинейных уравнений и систем.
- Нахождение корней алгебраических уравнений.
- Численное дифференцирование и интегрирование
- Статистическое моделирование
- Учет погрешностей при вычислениях
- Изучение алгоритмов управления методами аналитического конструирования оптимальных регуляторов.
- Алгоритмы управления при использования классического квадратичного критерия.
- Алгоритмы управления при использования квадратичного критерия обобщенной работы.
- Алгоритмы управления при использования локального квадратичного критерия.
-

3.2 Экзаменационные вопросы

- Адаптивное управление.
- Оценивание состояния и параметров паральлельными фильтрами Калмана.
- Построение мат. модели измерительного комплекса.
- Оценивание состояния фильтром Калмана.
- Синтез управлений по оценкам состояния.
- Изучение алгоритмов управления методами аналитического конструирования оптимальных регуляторов.
- Алгоритмы управления при использования классического квадратичного критерия.
- Алгоритмы управления при использования квадратичного критерия обобщенной работы.

Согласована на портале № 20244

– Алгоритмы управления при использования локального квадратичного критерия.
–

3.3 Темы контрольных работ

– Статистическое моделирование
– Математическое моделирование, цели и задачи.
– Методы теории подобия.
– Агрегативное моделирование.
– Имитационное моделирование.
– Планирование имитационных экспериментов
– Модель, система, моделирование, виды моделирования, классификации.

3.4 Вопросы дифференцированного зачета

– 1. Какая математическая модель называется непрерывной?
– 2. Какая математическая модель называется дискретной?
– 3. Какая математическая модель называется детерминированной?
– 4. Какая математическая модель называется стохастической?
– 5. Какая математическая модель называется стационарной?
– 6. Какая математическая модель называется нестационарной?
– 7. Какая математическая модель называется линейной?
– 8.Какая математическая модель называется нелинейной?
– 9. Какая система управления называется оптимальной?
– 10. Приведите алгоритм формирования управляющих воздействий на основе минимизации классического квадратичного функционала?
– 11. Приведите алгоритм формирования управляющих воздействий на основе минимизации квадратичного функционала обобщенной работы?
– 12. Приведите алгоритм формирования управляющих воздействий на основе минимизации локального квадратичного функционала?
– 13. В каком виде строится оценка состояния по текущему измерению?
– 14. Дайте определение адаптивного управления.
– 15. В каком виде строится оценка параметров по текущему измерению?
– 16. Как учитываются ограничения по управлению?

3.5 Темы расчетных работ

– Для выбранной модели объекта (в виде системы обыкновенных диф. уравнений второго порядка или в виде содержательной модели, которая описывает систему управления техническим объектом в пространстве состояний) спроектировать систему управления при полном измерении по оценкам состояния, которые определяются с помощью фильтра Калмана; определить минимальный набор измерительных датчиков, при котором сохраняется качество функционирование системы управления без изменения параметров алгоритма управления.
– В дополнении к предыдущему заданию осуществить проектирование системы адаптивного управления при неполном измерении, где набор измерительных датчиков определен при выполнении предыдущего задания , оценивание состояния и параметров модели произвести последовательными фильтрами Калмана.

3.6 Темы лабораторных работ

– Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.
– Задачи Коши (методы Эйлера, Рунге-Кутта, Адамса) и краевые (методы сеток и коллокаций).
– Методы приближения экспериментальных данных: интерполирование, сплайн-функции, аппроксимация методом наименьших квадратов.
– Решение задач матричной алгебры: решение систем линейных алгебраических уравнений, вычисление обратных матриц и определителей, нахождение собственных значений и векторов матриц.

Согласована на портале № 20244

– Решение задач матричной алгебры: решение систем линейных алгебраических уравнений, вычисление обратных матриц и определителей, нахождение собственных значений и векторов матриц
– Адаптивное управление.
– Оценивание состояния и параметров паральлельными фильтрами Калмана.
– Построение мат. модели измерительного комплекса.
– Оценивание состояния фильтром Калмана.
– Синтез управлений по оценкам состояния.
– Решение нелинейных уравнений и систем.
– Нахождение корней алгебраических уравнений.
– Численное дифференцирование и интегрирование
– Учет погрешностей при вычислениях
– Изучение алгоритмов управления методами аналитического конструирования оптимальных регуляторов.
– Алгоритмы управления при использования классического квадратичного критерия.
– Алгоритмы управления при использования квадратичного критерия обобщенной работы.
– Алгоритмы управления при использования локального квадратичного критерия.
–

3.7 Темы курсовых проектов (работ)

– ˜"Моделирование систем управления"
– Математические модели, используемые для выполнения курсового проекта, делятся на два вида. Первый вид – это учебные модели, заданные в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Второй вид – это содержательные модели, описывающие систему управления некоторым объектом в пространстве состояний. Для каждой из моделей сформулированы два типа заданий. Задания первого типа – проектирование системы управления при полном измерении по оценкам состояния, которые определяются с помощью фильтра Калмана; определение минимального набора измерительных датчиков, при котором сохраняется качество функционирование системы управления без изменения параметров алгоритма управления. Задания второго типа – в дополнении к заданию первого типа осуществляется проектирование системы адаптивного управления при полном измерении, где набор измерительных датчиков определен при выполнении задания первого типа, оценивание состояния и параметров модели последовательными фильтрами Калмана. Для каждого студента случайным образом задаются учебная и содержательная модели и алгоритм управления: на основе классического квадратичного функционала, функционала обобщенной работы или локального квадратичного функционала. Студенту предоставляется право выбора модели и типа задания. Этот выбор определяет получение конкретной итоговой оценки в соответствии с приведенными правилами оценивания. Студент имеет право в процессе выполнения курсового проекта выбрать другую модель (из заданных ему моделей) и другой тип задания. Преподаватель, по согласованию со студентом, может сформулировать дополнительное задание для выполнения курсового проекта. Преподаватель, по согласованию со студентом, может дать ему индивидуальное задание

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. Решетникова Г.Н. Моделирование систем : Учебное пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск : ТУСУР, 2007. - 440 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Решетникова, Г.Н. Моделирование систем : Учебное пособие для вузов . - Томск : ТУ-

Согласована на портале № 20244

СУР, 2005. - 260 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

2. Перегудов, Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: учеб. – 2-е изд., доп. – Томск : Изд-во НТЛ, 1997. – 396 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 9 экз.)

3. Советов, Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем : Учебник для вузов . - 4-е изд., стериотип. - М. : Высшая школа, 2005. - 342 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

4. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука : Монография : Пер. с англ. / Р. Ю. Шеннон ; ред. пер. : Е. К. Масловский. - М. : Мир, 1978. - 418 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Решетникова Г.Н. Моделирование систем : Учебное пособие - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск : ТУСУР, 2007. - 440 с. : ил. Методические указания к лабораторным работам - стр. 81-337. [Электронный ресурс]. - http://www.kcup.tusur.ru/index.php?module=mod_methodic&command=view&id=145

2. Решетникова Г.Н. Моделирование систем управления (учебное методическое пособие по курсовому проектированию) – Томск: ТУСУР, каф. КСУП, 2015.– 21с. [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/modelirovanie-sistem-upravlenija-uchebnoe-metodicheskoe-posobie-po-kursovomu-proektirovaniju

3. Решетникова Г.Н. Моделирование систем : Учебное пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск : ТУСУР, 2007. - 440 с. (Самостоятельная работа стр. 42-55, 69-80, 96-120, 362-368) (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Поисковые системы: http://www.google.com, http://www.yandex.ru, http://rambler.ru
2. Электронная база данных учебно-методических разработок каф. КСУП: http://new.kcup.tusur.ru/library
3. Доступ к электронным ресурсам на научно-образовательном портале университета: http://edu.tusur.ru/training/publications
4. Доступ к электронному каталогу библиотеки университета: http://lib.tusur.ru

Согласована на портале № 20244