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

Синтез автоматических регуляторов на основе концепции обратных задач динамики

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**
Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Самостоятельная работа	54	54	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21680

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) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденного 12 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. КСУП _____ А. Е. Карелин

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 Кафедра КСУП _____ Н. Ю. Хабибулина

Согласована на портале № 21680

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

являются формирование у студентов знаний и умений в области построения адаптивных систем управления с применением концепции обратных задач динамики.

1.2. Задачи дисциплины

– ознакомление студентов с методами синтеза автоматических регуляторов на основе концепции обратных задач динамики;

– приобретение студентами практических навыков в решении задач синтеза алгоритмов управления линейными и нелинейными, одномерными и многомерными системами.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Синтез автоматических регуляторов на основе концепции обратных задач динамики» (Б1.В.ДВ.10.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Математика, Моделирование систем и процессов, Новые методы оценивания неизвестных величин, Теория автоматического управления, Технологические процессы автоматизированных производств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-6 способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа;

– ПК-18 способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** методологические основы функционирования, моделирования и синтеза систем автоматического управления (САУ); методы анализа технологических процессов и оборудования для их реализации, как объектов автоматизации и управления; методы построения математических моделей, их упрощения; технологию планирования эксперимента.

– **уметь** строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления; осуществлять синтез автоматических регуляторов.

– **владеть** навыками обработки экспериментальных данных; навыками проектирования алгоритмического обеспечения систем автоматического регулирования и управления.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	18	18
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Оформление отчетов по лабораторным работам	14	14
Проработка лекционного материала	12	12

Согласована на портале № 21680

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	28	28
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр						
1 Прямая и обратные задачи динамики.	2	4	0	4	10	ПК-18, ПК-6
2 Динамика систем, оптимизируемых по критерию минимума энергии ускорения.	4	4	4	8	20	ПК-18, ПК-6
3 Алгоритмы управления автоматических систем высокой динамической точности.	4	4	4	14	26	ПК-18, ПК-6
4 Параметрически адаптивная электромеханическая система управления скоростью вращательного движения.	4	4	4	16	28	ПК-18, ПК-6
5 Параметрически адаптивные электромеханические следящие системы высокой динамической точности.	4	2	6	12	24	ПК-18, ПК-6
Итого за семестр	18	18	18	54	108	
Итого	18	18	18	54	108	

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 Прямая и обратные задачи динамики.	Задачи осуществления назначенной траектории движения в автоматических системах. Синтез ал-	2	ПК-18, ПК-6

Согласована на портале № 21680

	горитмов управления в форме обратных связей. Концепции обратных задач динамики и минимизация локальных функционалов, характеризующих энергию движения.		
	Итого	2	
2 Динамика систем, оптимизируемых по критерию минимума энергии ускорения.	Свойства системы с алгоритмами управления, синтезированным по эталонной модели второго и третьего порядков.	4	ПК-18, ПК-6
	Итого	4	
3 Алгоритмы управления автоматических систем высокой динамической точности.	Постановка задачи управления объектом третьего порядка. Структура алгоритмов управления, свойства управляемых систем.	4	ПК-18, ПК-6
	Итого	4	
4 Параметрически адаптивная электромеханическая система управления скоростью вращательного движения.	Математическая модель управляемой системы. Постановка задачи, структура алгоритма управления и свойства системы. Алгоритмы управления с минимальным информационным обеспечением.	4	ПК-18, ПК-6
	Итого	4	
5 Параметрически адаптивные электромеханические следящие системы высокой динамической точности.	Математическая модель управляемой системы. Формулировка задачи, синтез структуры алгоритма управления и свойства системы. Алгоритмы управления с минимальным информационным обеспечением.	4	ПК-18, ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
	1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины					
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	
2 Математика				+	
3 Моделирование систем и процессов		+	+		
4 Новые методы оценивания неизвестных			+	+	

Согласована на портале № 21680

величин					
5 Теория автоматического управления	+		+		
6 Технологические процессы автоматизированных производств			+		

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-18	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

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 Динамика систем, оптимизируемых по критерию минимума энергии ускорения.	Исследование динамики систем, оптимизируемых по критерию минимума энергии ускорения.	4	ПК-18, ПК-6
	Итого	4	
3 Алгоритмы управления автоматических систем высокой динамической точности.	Алгоритмы управления автоматических систем высокой динамической точности. Управляемые объекты третьего порядка.	4	ПК-18, ПК-6

Согласована на портале № 21680

	Итого	4	
4 Параметрически адаптивная электромеханическая система управления скоростью вращательного движения.	Исследование динамики системы управления скоростью вращательного движения, построенной на алгоритмах управления синтезированных с применением концепций обратных задач динамики.	4	ПК-18, ПК-6
	Итого	4	
5 Параметрически адаптивные электромеханические следящие системы высокой динамической точности.	Моделирование следящей системы высокой точности с алгоритмами управления синтезированными на основе концепций обратных задач динамики.	6	ПК-18, ПК-6
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Прямая и обратные задачи динамики.	Синтез алгоритмов управления в форме обратных связей.	2	ПК-18, ПК-6
	Концепции обратных задач динамики и минимизации локальных функционалов, характеризующих энергию (постановка задачи, структура алгоритмов управления).	2	
	Итого	4	
2 Динамика систем, оптимизируемых по критерию минимума энергии ускорения.	Асимптотические и структурные свойства систем стабилизации стационарных состояний управляемых объектов для случая, когда порядок эталонной модели равен порядку дифференциального уравнения движения объектов.	2	ПК-18, ПК-6
	Асимптотические и структурные свойства систем стабилизации стационарных состояний управляемых объектов для случая, когда порядок эталонной модели выше на единицу порядка дифференциального уравнения движения объектов.	2	
	Итого	4	
3 Алгоритмы управления автоматических систем высокой	Синтез алгоритмов управления следящих систем для случая, когда динами-	2	ПК-18, ПК-6

Согласована на портале № 21680

динамической точности.	ка объекта управления описывается дифференциальным уравнением третьего порядка.		
	Синтез алгоритмов управления следящих систем для случая, когда динамика объекта управления описывается дифференциальным уравнением высокого порядка.	2	
	Итого	4	
4 Параметрически адаптивная электромеханическая система управления скоростью вращательного движения.	Синтез алгоритмов управления вращательным движением с использованием информации об угловой скорости и ускорении.	2	ПК-18, ПК-6
	Синтез алгоритмов управления вращательным движением с использованием информации об угловой скорости.	2	
	Итого	4	
5 Параметрически адаптивные электромеханические следящие системы высокой динамической точности.	Синтез алгоритмов управления следящих систем высокой динамической точности.	2	ПК-18, ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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 Прямая и обратные задачи динамики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-18, ПК-6	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
2 Динамика систем, оптимизируемых по критерию минимума энергии ускорения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-18, ПК-6	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	2		

Согласована на портале № 21680

	Итого	8		
3 Алгоритмы управления автоматических систем высокой динамической точности.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-18, ПК-6	Домашнее задание, Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	14		
4 Параметрически адаптивная электромеханическая система управления скоростью вращательного движения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-18, ПК-6	Домашнее задание, Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	16		
5 Параметрически адаптивные электромеханические следящие системы высокой динамической точности.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-18, ПК-6	Домашнее задание, Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	12		
Итого за семестр		54		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		90		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

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

Согласована на портале № 21680

Домашнее задание	5	5		10
Защита отчета		5	5	10
Контрольная работа	6	6		12
Опрос на занятиях	4	5	5	14
Отчет по лабораторной работе		12	12	24
Итого максимум за период	15	33	22	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	15	48	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. Теория автоматического управления [Текст] : учебное пособие / А. Г. Карпов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании. - Томск : ТМЛ-Пресс, 2011 - . Ч. 1. - Томск : ТМЛ-Пресс, 2011. - 211 с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Адаптивные системы автоматического управления : Учебное пособие / Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР ; Ред. В. Б. Яковлев. - Л. : Издательство Ленинградского университета, 1984. - 204 с. : ил. - Библиогр.: с. 195-199. (наличие в библиотеке ТУ-

Согласована на портале № 21680

СУР - 5 экз.)

2. Обратные задачи динамики управляемых систем. Линейные модели [Текст] / П. Крутько. - [Б. м. : б. и.], 1987. - 304 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

3. Обратные задачи динамики управляемых систем. Нелинейные модели [Текст] / П. Крутько. - [Б. м. : б. и.], 1988. - 328 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

4. Оптимальное дискретное управление динамическими системами : монография / Л. Н. Волгин; Ред. П. Д. Крутько. - М. : Наука, 1986. - 240 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Лабораторный практикум по междисциплинарному курсу «Обобщенные обратные матрицы и их применение в задачах автоматизации технологических процессов и производств» [Текст] : учебное пособие / А. Е. Карелин, А. В. Майстренко, А. А. Светлаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : [б. и.], 2010. - 147 с. : ил., табл. Библиогр. в конце работ. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

2. Scilab:Решение инженерных и математических задач /Е. Р. Алексеев, Е. А. Чеснокова, Е. А. Рудченко. - М. : ALT Linux ; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 269 с. : ил. ; 8 с. цв. Вклейки.- (Библиотека ALT Linux). (Дата обращения:27.05.2017) [Электронный ресурс]. - http://docs.altlinux.org/books/2008/altlibrary-scilab-20090409.pdf

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. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. https://elibrary.ru/defaultx.asp

2. Выполнение лабораторных работ и практических заданий осуществляется с применением свободно распространяемого математического пакета Scilab 5.5. http://http://www.scilab.org/

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74,2 этаж, ауд. 207. Состав оборудования: Учебная мебель; Проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Core i5-4460 /4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Монитор BenQ GW2255 – 5 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: ОС Microsoft Windows 7 Professional, scilab 5.5.1 (64-bit); компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспе-

Согласована на портале № 21680

чивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74,2 этаж, ауд. 207. Состав оборудования: Учебная мебель; Проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Core i5-4460 /4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Монитор BenQ GW2255 – 5 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: ОС Microsoft Windows 7 Professional, scilab 5.5.1 (64-bit); компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74,2 этаж, ауд. 207. Состав оборудования: Учебная мебель; Проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Core i5-4460 /4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Монитор BenQ GW2255 – 5 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: ОС Microsoft Windows 7 Professional, scilab 5.5.1 (64-bit); компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

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

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

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

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

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

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

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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

Согласована на портале № 21680

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

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

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 21680

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

Синтез автоматических регуляторов на основе концепции обратных задач динамики

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**
Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **4**
Семестр: **8**

Учебный план набора 2012 года

Разработчик:
- Доцент каф. КСУП А. Е. Карелин

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21680

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-6	способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	Должен знать методологические основы функционирования, моделирования и синтеза систем автоматического управления (САУ); методы анализа технологических процессов и оборудования для их реализации, как объектов автоматизации и управления; методы построения математических моделей, их упрощения; технологию планирования эксперимента.; Должен уметь строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления; осуществлять синтез автоматических регуляторов.; Должен владеть навыками обработки экспериментальных данных; навыками проектирования алгоритмического обеспечения систем автоматического регулирования и управления.;
ПК-18	способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством	

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

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

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

Согласована на портале № 21680

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-6

ПК-6: способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа.

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	методы анализа технологических процессов и оборудования для их реализации, как объектов автоматизации и управления; методы построения математических моделей, их упрощения.	строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления; осуществлять синтез автоматических регуляторов.	навыками обработки экспериментальных данных.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен;

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• этапы построения модели технологического процесса (объекта); • задачи осуществления назначенной траектории движения в автоматических системах.; • концепции обратных задач динамики и минимизация локальных функционалов, характеризующих энергию движения.;	• строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления; ; • осуществлять синтез алгоритмов управления скоростью вращательного движения на основе концепции обратных задач динамики с использованием результатов измерения угловой скорости и ускорения; • осуществлять синтез алгоритмов управления скоростью вращатель-	• навыками обработки экспериментальных данных; • навыками проверки адекватности полученной модели объекта управления;

Согласована на портале № 21680

		ного движения на основе концепции обратных задач динамики с использованием результатов измерения угловой скорости;	
Хорошо (базовый уровень)	• этапы построения модели технологического процесса (объекта; • концепции обратных задач динамики и минимизация локальных функционалов, характеризующих энергию движения.; • задачи осуществления назначенной траектории движения в автоматических системах.;	• строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления;; • осуществлять синтез алгоритмов управления скоростью вращательного движения на основе концепции обратных задач динамики с использованием результатов измерения угловой скорости и ускорения;	• навыками обработки экспериментальных данных;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• задачи осуществления назначенной траектории движения в автоматических системах.; • этапы построения модели технологического процесса (объекта);	• применять основными знания, требуемые для решения задач синтеза алгоритмов управления на основе концепции обратных задач динамики;	• базовыми навыками обработки экспериментальных данных;

2.2 Компетенция ПК-18

ПК-18: способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.

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	методологические основы функционирования, моделирования и синтеза систем автоматического управления (САУ);	выбирать методы и способы моделирования процессов и явлений оценивать границы применимости методов моделирования в области автоматизации технологических процессов и производств.	навыками проектирования алгоритмического обеспечения систем автоматического регулирования и управления.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 21680

	• Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;	
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен;

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• методику синтеза алгоритмов управления систем высокой динамической точности (следящих систем), основанную на концепции обратных задач динамики; • методику синтеза алгоритмов управления систем стабилизации, основанную на концепции обратных задач динамики; • методику синтеза алгоритмов управления с минимальным информационным обеспечением, основанную на концепции обратных задач динамики;	• уметь синтезировать алгоритмы управления с минимальным информационным обеспечением, основанные на концепции обратных задач динамики; • выбирать методы и способы моделирования процессов и явлений в области автоматизации технологических процессов и производств.; • уметь синтезировать алгоритмы управления систем высокой динамической точности (следящих систем), основанные на концепции обратных задач динамики; • уметь синтезировать алгоритмы управления систем стабилизации, основанные на концепции обратных задач динамики;	• навыками программной реализации алгоритмов управления систем высокой динамической точности (следящих систем), основанных на концепции обратных задач динамики, с применением пакетов прикладных программ; • навыками программной реализации алгоритмов управления систем стабилизации, основанных на концепции обратных задач динамики, с применением пакетов прикладных программ; • навыками программной реализации алгоритмов управления с минимальным информационным обеспечением, основанных на концепции обратных задач динамики, с применением пакетов прикладных программ;
Хорошо (базовый уровень)	• методику синтеза алгоритмов управления систем стабилизации, основанную на концепции обратных задач динамики; • методику синтеза алгоритмов управления систем высокой дина-	• уметь синтезировать алгоритмы управления систем высокой динамической точности (следящих систем), основанные на концепции обратных задач динамики; • выбирать методы и	• навыками программной реализации алгоритмов управления систем высокой динамической точности (следящих систем), основанных на концепции обратных задач динамики, с применением па-

Согласована на портале № 21680

	мической точности (следящих систем), основанную на концепции обратных задач динамики;	способы моделирования процессов и явлений в области автоматизации технологических процессов и производств.; • уметь синтезировать алгоритмы управления систем стабилизации, основанные на концепции обратных задач динамики;	кетов прикладных программ; • навыками программной реализации алгоритмов управления систем стабилизации, основанных на концепции обратных задач динамики, с применением пакетов прикладных программ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• методику синтеза алгоритмов управления систем стабилизации, основанную на концепции обратных задач динамики;	• уметь синтезировать алгоритмы управления систем стабилизации, основанные на концепции обратных задач динамики;	• навыками программной реализации алгоритмов управления систем стабилизации, основанных на концепции обратных задач динамики, с применением пакетов прикладных программ;

3 Типовые контрольные задания

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

3.1 Темы домашних заданий

– Динамика систем, оптимизируемых по критерию минимума энергии ускорения. Асимптотические и структурные свойства систем стабилизации стационарных состояний управляемых объектов для случая, когда порядок эталонной модели равен порядку дифференциального уравнения движения объектов.

– Динамика систем, оптимизируемых по критерию минимума энергии ускорения. Асимптотические и структурные свойства систем стабилизации стационарных состояний управляемых объектов для случая, когда порядок эталонной модели выше на единицу порядка дифференциального уравнения движения объектов.

– Алгоритмы управления автоматических систем высокой динамической точности.Синтез алгоритмов управления следящих систем для случая, когда динамика объекта управления описывается дифференциальным уравнением третьего порядка.

– Параметрически адаптивная электромеханическая система управления скоростью вращательного движения. Синтез алгоритмов управления вращательным движением с использованием информации об угловой скорости и ускорении.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Синтез алгоритмов управления в форме обратных связей.

– Синтез алгоритмов управления следящих систем для случая, когда динамика объекта управления описывается дифференциальным уравнением третьего порядка.

– Синтез алгоритмов управления следящих систем высокой динамической точности.

3.3 Темы контрольных работ

– Динамика систем, оптимизируемых по критерию минимума энергии ускорения. Задачи осуществления назначенной траектории движения в автоматических системах.

– Прямая и обратные задачи динамики. Синтез алгоритмов управления в форме обратных связей.

– Алгоритмы управления автоматических систем высокой динамической точности.Струк-

Согласована на портале № 21680

тура алгоритмов управления, свойства управляемых систем.

– Параметрически адаптивная электромеханическая система управления скоростью вращательного движения. Постановка задачи, структура алгоритма управления и свойства системы.

– Параметрически адаптивные электромеханические следящие системы высокой динамической точности. Математическая модель управляемой системы.

3.4 Экзаменационные вопросы

– Динамика систем, оптимизируемых по критерию минимума энергии ускорения. Задачи осуществления назначенной траектории движения в автоматических системах.

– Прямая и обратные задачи динамики. Синтез алгоритмов управления в форме обратных связей.

– Прямая и обратные задачи динамики. Концепции обратных задач динамики и минимизация локальных функционалов, характеризующих энергию движения.

– Прямая и обратные задачи динамики. Свойства системы с алгоритмами управления, синтезированным по эталонной модели второго и третьего порядков.

– Алгоритмы управления автоматических систем высокой динамической точности.Постановка задачи управления объектом третьего порядка. Структура алгоритмов управления, свойства управляемых систем.

– Алгоритмы управления автоматических систем высокой динамической точности.Постановка задачи управления объектом третьего порядка. Структура алгоритмов управления, свойства управляемых систем.

– Параметрически адаптивная электромеханическая система управления скоростью вращательного движения. Постановка задачи, структура алгоритма управления и свойства системы.

– Параметрически адаптивная электромеханическая система управления скоростью вращательного движения. Математическая модель управляемой системы.

– Параметрически адаптивная электромеханическая система управления скоростью вращательного движения. Алгоритмы управления с минимальным информационным обеспечением.

– Параметрически адаптивные электромеханические следящие системы высокой динамической точности. Формулировка задачи, синтез структуры алгоритма управления и свойства системы.

– Параметрически адаптивные электромеханические следящие системы высокой динамической точности. Математическая модель управляемой системы.

– Параметрически адаптивные электромеханические следящие системы высокой динамической точности. Алгоритмы управления с минимальным информационным обеспечением.

3.5 Темы лабораторных работ

– Исследование динамики систем, оптимизируемых по критерию минимума энергии ускорения.

– Алгоритмы управления автоматических систем высокой динамической точности. Управляемые объекты третьего порядка.

– Исследование динамики системы управления скоростью вращательного движения, построенной на алгоритмах управления синтезированных с применением концепций обратных задач динамики.

– Моделирование следящей системы высокой точности с алгоритмами управления синтезированными на основе концепций обратных задач динамики.

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. Теория автоматического управления [Текст] : учебное пособие / А. Г. Карпов ; Мини-

Согласована на портале № 21680

стерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании. - Томск : ТМЛ-Пресс, 2011 - . Ч. 1. - Томск : ТМЛ-Пресс, 2011. - 211 с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Адаптивные системы автоматического управления : Учебное пособие / Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР ; Ред. В. Б. Яковлев. - Л. : Издательство Ленинградского университета, 1984. - 204 с. : ил. - Библиогр.: с. 195-199. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
2. Обратные задачи динамики управляемых систем. Линейные модели [Текст] / П. Крутько. - [Б. м. : б. и.], 1987. - 304 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)
3. Обратные задачи динамики управляемых систем. Нелинейные модели [Текст] / П. Крутько. - [Б. м. : б. и.], 1988. - 328 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)
4. Оптимальное дискретное управление динамическими системами : монография / Л. Н. Волгин; Ред. П. Д. Крутько. - М. : Наука, 1986. - 240 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Лабораторный практикум по междисциплинарному курсу «Обобщенные обратные матрицы и их применение в задачах автоматизации технологических процессов и производств» [Текст] : учебное пособие / А. Е. Карелин, А. В. Майстренко, А. А. Светлаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : [б. и.], 2010. - 147 с. : ил., табл. Библиогр. в конце работ. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)
2. Scilab:Решение инженерных и математических задач /Е. Р. Алексеев, Е. А. Чеснокова, Е. А. Рудченко. - М. : ALT Linux ; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 269 с. : ил. ; 8 с. цв. Вклейки.- (Библиотека ALT Linux). (Дата обращения:27.05.2017) [Электронный ресурс]. - http://docs.altlinux.org/books/2008/altlibrary-scilab-20090409.pdf

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. https://elibrary.ru/defaultx.asp
2. Выполнение лабораторных работ и практических заданий осуществляется с применением свободно распространяемого математического пакета Scilab 5.5. http://http://www.scilab.org/

Согласована на портале № 21680