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 технических системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	30	30	часов
2	Лабораторные занятия	78	78	часов
3	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	126	126	часов
5	Из них в интерактивной форме	22	22	часов
6	Самостоятельная работа	198	198	часов
7	Всего (без экзамена)	324	324	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	360	360	часов
		10.0	10.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3985

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от « 30 » 8 2016 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 2015-10-20 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «30» августа 2016 года, протокол №1.

Разработчики:

доцент каф. КСУП _____ Решетникова Г. Н.

Заведующий обеспечивающей каф.
КСУП _____ Шурыгин Ю. А.

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

Декан ФВС _____ Козлова Л. А.

Заведующий выпускающей каф.
КСУП _____ Шурыгин Ю. А.

Эксперты:

доцент каф. КСУП _____ Хабибулина Н. Ю.

Согласована на портале № 3985

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.15) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Дискретная математика, Математические основы теории систем, Оптимальные и адаптивные системы управления сложными объектами (групповое проектное обучение - ГПО 4), Программирование и основы алгоритмизации, Системный анализ, Теория автоматического управления, Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы.

Последующими дисциплинами являются: .

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

Согласована на портале № 3985

компьютеров является мощным, а иногда и единственным средством проектирования сложных динамических систем.

− **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 10.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	126	126
Лекции	30	30
Лабораторные занятия	78	78
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	18	18
Из них в интерактивной форме	22	22
Самостоятельная работа (всего)	198	198
Выполнение курсового проекта (работы)	20	20
Оформление отчетов по лабораторным работам	134	134
Проработка лекционного материала	44	44
Всего (без экзамена)	324	324
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	360	360
Зачетные Единицы Трудоемкости	10.0	10.0

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
1	Основные понятия моделирования систем.	6	0	24	0	30	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
2	Численные методы моделирования.	10	38	102	0	150	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
3	Моделирование систем управления.	14	40	72	0	126	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
	Итого	30	78	198	18	324	

Согласована на портале № 3985

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
7 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.	2	ОПК-2, ПК-3
	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.Имитационное 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	2	
	Итого	6	
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	Описание систем в пространстве состояний. Аналитическое	14	ОПК-2,

Согласована на портале № 3985

Моделирование систем управления.	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 управлению. Общая схема синтеза адаптивных систем управления.Примеры построения математических моделей.		ПК-1, ПК-2, ПК-3
	Итого	14	
Итого за семестр		30	

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 представ-лены 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	Математические основы теории систем	+		
3	Оптимальные и адаптивные системы управления сложными объектами (групповое проектное обучение - ГПО 4)			+
4	Программирование и основы алгоритмизации		+	+
5	Системный анализ	+		
6	Теория автоматического управления			+
7	Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы	+		

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

Согласована на портале № 3985

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Лабораторные занятия	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
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
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением	18	4	22
Итого	18	4	22

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 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	8	ОПК-2, ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 3985

	радиоэлектроники, 2007. – 441 с.,где размещена теория и методические указания для выполнения конкретных лабораторных заданий		
	Приближение данных, (задачи 5-14), [страницы 137-150, 155-172]	10	
	Методы интерполирования по равноотстоящим узлам, численное дифференцирование и интегрирование, (задачи (15-36), [страницы 150-155, 172-185]	8	
	Решение нелинейных уравнений, систем нелинейных уравнений и задач матричной алгебры, (задачи 37-59), [страницы 196-260]	6	
	Решение дифференциальных уравнений и систем, (задачи 60-66), [страницы 260-280]	6	
	Итого	38	
3 Моделирование систем управления.	Моделирование систем оптимального управления, (задачи 67-69), [страницы 300-313]	10	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Моделирование систем управления по оценкам состояния, (задачи 70-72), [страницы 314- 325]	14	
	Моделирование систем адаптивного управления, (задачи 73-75), [страницы 325-337]	16	
	Итого	40	
Итого за семестр		78	

8. Практические занятия

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	Форми-руемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Основные понятия моделирования систем.	Проработка лекционного материала	6	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Контрольная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	8		
	Проработка лекционного материала	4		
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	24		
2 Численные методы моделирования.	Проработка лекционного материала	8	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Оформление отчетов по лабораторным	14		

Согласована на портале № 3985

	работам			
	Оформление отчетов по лабораторным работам	14		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	18		
	Итого	102		
3 Моделирование систем управления.	Проработка лекционного материала	12	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	18		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	22		
	Выполнение курсового проекта (работы)	20		
	Итого	72		
Итого за семестр		198		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		234		

9.1. Вопросы на проработку лекционного материала

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

9.2. Темы лабораторных работ

13. Решение нелинейных уравнений и систем.
14. Нахождение корней алгебраических уравнений.
15. Численное дифференцирование и интегрирование
16. Решение задач матричной алгебры: решение систем линейных алгебраических уравнений, вычисление обратных матриц и определителей, нахождение собственных значений и векторов матриц
17. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.
18. Задачи Коши (методы Эйлера, Рунге-Кутта, Адамса) и краевые (методы сеток и коллокаций).
19. Методы приближения экспериментальных данных: интерполирование, сплайн-функции, аппроксимация методом наименьших квадратов.

Согласована на портале № 3985

20. Построение мат. модели измерительного комплекса.
21. Оценивание состояния фильтром Калмана.
22. Синтез управлений по оценкам состояния.
23. Решение задач матричной алгебры: решение систем линейных алгебраических уравнений, вычисление обратных матриц и определителей, нахождение собственных значений и векторов матриц.
24. Адаптивное управление.
25. Оценивание состояния и параметров паральлельными фильтрами Калмана.

9.3. Темы курсовых проектов (работ)

26. Синтез управления по оценкам состояния или синтез адаптивного управления для содержательной модели.
27. Синтез управления по оценкам состояния или синтез адаптивного управления для учебной модели.

10. Курсовая работа

Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции

Содержание курсовой работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
7 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 – Бальные 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
7 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
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.

Согласована на портале № 3985

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.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

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.)

12.4. 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

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Терминальные ПЭВМ, 12 шт. i3240 4Gb RAM и 10 шт. Athlon 3500 MHz, 4048Mb RAM,

Согласована на портале № 3985

HDD 80 Gb. (ауд. 323 и 321 ФЭТ)

Интерактивная доска и проектор (ауд. 321 ФЭТ).

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

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.

Согласована на портале № 3985

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 технических системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

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

Экзамен: 7 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3985

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

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	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое

Согласована на портале № 3985

		области исследования	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 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 3.

Таблица 3 – 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 мощным, а иногда и единственным средством проектирования сложных динамических систем.	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
Виды занятий	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);

Согласована на портале № 3985

		• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Экзамен; • Расчетная работа; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Экзамен; • Расчетная работа; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Экзамен; • Расчетная работа; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;

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)	• 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 ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладать базовыми общими знаниями;	• Обладать основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

2.2 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 5.

Согласована на портале № 3985

Таблица 5 – 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 занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Экзамен; • Расчетная работа; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Экзамен; • Расчетная работа; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Экзамен; • Расчетная работа; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;

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	• обладать	• Применять	• Современными

Согласована на портале № 3985

(высокий уровень)	теоретическими знаниями, необходимыми для проведения эксперимента и обработки результатов;	соаременные информационные технологии для проведения большого круга экспериментов;	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;

2.3 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 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методики проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	стандартными программными средствами для проведения вычислительных экспериментов с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления
Виды занятий	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);

Согласована на портале № 3985

	самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Экзамен; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Экзамен; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Экзамен; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;

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 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 уровень)	• Знать теорию построения алгоритмов оптимального управления для детерминированных моделей;	• Составлять программы для синтеза оптимального управления по квадратичным критериям;	• Программными средствами, позволяющими экспериментировать с математическими моделями, которые описываются обыкновенными дифференциальными уравнениями 2-го порядка;

2.4 Компетенция ПК-3

ПК-3: готовностью участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-

Согласована на портале № 3985

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 9.

Таблица 9 – 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 занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Экзамен; • Расчетная работа; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Экзамен; • Расчетная работа; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Экзамен; • Расчетная работа; • Отчет по курсовой работе; • Дифференцированный зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;

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

Согласована на портале № 3985

Таблица 10 – 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;;

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

– Адаптивное управление.
– Оценивание состояния и параметров паральлельными фильтрами Калмана.
– 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.

Согласована на портале № 3985

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

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

– Построение мат. модели измерительного комплекса.

– Оценивание состояния фильтром Калмана.

– Синтез управлений по оценкам состояния.

– 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

– Решение нелинейных уравнений и систем.

– Нахождение корней алгебраических уравнений.

– Численное дифференцирование и интегрирование

– 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.

–

– Учет погрешностей при вычислениях

– Статистическое моделирование

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.

– Алгоритмы управления при использования локального квадратичного критерия.

–

3.3 Темы контрольных работ

– Имитационное моделирование.

– Планирование имитационных экспериментов

– Статистическое моделирование

– Математическое моделирование, цели и задачи.

– Методы теории подобия.

– Агрегативное моделирование.

– 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

Согласована на портале № 3985

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

– Адаптивное управление.
– Оценивание состояния и параметров паральлельными фильтрами Калмана.
– 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.
– Построение мат. модели измерительного комплекса.
– Оценивание состояния фильтром Калмана.
– Синтез управлений по оценкам состояния.
– 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
– Решение нелинейных уравнений и систем.
– Нахождение корней алгебраических уравнений.
– Численное дифференцирование и интегрирование
– 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.
–
– Учет погрешностей при вычислениях

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

Согласована на портале № 3985

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 : 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.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

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 № 3985