МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П.Е. Троян**
«__9__» _____08_____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления

Уровень основной образовательной программы – бакалавриат
Направление подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»
Профиль – «Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике»
Форма обучения очная
Факультет инновационных технологий (ФИТ)
Кафедра управления инновациями (УИ)
Курс 3 Семестр 5

Учебный план набора 2013 года и последующих лет

Распределение рабочего времени: 2014

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции					18				18	часов
2.	Лабораторные работы					18				18	часов
3.	Практические занятия					18				18	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)					–				–	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1–4)					54				54	часов
6.	Из них в интерактивной форме					8				8	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)					54				54	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5, 7)					108				108	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена					36				36	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8, 9)					144				144	часов
	(в зачетных единицах)					4				4	ЗЕТ

Зачет _____семестр
Экзамен 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7270

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 13 от « 29 » 4 2016 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению 15.03.06 – «Мехатроника и робототехника», профиль «Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике», утвержденного приказом № 545 от 12.03.2015 г.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «29» апреля 2016 г., протокол № 13.

Составитель
доцент кафедры УИ _____ Б.И. Коновалов

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

Декан ФИТ _____ Г.Н. Нариманова

Зав. профилирующей
и выпускающей кафедрой УИ, _____ Г.Н. Нариманова

Эксперты:

Председатель учебно-методической
комиссии ФИТ, доцент кафедры УИ _____ П.Н. Дробот

доцент кафедры УИ _____ М.Е. Антипин

Согласована на портале № 7270

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование представлений о свойствах технических систем с обратными связями, возможностях целенаправленной коррекции показателей качества функционирования таких систем и практическом применении полученных навыков на практике при изучении последующих дисциплин (методы анализа и расчета электронных схем, энергетическая электроника и т.д.).

Задачами изучения дисциплины являются освоение методов анализа и синтеза систем автоматического управления техническими объектами.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.Б.12 «Теория автоматического управления» относится к базовой части профессионального цикла. Для успешного освоения дисциплины студенту необходимо успешно освоить курсы «Математика», «Физика» из основной образовательной программы бакалавриата, иметь базовые знания из теории систем, навыки работы с операционной системой Windows на уровне пользователя. Полученные знания и навыки полезны для проведения магистерских исследований в области моделирования мехатронных и робототехнических систем, идентификации систем, а также необходимы для успешного усвоения дисциплин «Управление мехатронными и робототехническими системами», «Моделирование роботов и робототехнических систем».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники (ПК-1);

– способностью разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования (ПК-2).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

– методы построения математических моделей систем автоматического управления и их составных частей;

– математический аппарат, применяемый для анализа линейных непрерывных и дискретных систем автоматического управления;

– передаточные функции типовых динамических звеньев систем автоматического управления, их характеристики и варианты практической реализации;

– методы оценки устойчивости линейных непрерывных и дискретных систем автоматического управления;

– основные частотные и временные характеристики линейных непрерывных и дискретных систем автоматического управления и способы их получения;

– способы коррекции точностных, динамических и частотных характеристик линейных непрерывных систем автоматического управления, синтез и выбор последовательных корректирующих устройств (регуляторов);

– методы электронного моделирования линейных непрерывных и дискретных систем автоматического управления.

Согласована на портале № 7270

Уметь:

– рассчитывать частотные и временные характеристики линейных непрерывных систем автоматического управления и проводить их анализ;

– синтезировать корректирующие устройства для получения требуемых показателей качества регулирования в одноконтурных и многоконтурных системах автоматического управления.

Владеть:

– методикой расчета статических, частотных и временных характеристик линейных непрерывных систем автоматического управления;

– методикой анализа и синтеза многоконтурных электромеханических систем с подчиненным регулированием.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры				
		1	2	3	4	5
Аудиторные занятия (всего)	**54**					**54**
В том числе:						
Лекции (Л)	18					18
Лабораторные работы (ЛР)	18					18
Практические занятия (ПЗ)	18					18
Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)	**90**					**90**
В том числе:						
На подготовку и сдачу экзамена	36					36

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия.	Курсовой П/Р (КРС)	Самост. работа студента	Всего час.	Формируемые компетенции (ОПК, ПК)
1	Основные понятия и определения	1	0	0	–	1	2	ПК-1
2	Математическое описание линейных непрерывных систем	4	4	6	–	9	23	ПК-1, ПК-2
3	Устойчивость линейных САУ	2	3	5	–	9	19	ПК-1, ПК-2
4	Оценка качества регулирования	4	3	3	–	12	22	ПК-1, ПК-2
5	Коррекция динамических характеристик	4	8	4	–	16	32	ПК-1, ПК-2
6	Системы дискретного действия	3	0	0	–	7	10	ПК-1
	ИТОГО:	**18**	**18**	**18**	**–**	**54**	**108**	

Согласована на портале № 7270

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1	Основные понятия и определения	Предмет дисциплины и ее значение для мехатроники и робототехники. Классификация систем автоматического управления (САУ). Принципы управления по отклонению и возмущению	1	ПК-1
2	Математическое описание линейных непрерывных систем	Статические характеристики элементов и систем. Дифференциальные уравнения и передаточные функции. Частотные функции и характеристики: амплитудно-фазовая; вещественная; мнимая; амплитудная; фазовая; логарифмические амплитудная и фазовая. Временные функции и характеристики: переходная и импульсная переходная. Классификация типовых динамических звеньев. Минимально- и неминимально фазовые звенья. Минимально фазовые динамические звенья и их характеристики (пропорциональное звено, интегрирующее, идеальные дифференцирующее и форсирующее, инерционное, звенья второго порядка). Реализация минимально фазовых звеньев на операционных усилителях. Понятие структурной схемы, элементы структурных схем, правила преобразования структурных схем. Передаточные функции линейных непрерывных систем	4	ПК-1, ПК-2
3	Устойчивость линейных САУ	Физическое понятие устойчивости. Необходимое условие устойчивости линейных непрерывных систем. Критерии устойчивости: алгебраический Гурвица и частотные Михайлова и Найквиста. Понятие критического (граничного) значения варьируемого параметра. Оценка устойчивости по логическим частотным характеристикам. Понятие и меры запасов устойчивости. Обеспечение заданных запасов устойчивости	2	ПК-1, ПК-2
4	Оценка качества регулирования	Показатели качества регулирования: точность в установившемся режиме, длительность переходного процесса, перерегулирование, колебательность. Статические и астатические системы, порядок астатизма. Критерии качества переходного процесса: частотные, корневые, интегральные. Построение переходного процесса путем непосредственного перехода	4	ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 7270

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
		от изображения к оригиналу через обратное преобразование Лапласа. Применение интегрированной системы программирования Math-CAD для построения переходного процесса и решения прочих задач теории автоматического управления		
5	Коррекция динамических характеристик	Постановка задач стабилизации и коррекции. Последовательная и параллельная коррекция. Последовательные корректирующие звенья (регуляторы): пропорционально-дифференцирующее; пропорционально-интегрирующее; пропорционально-интегро-дифференцирующее. Синтез корректирующих цепей по логарифмическим частотным характеристикам. Параллельная коррекция. Гибкие и жесткие корректирующие связи. Многоконтурные системы подчиненного регулирования с последовательной коррекцией. Применение типовых настроек (на симметричный и технический оптимумы) для синтеза регуляторов в системах подчиненного регулирования	4	ПК-1, ПК-2
6	Системы дискретного действия	Разновидности дискретных систем: релейные, импульсные и цифровые. Виды импульсной модуляции. Основы математического описания линейных САУ с амплитудно-импульсной модуляцией: уравнения в конечных разностях и дискретные передаточные функции. Дискретное преобразование Лапласа, Z-преобразование и W-преобразование. Устойчивость дискретных систем. Применение критериев устойчивости для анализа дискретных САУ. Частотные характеристики	3	ПК-1

Согласована на портале № 7270

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№№ разделов дисциплины из табл. 5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины							
1	Математика		+	+	+	+	+
2	Физика	+		+			+
Последующие дисциплины							
1	Управление мехатронными и робототехническими системами	+	+	+	+	+	+
2	Моделирование робототехнических систем		+	+	+	+	

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

Компетенции	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Формы контроля
ПК-1	+	+	+	+	Опрос на лекции. Отчет по индивидуальному заданию. Отчет по лабораторной работе. Контрольная работа. Устный ответ на практическом занятии
ПК-2	+	+		+	

Л – лекция, ПЗ – практические и семинарские занятия, ЛР – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента.

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Формы / Методы	Лекции (час.)	Практические занятия (час.)	Лабораторные работы (час.)	Всего
Обратная связь	2	–	–	2
Работа в малых группах	–	–	4	4
Круглый стол	–	2	–	2
Итого интерактивных занятий	2	2	4	8

7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОПК, ПК
Семестр 3				
1	2	Исследование характеристик типовых динамических звеньев	4	ПК-1, ПК-2
2	3, 4	Исследование характеристик статических и астатических САУ	6	ПК-1, ПК-2
3	5	Последовательная корректирующая САУ	8	ПК-1, ПК-2
		Итого часов	18	

Согласована на портале № 7270

8. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ПК
Семестр 3				
1	2	Определение передаточных функций схем на пассивных элементах и операционных усилителях. Расчет и построение частотных характеристик	4	ПК-1, ПК-2
2	2	Контрольная работа № 1	2	ПК-1, ПК-2
3	3	Оценка устойчивости, определение граничного значения коэффициента передачи	2	ПК-1, ПК-2
4	3, 4	Расчет и построение частотных, временных и статических характеристик	4	ПК-1, ПК-2
5	3, 4	Контрольная работа № 2	2	ПК-1, ПК-2
6	5	Синтез последовательных корректирующих устройств	2	ПК-1, ПК-2
7	5	Контрольная работа № 3	2	ПК-1, ПК-2
		Итого часов	18	

В контрольной работе № 1 каждому студенту предлагается индивидуальная электрическая схема на пассивных элементах (резисторах, конденсаторах, индуктивностях). Накопителей энергии в любой схеме два.

В контрольной работе требуется:

1) составить систему дифференциальных уравнений, описывающих равновесие в электрической цепи;

2) определить передаточную функцию схемы;

3) построить асимптотические логарифмические и амплитудную и фазовую частотные характеристики.

В контрольной работе № 2 предлагается структурная схема замкнутой САУ третьего порядка, указываются величины задающего и возмущающего воздействий.

В работе необходимо выполнить следующее:

1) определить устойчивость САУ и граничное значение коэффициента передачи, применив один из заданных критериев (Гурвица, Михайлова или Найквиста);

2) построить асимптотические логарифмические амплитудную и фазовую частотные характеристики, определить по ним запас устойчивости по фазе.

В контрольной работе № 3 задается структурная схема САУ третьего порядка. Требуется определить передаточную функцию последовательного корректирующего устройства, обеспечивающего для этой САУ заданные значения времени переходного процесса и перерегулирование, разработать схему его реализации на операционных усилителях и рассчитать параметры элементов схемы.

Согласована на портале № 7270

9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисц. из табл. 5.1	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Компетенции ПК	Контроль выполнения работы
1	2	Подготовка к контрольной работе № 1	2	ПК-1, ПК-2	Проверка контрольных работ
2	3	Подготовка к контрольной работе № 2	2		
3	5	Подготовка к контрольной работе № 3	2		
4	2, 3	Индивидуальное задание № 1 «Устойчивость систем автоматического управления»	11		Проверка и защита индивидуальных заданий
5	4	Индивидуальное задание № 2 «Частотные и переходные характеристики систем автоматического управления»	11		
6	5	Индивидуальное задание № 3 «Последовательная коррекция динамических свойств систем автоматического управления»	10		
7	2	Подготовка к лабораторной работе № 1, выполнение отчета	2		Проверка и защита отчетов по лабораторным работам
8	3, 4	Подготовка к лабораторной работе № 2, выполнение отчета	2		
9	5	Подготовка к лабораторной работе № 3, выполнение отчета	4		
10	1, 6	Подготовка к собеседованию	8	ПК-1	Собеседование
		Итого часов	54		
		Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен

В индивидуальных заданиях требуется выполнить следующее:

Индивидуальное задание № 1

1. Определить передаточные функции разомкнутой и замкнутой САУ по задающему и возмущающему воздействиям, передаточную функцию разомкнутой цепи САУ, характеристические полином замкнутой САУ.

2. По критерию устойчивости Гурвица (Михайлова или Найквиста) определить устойчивость замкнутой САУ и граничное значение коэффициента передачи разомкнутой цепи.

3. Используя критерий устойчивости Гурвица (Михайлова или Найквиста), построить область устойчивости замкнутой САУ в пространстве варьируемых параметров x_1 и x_2.

4. Определить значение коэффициента передачи разомкнутой цепи, обеспечивающее в замкнутой САУ заданный запас устойчивости по амплитуде ΔG. Построить статические регулировочные и внешние характеристики замкнутой САУ.

Индивидуальное задание № 2

1. Рассчитать для разомкнутой цепи САУ амплитудно-фазовую частотную характеристику, логарифмическую амплитудно-частотную характеристику (ЛАЧХ – асимптоти-

Согласована на портале № 7270

ческую и точную), логарифмическую фазовую частотную характеристику (ЛФЧХ). Определить по указанным характеристикам запас устойчивости по фазе и амплитуде.

2. Рассчитать для замкнутой САУ амплитудную и вещественную частотные характеристики. По полученным характеристикам с использованием частотных критериев качества дать приближенную оценку качества переходного процесса.

3. Рассчитать переходные характеристики замкнутой САУ по задающему и возмущающему воздействиям. Сопоставить результаты оценки качества переходного процесса по частотным критериям качества с переходной характеристикой.

Индивидуальное задание № 3

1. Синтезировать последовательное корректирующее устройство, которое обеспечило бы заданное время переходного процесса и заданное перерегулирование.

2. Получить передаточную функцию замкнутой скорректированной САУ.

3. Построить переходную характеристику скорректированной САУ и проверить обеспечение заданных показателей качества.

4. Рассчитать частотные характеристики и произвести по ним оценку качества переходного процесса.

5. Разработать электронную модель скорректированной САУ по полученной передаточной функции замкнутой скорректированной САУ и корням характеристического уравнения.

6. На электронной модели получить переходную характеристику скорректированной САУ и сравнить ее с расчетной (по основным показателям качества регулирования).

Контрольные вопросы к собеседованию

1. Поясните принципы управления по отклонению и по возмущению.

2. Понятие передаточной функции САУ.

3. Переходная и импульсная переходная характеристики и связь между ними.

4. Частотные характеристики САУ и связь между ними.

5. Типовые динамические звенья САУ. Минимально-фазовые звенья и их характеристики.

6. Особые динамические звенья САУ и их отличия от минимально-фазовых звеньев.

7. Как по асимптотической ЛАЧХ САУ восстановить ее передаточную функцию?

8. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейных непрерывных САУ. Критерии устойчивости и их применение. Запасы устойчивости и их связь с динамическими характеристиками САУ.

9. Особенности исследования устойчивости систем, содержащих звено чистого запаздывания.

10. Статические и астатические САУ. Порядок астатизма, его влияние на устойчивость и качество регулирования в САУ.

11. Частотные и корневые критерии качества регулирования и их связь с основными динамическими характеристиками САУ.

12. Способы коррекции САУ.

13. Порядок синтеза последовательных корректирующих устройств по номограммам Солодовникова.

14. Параллельная коррекция САУ. Жесткие и гибкие обратные связи, их реализация и режимы работы.

15. Комбинационное управление. Понятие инвариантности и способы ее достижения.

16. Оптимальные характеристики САУ. Настройка систем на технический и симметричный оптимумы.

Согласована на портале № 7270

17. Классификация дискретных САУ по способам квантования сигналов и модуляции.

18. Понятие решетчатой функции. Смещенные решетчатые функции и их название. Разности решетчатых функций и разностные уравнения.

19. Дискретное преобразование Лапласа. Область существования изображений. Основные свойства дискретного преобразования Лапласа.

20. Z-преобразование и его связь с дискретным преобразованием Лапласа. Модифицированное z-преобразование.

21. Типовая структура разомкнутой САУ с АИМ, ее состав и передаточная функция.

22. передаточные функции замкнутых САУ с АИМ. Частотные характеристики систем с АИМ и их свойства.

23. Необходимые и достаточные условия устойчивости систем с АИМ при их различном математическом описании. Понятие w-преобразования.

24. Особенности применения известных критериев устойчивости в системах с АИМ.

25. Косвенные оценки качества переходных процессов в системах с АИМ.

10. Примерная тематика курсовых проектов – не предусмотрено

11. Балльно-рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 11.1 – Балльная раскладка 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
Индивидуальные занятия	0	20	10	**30**
Контрольные работы	16	8	0	**24**
Выполнение и защита лабораторных работ	0	16	10	**26**
Собеседование	0	0	10	**10**
Экзамен	–	–	–	**10**
Итого максимум за период	**16**	**44**	**30**	**100**
Нарастающим итогом	**16**	**60**	**90**	**100**

Экзамен включает в себя 3 вопроса: 2 теоретических по 3 балла и один практический 4 балла.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату 1-й контрольной точки	Оценка	Баллы на дату 2-й контрольной точки	Оценка
Сумма баллов > 16	5	Сумма баллов > 44	5
12 < Сумма баллов ≤ 16	4	36 < Сумма баллов ≤ 44	4
7 < Сумма баллов ≤ 12	3	22 < Сумма баллов ≤ 36	3
Сумма баллов ≤ 7	2	Сумма баллов ≤ 22	2

Согласована на портале № 7270

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

12.1.1. Коновалов Б. И. Теория автоматического управления : учеб. пособие с грифом УМО / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. – 3-е изд., доп. и перераб. – СПб. : Лань, 2010. – 205 с. – ISBN 978-5-8114-1034-7. – Электронный ресурс: http://e.lanbook.com/books/element.php?pll_cid=25&pll_id=538, доступ свободный.

12.2. Дополнительная литература

12.2.1. Ерофеев А. А. Теория автоматического управления / А. А. Ерофеев. – СПб. : Политехника, 2003. – 302 с. (в библиотеке кол-во экз. – 17).

12.2.2. Душин С. В. Теория автоматического управления / С. В. Душин, Н. С. Зотов, Д. Х. Имаев [и др.] ; под ред. В. Б. Яковлева. – М. : Высшая школа, 2005. – 567 с. (в библиотеке кол-во экз. – 10).

12.2.3. Теория автоматического управления / Н. А. Бабаков [и др.] ; под ред. А. А. Воронова. В 2-х ч. – М. : Высшая школа, 1986. – Ч.1 : Теория линейных систем автоматического управления. – 367 с. (в библиотеке кол-во экз. – 6).

12.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

12.3.1. Коновалов Б. И. Теория автоматического управления : руководство для организации самостоятельной работы / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. – Томск : ТУСУР, 2007. – 118 с. – Официальный сайт кафедры ПрЭ ТУСУР, режим доступа : http://ie.tusur.ru/docs/lym/tau_sp.rar (для лабораторных работ с. 31–69, практических занятий с. 10–31, индивидуальных заданий с. 70–114).

12.3.2. Тановицкий Ю. Н. Система моделирования электронных схем ASIMEC / Ю. Н. Тановицкий, Д. А. Савин, В. В. Туран. – Официальный сайт кафедры ПрЭ ТУСУР, режим доступа : http://devil.ru/asimec/asimec_install.exe (программное обеспечение для лабораторных работ. Размер пакета 2,8 МБ. Версия 2.10.9.8, 2010 год).

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс на 16 рабочих мест с интерактивной доской и проектором.

Согласована на портале № 7270

14. Методические рекомендации

Лекционный материал закрепляется на практических и лабораторных занятиях, которые проводятся по основным разделам дисциплины. Предусмотрены индивидуальные домашние задания. Текущий контроль осуществляется опросом на лекциях и практических занятиях, проведением контрольных работ на практических занятиях.

Согласована на портале № 7270

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П.Е. Троян**
«9» 08 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Теория автоматического управления
(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»
(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет ИТ (инновационных технологий)
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра УИ (Управления инновациями)
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 3 **Семестр** 5

Учебный план набора 2013 года и последующих лет
2014 года

Экзамен 5 **семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 7270

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 компетенции
ПК-1	Способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники	Знать. Уметь. Владеть
ПК-2	Способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования	

Согласована на портале № 7270

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Статические характеристики элементов и систем. Дифференциальные уравнения и передаточные функции. Частотные функции и характеристики: амплитудно-фазовая; вещественная; мнимая; амплитудная; фазовая; логарифмические амплитудная и фазовая. Временные функции и характеристики: переходная и импульсная переходная. Классификация типовых динамических звеньев. Минимально- и неминимально фазовые звенья. Минимально фазовые звенья и их характеристики (пропорциональное звено, интегрирующее, идеальные дифференцирующее и форсирующее, инерционное, звенья второго порядка). Реализация минимально фазовых звеньев на операционных усилителях. Понятие структурной схемы, элементы структурных схем, правила преобразования структурных схем. Передаточные функции линейных не-	формировать систему дифференциальных уравнений, описывающих процессы в пассивных четырехполюсниках, получить их передаточные функции, распознавать типовые звенья, рассчитывать и строить их частотные и временные характеристики на математических моделях	математическим аппаратом в профессиональной деятельности

Согласована на портале № 7270

	прерывных систем. Разновидности дискретных систем: релейные, импульсные и цифровые. Виды импульсной модуляции. Основы математического описания линейных САУ с амплитудно-импульсной модуляцией: уравнения в конечных разностях и дискретные передаточные функции. Дискретное преобразование Лапласа, Z-преобразование и W-преобразование		
Виды занятий	• Лекции. • Практические занятия	• Лабораторные работы. • Выполнение индивидуальных заданий. • Самостоятельная работа	• Лабораторные работы • Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	• Контрольные работы. • Выполнение индивидуальных заданий. • Экзамен	• Оформление отчетов и защита лабораторных работ. • Оформление и защита индивидуальных заданий. • Самостоятельная работа	• Защита лабораторных работ. • Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведены в таблице 3.

Согласована на портале № 7270

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	знает основные законы электротехники, основы операционного исчисления; представляет способы и результаты использования различных математических моделей; обосновывает выбор метода и план решения задачи	свободно описывает на языке математики процессы в электрических цепях во временной области; умеет получать передаточные функции пассивных и активных четырехполюсников и их частотные характеристики	свободно владеет физико-математическим аппаратом в области теории автоматического управления
Хорошо (базовый уровень)	понимает основные законы электротехники, основы операционного исчисления; имеет представление о способах и результатах математических моделей; графически иллюстрирует задачу	применять методы решения задач в области электротехники и теории автоматического управления; умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать полученные результаты	критически осмысливает полученные значения; владеет разными способами представления требуемой информации
Удовлетворительно (пороговый уровень)	дает определения основных понятий; распознает объекты в области теории автоматического управления; знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике	умеет работать со справочной литературой; использует конструкции, указанные в описании лабораторной работы; умеет представлять результаты своей работы	владеет терминологией предметной области знания; способен корректно представить знания в математической форме

Согласована на портале № 7270

2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого вида занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 4

Таблица 4 – Этапы формирования компетенций и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	физическое понятие устойчивости. Необходимое условие устойчивости линейных непрерывных систем. Критерии устойчивости: алгебраический Гурвица и частотные Михайлова и Найквиста. Понятие критического (граничного) значения варьируемого параметра. Оценка устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Понятие и меры запасов устойчивости. Обеспечение заданных запасов устойчивости. Показатели качества регулирования: точность в установившемся режиме, длительность переходного процесса, перерегулирование, колебательность. Статические и астатические системы, порядок астатизма. Критерии качества переходного процесса: частотные, корневые, интегральные. Постановка задач стабилизации и коррекции. Последовательная и параллельная коррекция. Последовательные корректирующие звенья (регуляторы): пропорционально-	определять с помощью соответствующих критериев устойчивость и запасы устойчивости замкнутых систем автоматического управления, на математических моделях рассчитывать показатели качества управления в установившемся и переходных режимах, производить синтез и настройку регуляторов для устройств обработки информации и управления	методами оценки качества управления и синтеза корректирующих устройств для обеспечения в мехатронных и робототехнических системах требуемых показателей качества функционирования

Согласована на портале № 7270

	дифференцирующее; пропорционально-интегрирующее; пропорционально-интегро-дифференцирующее. Синтез корректирующих цепей по логарифмическим частотным характеристикам. Параллельная коррекция. Гибкие и жесткие корректирующие связи. Многоконтурные системы подчиненного регулирования с последовательной коррекцией. Применение типовых настроек (на симметричный и технический оптимумы) для синтеза регуляторов в системах подчиненного регулирования		
Виды занятий	• Лекции. • Практические занятия	• Лабораторные работы. • Выполнение индивидуальных заданий. • Самостоятельная работа	• Самостоятельная работа • Лабораторные работы
Используемые средства оценивания	• Контрольные работы. • Выполнение индивидуальных заданий. • Экзамен	• Оформление отчетов и защита лабораторных работ. • Оформление и защита индивидуальных заданий. • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ. • Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 5.

Согласована на портале № 7270

Таблица 5 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	критерии устойчивости и их взаимосвязь, показатели качества регулирования, последовательные и параллельные корректирующие устройства, типовые настройки для синтеза регуляторов	свободно применяет критерии устойчивости и ориентируется в целесообразной области использования каждого из них, определяет передаточные функции и выбирает типовые схемы регуляторов	свободно владеет методами оценки качества управления и синтеза корректирующих устройств
Хорошо (базовый уровень)	критерии устойчивости, показатели качества регулирования, последовательные и параллельные корректирующие устройства	применяет критерии устойчивости и аргументирует полученные результаты, определяет передаточные функции и схемы типовых регуляторов	методами оценки качества управления и синтеза корректирующих устройств
Удовлетворительно (пороговый уровень)	понимает критерии устойчивости и постановку задачи синтеза регуляторов	пользуется технической и справочной литературой, умеет определять устойчивость и выбирать схемы типовых регуляторов	основными методами оценки качества управления и синтеза корректирующих устройств

Согласована на портале № 7270

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы.

Темы контрольных работ:

– Передаточная функция и логарифмическая амплитудная частотная характеристики пассивного четырехполюсника.

– Устойчивость линейной непрерывной системы автоматического управления (САУ).

– Последовательная коррекция динамических свойств непрерывной системы автоматического управления.

Темы индивидуальных заданий:

– Передаточные функции активных и пассивных четырехполюсников. Передаточные функции САУ. Исследование устойчивости САУ, построение границы ее устойчивости. Статический расчет устойчивости САУ.

– Расчет частотных и временных характеристик линейных непрерывных САУ. Определение показателей качества управления.

– Синтез последовательного корректирующего устройства. Расчет и моделирование временных характеристик скорректированной системы.

Темы лабораторных работ:

– Исследование характеристик типовых динамических звеньев.

– Исследование характеристик статических и астатических САУ.

– Последовательные корректирующие САУ.

Примерные вопросы к экзамену по дисциплине «Теория автоматического управления» (фрагмент):

1. Поясните принципы управления по отклонению и по возмущению.
2. Понятие передаточной функции САУ.
3. Переходная и импульсная переходная характеристиками и связь между ними.
4. Частотные характеристики САУ и связь между ними.
5. Типовые динамические звенья САУ. Минимально-фазовые звенья и их характеристики.
6. Особые динамические звенья САУ и их отличия от минимально-фазовых звеньев.
7. Как по асимптотической ЛАЧХ САУ восстановить ее передаточную функцию?
8. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейных непрерывных САУ. Критерии устойчивости и их применение. Запасы устойчивости и их связь с динамическими характеристиками САУ.
9. Особенности исследования устойчивости систем, содержащих звено чистого запаздывания.
10. Статические и астатические САУ. Порядок астатизма, его влияние на устойчивость и качество регулирования в САУ.
11. Частотные и корневые критерии качества регулирования и их связь с основными динамическими характеристиками САУ.
12. Способы коррекции САУ.
13. Порядок синтеза последовательных корректирующих устройств по номограммам Солодовникова.
14. Параллельная коррекция САУ. Жесткие и гибкие обратные связи, их реализация и режимы работы.
15. Комбинированное управление. Понятие инвариантности и способы ее достижения.
16. Оптимальные характеристики САУ. Настройка систем на технический и симметричный оптимумы.
17. Классификация дискретных САУ по способам квантования сигналов и модуляции.

Согласована на портале № 7270

4 Методические материалы

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

Основная литература

Коновалов Б. И. Теория автоматического управления : учеб. пособие с грифом УМО / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. – 3-е изд., доп. и перераб. – СПб. : Лань, 2010. – 205 с. – ISBN 978-5-8114-1034-7. – Электронный ресурс:
http://e.lanbook.com/books/element.php?pll_cid=25&pll_id=538, доступ свободный.

Дополнительная литература

Ерофеев А. А. Теория автоматического управления / А. А. Ерофеев. – СПб. : Политехника, 2003. – 302 с. (в библиотеке кол-во экз. – 17).

Душин С. В. Теория автоматического управления / С. В. Душин, Н. С. Зотов, Д. Х. Имаев [и др.] ; под ред. В. Б. Яковлева. – М. : Высшая школа, 2005. – 567 с. (в библиотеке кол-во экз. – 10).

Теория автоматического управления / Н. А. Бабаков [и др.] ; под ред. А. А. Воронова. В 2-х ч. – М. : Высшая школа, 1986. – Ч.1 : Теория линейных систем автоматического управления. – 367 с. (в библиотеке кол-во экз. – 6).

Учебно-методические пособия и программное обеспечение

Коновалов Б. И. Теория автоматического управления : руководство для организации самостоятельной работы / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. – Томск : ТУСУР, 2007. – 118 с. – Официальный сайт кафедры ПрЭ ТУСУР, режим доступа : http://ie.tusur.ru/docs/lym/tau_sp.rar (для лабораторных работ с. 31–69, практических занятий с. 10–31, индивидуальных заданий с. 70–114).

Тановицкий Ю. Н. Система моделирования электронных схем ASIMEC / Ю. Н. Тановицкий, Д. А. Савин, В. В. Туран. – Официальный сайт кафедры ПрЭ ТУСУР, режим доступа : http://devil.ru/asimec/asimec_install.exe (программное обеспечение для лабораторных работ. Размер пакета 2,8 МБ. Версия 2.10.9.8, 2010 год).

Согласована на портале № 7270