МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

 гор - Проректор по
 П.Е.Троян
 2017 г.
рвый прорект ебной работе »

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория оптимального управления»

${f y}$ ровень основной образовательной программы <u>бакалавриат</u>
Направление подготовки 09.03.01 Инфоматика и вычислительная техника
Профиль(и) Программное обеспечение средств вычислительной техники
и автоматизированных систем
Форма обучения:
Факультет: ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет
Кафедра: АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления
Курс: <u>3</u> Семестр: <u>5</u>
Учебный план набора — 2012 и последующих лет

Распределение рабочего времени:

Виды учебной работы	Семестр 5	Всего	Единицы
Лекции	6	6	часов
Лабораторные работы	10	10	часов
Практические занятия	_	_	часов
Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	_	_	часов
Всего аудиторных занятий	16	16	часов
из них в интерактивной форме	4	4	часа
Самостоятельная работа студентов (СРС)	88	88	часов
Всего (без экзамена)	104	104	часа
Самост. работа на подготовку и сдачу экзамена/ <u>зачета</u>	4	4	часа
Общая трудоемкость	108	108	часов
(в зачетных единицах)	3	3	3E

Контрольная работа <u>5</u> семестр

Зачет 5 семестр

Томск 2017

Рассмотрена і	и одс	обрена на	заседании	кафедры
протокол №	2	от « 24	» 1	2017 г.

Рабочая программа по дисциплине «Методы оптимизации» составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 09.03.01- Информатика и вычислительная техника (квалификация (степень) «бакалавр»), утвержденного 12.01.2016. № 5.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «24» января 2017 г., протокол № 2.

Разработчик, к.т.н., доцент каф. АСУ _________ А.А. Шелестов

Зав. обеспечивающей кафедрой АСУ
д.т.н., профессор _________ А.М. Кориков

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами специальности.

Декан, к.ф.-м.н., доцент _________ И.В. Осипов

Заведующий профилирующей и выпускающей кафедрой АСУ, д.т.н., профессор ________ А.М. Кориков

Эксперт:

А.И. Исакова

Доцент каф. АСУ, к.т.н.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «**Теория оптимального управления» (ТОУ)** изучается в пятом семестре и предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных работ, получение различного рода консультаций.

Целью дисциплины является овладение студентами основных подходов к решению задач оптимального управления, включая знакомство студентов с основными положениями теории оптимального управления, основными методами анализа и синтеза непрерывных и дискретных систем управления, особенностями применения ЭВМ в системах управления

Основной **задачей** дисциплины является изучение основных положений ТОУ, важнейших методов анализа и синтеза линейных непрерывных и дискретных систем управления

В результате изучения дисциплины «Теория оптимального управления» студенты должны знать алгоритмы решения задач оптимального управления, уметь формулировать и доказывать основные результаты этих разделов. В ходе практических занятий студенты должны приобрести навыки решения задач управления объектами по всем разделам, в том числе, и с использованием ЭВМ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Теория оптимального управления» относится к числу дисциплин по выбору (Б2.В.ДВ.4.2). Успешное овладение дисциплиной предполагает предварительные знания по таким дисциплинам как «Основы теории управления», «Основы разработки программного обеспечения», «Вычислительная математика». Знания и навыки, полученные при ее изучении, используются в последующих дисциплинах, «Системный анализ», «Системы искусственного интеллекта», а также при подготовке выпускной квалификационной работы (ВКР).

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Теория оптимального управления» направлен на формирование следующих компетенций:

общекультурные компетенции (ОК):

- способность к самоорганизации и самообразованию профессиональные компетенции (ОК-7) обшепрофессиональные компетениии (ОПК):
- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-5).

В результате освоения содержания дисциплины «Теория оптимального управления» студент должен:

Знать:

- основные идеи и методы теории оптимального управления;
- классификацию автоматических и автоматизированных систем управления
- виды и принципы оптимального управления;
- структуру систем оптимального управления.

Уметь:

- на основе современных информационных и компьютерных технологий разрабатывать модели и алгоритмы задач оптимального управления, с использованием методов вариационного исчисления и оптимизации;
- с применением информационно-коммуникационных технологий разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимального управления на ЭВМ.

Владеть

- навыками применения базового инструментария методов и подходов оптимального управления для решения различных прикладных задач;
- методикой построения, анализа и применения математических моделей объектов управления в профессиональной деятельности.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов
	(5 семестр)
Аудиторные занятия (всего)	16
В том числе:	_
Лекции	6
Лабораторные работы (ЛР)	10
Практические занятия (ПЗ)	_
Семинары (С)-	_
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)	_
Другие виды аудиторной работы	_
Самостоятельная работа (всего)	88
В том числе:	
Курсовой проект (работа) (самостоятельно)	_
Расчетно-графические работы	_
Проработка лекционного материала	12
Подготовка к лабораторным занятиям	28
Самостоятельное изучение тем теоретической части	48
Подготовка к экзамену/зачету	4
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Зачет
Общая трудоемкость час	108
зач. ед	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

Таблица 5.1

$N_{\underline{0}}$	Наименование раздела	Лекц.	Практ.	Лаб.	Семин	CPC	Всего	Формируемые
Π/Π	дисциплины		зан.	зан.			час.	компетенции
								(ОК, ОПК)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основные понятия теории управления	0,5		2		4	6,5	ОК-7, ОПК-5
2.	Автоматическое управление непрерывными линейными системами	1		2		12	15	ОК-7, ОПК-5
3.	Элементы теории оптимального управления непрерывными нелиней- ными системами	2		2		22	26	ОК-7, ОПК-5
4.	Автоматическое управление дис- кретными системами	1		2		20	23	ОК-7, ОПК-5
5.	Основные понятия теории опти- мального управления	1,5		2		30	33,5	ОК-7, ОПК-5
	ИТОГО	6		10		88	104	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям) Таблица 5.2

№ п/п	Наименование раз-	Содержание разделов	Трудо-	Формируемые
11/11	делов		емкость (час.)	компетенции (ОК, ОПК)
1	2	3	4	5
1	Основные поня- тия теории управ- ления	Становление и развитие теории регулирования и управления. Общие принципы системной организации. Основные понятия и определения теории оптимального управления. Структура системы управления. Основные составные части управляющего объекта. Классификация автоматических и автоматизированных систем управления. Виды управления. Принципы управления Классификация и форма представления моделей объектов и систем управления.	0,5	ОК-7, ОПК-5
2	Автоматическое управление непре- рывными линей- ными системами	Основные характеристики непрерывных линейных систем. Характеристики стационарных линейных систем, описываемых дифференциальными уравнениями (ДУ). Формы записи ДУ. Понятие пространства состояний. Описание движения в пространстве состояний. Преобразование описания динамических процессов из классической формы к пространству состояний. Наблюдаемость, идентифицируемость, управляемость. Определение характеристик соединений линейных систем. Устойчивость линейных и линеаризованных систем управления. Оценка качества переходных процессов. Линейные законы регулирования и управления. Коррекция динамических свойств систем управления. Элементы теории инвариантности.	1	ОК-7, ОПК-5
3	Элементы теории оптимального- управления непрерывными нелинейными системами	Виды и особенности нелинейных систем. Методы линеаризации. Методы припасовывания и точечного преобразования. Устойчивость нелинейных систем. Критерий абсолютной устойчивости.	2	ОК-7, ОПК-5
4	Автоматическое управление дис- кретными систе- мами	Понятие о дискретных системах автоматического управления. Характеристики дискретных линейных систем. Импульсные стационарные системы управления. Устойчивость дискретных линейных систем. Дискретные нелинейные системы. Особенности систем автоматического управления с ЭВМ. Использование микропроцессоров и микро ЭВМ в системах управления. Особенности математического описания систем управления с ЭВМ. Пример преобразования описания дискретной системы из классической формы к двумерному пространству состояний.	1	ОК-7, ОПК-5
5	Основные поня- тия теории опти- мальногоуправле- ния	Критерии оптимизации управления. Вариационное исчисление и задачи оптимизации систем управления. Принцип максимума. Динамическое программирование. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов. Модальное управление. Критерии оптимальности управления первичными элементами, подсистемами и экономической си-	1,5	ОК-7, ОПК-5

стемой в целом. Экономический механизм реали-		
зации оптимального управления.		
ИТОГО	6	

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

дисциплинами и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

7-1-0-4	диединини и обеспе индисирии (поспедующими) диединини										
$N_{\underline{0}}$	Наименование	№ № разделов данной дисциплины, для которых									
Π/Π	обеспечивающих	необх	необходимо изучение обеспечивающих								
	(предыдущих) дисциплин	(предыдущих) дисциплин									
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1.	Вычислительная математика	+	+	+	+	+	+	+	+		
2	Программирование			+		+			+		
3	Дополнительные главы										
	математики						+		+		

№	Наименование № № разделов данной дисциплины, которые								
Π/Π	обеспечиваемых	обеспечивают изучение последующих дисциплин					лин		
	(последующих) дисциплин	1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Преддипломная практика		+		+	+	+		+
2.	BKP	+	+	+		+	+	+	+

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

	JIDCI	CIDII	, ILOMIII		Փ օհասի	устых при изу тении дисциплины, и видов запити
Перечень]	Виды з	анятий		
компетенци	Л	Пр	Лаб	КР/КП	CPC	Формы контроля
й		•				
						Устный опрос на лекциях. Отчет по лабораторной
ОК-7	+		+		+	работе,
						дом. задание, тест
опи 5					1	Устный опрос на лекциях. Дом. задание, тест,
ОПК-5	+		+		+	проверка конспекта

 Π — лекция, Π р — практические и семинарские занятия, Π аб — лабораторные работы, $KP/K\Pi$ — курсовая работа / проект, CPC — самостоятельная работа студента

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме.

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы	Формы	Лекции (час)	Практические/с еминарские занятия (час)	Всего (час)
Работа в ком	панде		2	2
Поисковый м	иетод		1	1
Решение ситуацио	нных задач	1		1
Итого интерактивн	ых занятий	1	3	4

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

]	№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудо- емкость (час.)	ОК, ОПК
	1	1	Основные методы и алгоритмы теории управления	2	ОК-7, ОПК-5
	2	2	Автоматическое управление непрерывными линейными системами	2	ОК-7, ОПК-5
	3	3	Элементы теории оптимального управления не-	2	ОК-7, ОПК-5

		10		
3	3	странстве состояний	2	
5	5	Описание движения объетов упралени в про-	2	ОК-7, ОПК-5
7	7	стемами	2	
1	4	Автоматическое управление дискретными си-	2	ОК-7, ОПК-5
		прерывными нелинейными системами		

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ – не предусмотрены РУП.

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

No	№ раздела	Тематика самостоятельной	Трудо-		Контроль
п/п	дисциплины из	работы	емкость	ОК, ОПК	выполнения
	табл. 5.1	(детализация)	(час.)		работы
1.	1 -5	Проработка лекционного материала	12	ОК-7, ОПК-5	Опрос на занятиях (устно), конспект
2.	2-5	Подготовка к лабораторным занятиям	28	ОК-7, ОПК-5	Отчет, защита практич. работ
3.	1-5	Самостоятельное изучение тем теоретической части	48	ОК-7, ОПК-5	Дом. задание, тест, устный доклад
	ИТОГО		88		

Темы для самостоятельного изучения (48 часов)

- 1. Классификация адаптивных систем управления. Управление с идентификацией.
- 2. Системы прямого адаптивного управления.
- 3. Беспоисковое адаптивное управление с неявной эталонной моделью. Беспоисковое адаптивное управление на основе эталонной модели.
- 4. Принципы организации интеллектуальных управляющих систем. Общая концептуальная структура интеллектуальной управляющей системы. Интеллектуализация систем управления роботами. Экспертные системы для управления интеллектуальными роботами.

Варианты тем для контрольной работы

- 1. Классификация и форма представления моделей объектов и систем управления.
- 2. Преобразование описания динамических процессов из классической формы к пространству состояний.
- 3. Устойчивость линейных и линеаризованных систем управления.
- 4. Преобразования описания дискретной системы из классической формы к двумерному пространству состояний.
- 10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ не предусмотрены РУП.
- 11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА не предусмотрена для студентов ЗиВФ.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1. Основная литература

- 1. Карпов, А. Г. Теория автоматического управления. Часть 1: Учебное пособие для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 [Электронный ресурс] / Карпов А. Г. Томск: ТУСУР, 2011. 212 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6249
- 2. Карпов, А. Г. Теория автоматического управления. Часть 2: Учебное пособие для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 [Электронный ресурс] / Карпов А. Г. Томск: ТУСУР, 2012. 264 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6251

12.2. Дополнительная литература

- 1. Теория автоматического управления: учебное методическое пособие / Ю. М. Лебедев; Министерство общего и профессионального образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. М.: ТМЦДО, 1999. 129 с. (11 экз).
- 2. Основы теории управления: Учебное пособие для вузов / А. М. Кориков; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. 2-е изд. Томск: Издательство научно-технической литературы, 2002. 391 [1] с. (136 экз).

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

- 1. Карпов, А. Г. Теория автоматического управления:: Учебное методическое пособие по проведению практических, лабораторных и самостоятельных занятий для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 [Электронный ресурс] / Карпов А. Г. Томск: ТУСУР, 2016. 105 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6250
- 2. Шидловский, В. С. Теория автоматического управления: Учебно-методическое пособие к лабораторным работам [Электронный ресурс] / Шидловский В. С. Томск: ТУСУР, 2012. 24 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1135
- 3. Карпов, А. Г. Современные проблемы теории управления: Учебное методическое пособие по самостоятельной работе, практическим занятиям и контрольным работам [Электронный ресурс] / Карпов А. Г. Томск: ТУСУР, 2015. 15 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6662

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. www.compress.ru Журнал «КомпьютерПресс»
- 2. www.isn.ru Российская сеть информационного общества
- 3. http://www.soft-unity.ru сайт компании «Софт-Юнити»

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 лабораторных работ

Для проведения практических занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 437, 438, 439. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 10 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; графические редакторы Lightwave 3D, Corel Xara, Adobe Photoshop.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

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

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностямиздоровья

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 14.1.

Таблица 14.1 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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

С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно- двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским по- казаниям	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 OB3 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 услугассистента;
- 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.

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ				
Проректор по учебной работе				
	П. Е. Троян			
«»	2017 г.			

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

«ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Уровень основной образовательной программы <u>бакалавриат</u>
Направление подготовки 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
Профиль(и) Программное обеспечение средств вычислительной техники
и автоматизированных систем
Форма обучения: заочная
Факультет: ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет
Кафедра: АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления
Курс: <u>3</u> Семестр: <u>5</u>
Учебный план набора 2012 и последующих лет
Зачет – 5 семестр.
Контрольная работа – 5 семестр

Томск 2017

1 ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Теория оптимального управления» 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 «Теория оптимального управления» компетенций приведен в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

	1.1 – Перечень закрепленных за д	исциплинои компетенции
Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
		Знать: 1) основные идеи и методы теории оптимального управления; 2) классификацию автоматических и автоматизированных систем оптимального управления 3) виды и принципы оптимального управления; 4) структуру систем оптимального управления. Уметь: — на основе современных информационных и компьютерных технологий разрабатывать модели и алгоритмы задач оптимального управления, с использованием методов вариационного исчисления и оптимизации;
	ности	 с применением информационно-коммуникационных технологий разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимального управления на ЭВМ. Владеть: 1. навыками применения базового инструментария методов и подходов оптимального управления для решения различных прикладных задач; 2. методикой построения, анализа и применения математических моделей объектов управления в профессиональной деятельности.

2 РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1 Компетенция ОК- 7

ОК-7: Способность к самоорганизации и самообразованию

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав Знать		Уметь	Владеть
	Знает:	Умеет:	Владеет:
	содержание процессов	планировать цели и устанавли-	технологиями организации
	самоорганизации и само-	вать приоритеты при выборе	процесса самообразования;
	образования, их особен-	способов принятия решений с	приемами целеполагания во
	ности и технологии реа-	учетом условий, средств, лич-	временной перспективе,
Содержание	лизации, исходя из целей	ностных возможностей и вре-	способами планирования,
этапов	совершенствования про-	менной перспективы достиже-	организации, самоконтроля
	фессиональной деятель-	ния и осуществления деятель-	и самооценки деятельности;
	ности;	ности;	навыками применения ба-
	основные идеи и методы	на основе современных ин-	зового инструментария ме-
	теории оптимального	формационных и компьютер-	тодов и подходов опти-
	управления;	ных технологий разрабатывать	мального управления для

	классификацию автоматических и автоматизи-	модели и алгоритмы задач оптимального управления, с ист	
	рованных систем опти-	пользованием методов вариа-	
	мального управления;	ционного исчисления и опти-	_
	виды и принципы оп-	мизации;	тематических моделей объ-
	тимального управления;	с применением информацион-	• 1
	структуру систем опти-	но-коммуникационных техно-	сиональной деятельности.
	мального управления.	логий разрабатывать програм-	
		мы, реализующие численные	
		методы оптимального управ-	
		ления на ЭВМ.	
	– Лекции;	 Лабораторные занятия; 	 Лабораторные занятия;
	 Лабораторные занятия 	– Выполнение домашнего за-	 Самостоятельная работа
Виды занятий	– Групповые консульта-	дания;	студентов
	ции.	 Самостоятельная работа 	
		студентов	
	– Тест;	 Подготовка и защита инди- 	 Защита отчета индивиду-
Используе-мые	 Контрольная работа; 	видуального домашнего зада-	альной работы,
средства оце-	– Выполнение домашне-	ния;	 Защита домашнего зада-
нивания	го задания (решение 3О);		ния;
	– Зачет	 Конспект самостоятельной 	Зачет
		работы	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими зна- ниями в пределах изуча- емой области с пониманием границ применимости	практических умений,	Контролирует работу, проводит оценку, совер-шенствует 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 (низкий уровень)	Обладает низким уров- нем общих знаний	Обладает умениями на низком уровне, которые не достаточны для выполнения даже простых задач	Работает только при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

<u> Гаолица 2.3 —</u>	В – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах			
Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть	
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	содержание процессов самоор- ганизации и самообразования; — основные идеи и методы теории оптимального управления; — классификацию автоматиче- ских и автоматизированных систем оптимального управления; — виды и принципы опти- мального управления; — структуры систем опти- мального управления.	на основе современных информационных и компьютерных технологий разрабатывать модели и алгоритмы задач оптимального управления, с использованием методов вариационного исчисления и оптимизации; — с применением информационно-коммуникационных технологий разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимального управления на ЭВМ.	менения базового ин- струментария методов и подходов оптимального управления для реше- ния различных при- кладных задач; методикой построения, анализа и применения математических моде- лей объектов управле- ния в профессиональ- ной деятельности.	
ХОРОШО (базовый	оптимального управления; классификацию автоматических и автоматизированных систем оптимального управления; виды и принципы оптимального управления; структуры систем оптимального	на основе информационных и компьютерных технологий разрабатывать модели и алгоритмы задач оптимального управления; с применением информационнокоммуникационных технологий разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимального управления на ЭВМ.	менения базового ин- струментария методов и подходов оптимального управления для реше- ния различных при- кладных задач;	
УДОВЛЕТ- ВОРИТЕЛЬ- НО (низкий	методы теории оптимального управления; простейшие виды и принципы оптимального управления; стандартные структуры систем	Умеет разрабатывать простые модели и алгоритмы задач оптимального управления; разрабатывать несложные программы, реализующие числен-	Слабо владеет навы- ками применения мето- дов и подходов опти- мального управления	

2.2 Компетенция ОПК- 5

<u>ОПК-5</u>: Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
	- Знает основные законы есте-	 Умеет строить модели 	– Владеет навыками при-
	ственнонаучных дисциплин в про-	и алгоритмы задач на ос-	менения базового инстру-
			ментария методов опти-
	- Знает методы математического		
	анализа и моделирования, теорети-	туры с использованием	систем для решения при-
	ческого и экспериментального ис-	современных методов	кладных задач;

	следования ТОУ;	ТОУ:	– Владеет методикой по-
	 Знает методики использования 		
	программных средств для решения	программы, реализующие	нения моделей теории оп-
	практических задач оптимального- управления:		тимального управления в профессиональной деятель-
	 Знает как осуществлять разра- ботку программного обеспечения на современных языках програм- 	дартные задачи професси-	
	мирования с учетом требований		
	безопасности;		
Виды заня- тий	– Лекции;	 Лабораторные занятия; 	 Лабораторные занятия;
	 Лабораторные занятия 	– Выполнение домашне-	 Самостоятельная работа
	 Групповые консультации. 	го задания;	студентов
		 Самостоятельная рабо- 	
		та студентов	
	– Тест;	 Подготовка и защита 	 Защита отчета индиви-
Используе-	Контрольная работа;	индивидуального домаш-	дуальной работы,
мые средства	 Выполнение домашнего задания 	него задания;	 Защита домашнего зада-
оценивания	(решение 3О);	 Конспект самостоя- 	ния;
	– Зачет	тельной работы	– Зачет

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уро- вень)	методы теоретического и экс- периментального исследования ТОУ; методики использования про- граммных средств для решения	строить модели и алгоритмы задач на основе информаци- онной и библиографической культуры с использованием современных методов ТОУ: разрабатывать программы, реализующие численные ме- тоды для решения задач ТОУ; решать стандартные задачи профессиональной деятельно- сти в области ТОУ	уровне навыками при- менения базового ин- струментария методов оптимального управле- ния ОУ и систем для решения прикладных задач; методикой построения, анализа и применения
ХОРОШО (базовый уро- вень)	Знает на хорошем уровне основные законы естествознания; методы теоретического и экспериментального исследования ТОУ; подходы использования программных средств для решения практических задач оптимального управления: знает как осуществлять разработку программного обеспечения с учетом требований без-	использовать модели и алгоритмы задач управления на основе информационной и библиографической культуры с использованием методов ТОУ: разрабатывать программы, реализующие численные методы для решения задач ТОУ; решать стандартные задачи	уровне навыками при- менения базового ин- струментария методов оптимального управле- ния для решения при- кладных задач; методикой применения моделей теории опти- мального управления в профессиональной дея-

	Знает лишь основные методы	Умеет применять только	Слабо владеет навы-
	теоретического и эксперимен-	известные модели и алгорит-	ками применения базо-
	тального исследования ТОУ;	мы задач управления ТОУ:	вого инструментария и
	простейшие подходы исполь-	разрабатывать ПП для реше-	методами оптимально-
УДОВЛЕТВО-	зования программных средств	ния простых задач управле-	го управления для реше-
РИТЕЛЬНО	для решения отдельных задач	ния;	ния прикладных задач-
(низкий уро-	оптимального управления:	•	
вень)	фрагментарно знает как осу-		
		ятельности в области ТОУ	
	граммного обеспечения с уче-		
	том требований безопасности;		

3 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы: 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 составе, приведенном ниже.

3.1 Темы лабораторных занятий

- 1. Основные понятия теории управления.
- 2. Анализ экстремальных задач.
- 3. Автоматическое управление непрерывными линейными системами.
- 4. Элементы теории оптимального управления непрерывными нелинейными системами.
- 5. Автоматическое управление дискретными системами.
- 7. Основные понятия теории оптимального управления.
- 8. Динамическое программирование.
- 9. Вариационное исчисление в системах оптимального управления.

3.2 Пример типовых вопросов по тестам (по контрольным точкам)

- 1. Основные понятия и определения теории оптимального управления.
- 2. Структура системы управления. Основные составные части объекта управления (ОУ).
- 3. Классификация автоматических и автоматизированных систем управления.
- 4. Виды управления. Принципы управления.
- 5. Классификация и форма представления моделей объектов и систем управления.
- 6. Основные характеристики непрерывных линейных систем.
- 7. Характеристики стационарных линейных систем, описываемых дифференциальными уравнениями (ДУ). Формы записи ДУ.
- 8. Понятие пространства состояний. Описание движения в пространстве состояний.
- 9. Наблюдаемость, идентифицируемость, управляемость ОУ...
- 10. Устойчивость линейных и линеаризованных систем управления.
- 11. Оценка качества переходных процессов.
- 12. Линейные законы регулирования и управления.
- 13. Коррекция динамических свойств систем управления.
- 14. Элементы теории инвариантности.
- 15. Виды и особенности нелинейных систем.
- 16. Методы линеаризации.
- 17. Устойчивость нелинейных систем. Критерий абсолютной устойчивости.
- 18. Критерии оптимизации управления. Вариационное исчисление и задачи оптимизации систем управления.
- 19. Принцип максимума Понтрягина.
- 20. Динамическое программирование.
- 21. Критерии оптимальности управления первичными элементами, подсистемами и экономической системой в целом.

3.3 Домашние индивидуальные задания по теме

- 1. Устойчивость линейных и линеаризованных систем управления.
- 2. Оценка качества переходных процессов.

- 3. Коррекция динамических свойств систем управления.
- 4. Линейные законы регулирования и управления.
- 5. Вариационное исчисление в задачах оптимального управления.

3.4 Темы контрольных работ

- 1. Системы прямого адаптивного управления.
- 2. Характеристики стационарных линейных систем, описываемых дифференциальными уравнениями.
- 3. Импульсные стационарные системы управления.
- **4.** Преобразование описания дискретной системы из классической формы к двумерному пространству состояний.
- 5. Определение характеристик соединений линейных систем.
- 6. Экономический механизм реализации оптимального управления.

3.5 Темы для самостоятельной работы

- 1. Классификация адаптивных систем управления. Управление с идентификацией.
- 2. Системы прямого адаптивного управления.
- 3. Адаптивное управление с неявной эталонной моделью.
- 4. Принципы организации интеллектуальных управляющих систем. Общая концептуальная структура интеллектуальной управляющей системы.
- 5. Интеллектуализация систем управления роботами.
- 6. Экспертные системы для управления интеллектуальными роботами.
- 7. Решение задач динамического программирования.
- 8. Принцип максимума Лагранжа.

3.6 Вопросы для подготовки к теоретическому зачету

(для студентов, которые не выполнили все контрольные работы и индивидуальные задания) по дисциплине «Теория оптимального управления»

- 1. Становление и развитие теории регулирования и управления.
- 2. Общие принципы системной организации. Основные понятия и определения теории оптимального управления. Структура системы управления. Основные составные части управляемого объекта.
- 3. Классификация автоматических и автоматизированных систем управления.
- 4. Виды управления. Принципы управления
- 5. Классификация и форма представления моделей объектов и систем управления.
- 6. Основные характеристики непрерывных линейных систем.
- 7. Характеристики стационарных линейных систем, описываемых дифференциальными уравнениями (ДУ). Формы записи ДУ.
- 8. Понятие пространства состояний. Описание движения в пространстве состояний.
- 9. Преобразование описания динамических процессов из классической формы к пространству состояний. Наблюдаемость, идентифицируемость, управляемость ОУ.
- 10. Определение характеристик соединений линейных систем. Устойчивость линейных и линеаризованных систем управления.
- 11. Оценка качества переходных процессов. Линейные законы регулирования и управления.
- 12. Коррекция динамических свойств систем управления.
- 13. Элементы теории инвариантности.
- 14. Виды и особенности нелинейных систем. Методы линеаризации.
- 15. Методы припасовывания и точечного преобразования.
- 16. Устойчивость нелинейных систем. Критерий абсолютной устойчивости.
- 17. Понятие о дискретных системах автоматического управления. Характеристики дискретных линейных систем.
- 18. Импульсные стационарные системы управления.
- 19. Устойчивость дискретных линейных систем. Дискретные нелинейные системы.
- 20. Особенности систем автоматического управления с ЭВМ. Использование микропроцессоров и микро ЭВМ в системах управления.
- 21. Особенности математического описания систем управления с ЭВМ.

- 22. Пример преобразования описания дискретной системы из классической формы к двумерному пространству состояний.
- 23. Критерии оптимизации управления.
- 24. Вариационное исчисление и задачи оптимизации систем управления.
- 25. Принцип максимума. Динамическое программирование.
- 26. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов.
- 27. Модальное управление.
- 28. Критерии оптимальности управления первичными элементами, подсистемами и экономической системой в целом.
- 29. Экономический механизм реализации оптимального управления.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

- Карпов, А. Г. Теория автоматического управления. Часть 1: Учебное пособие для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 [Электронный ресурс] / Карпов А. Г. Томск: ТУСУР, 2011. 212 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6249
- Карпов, А. Г. Теория автоматического управления. Часть 2: Учебное пособие для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 [Электронный ресурс] / Карпов А. Г. Томск: ТУСУР, 2012. 264 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6251

Перечень методических указаний по проведению практических учебных занятий

- Карпов, А. Г. Теория автоматического управления:: Учебное методическое пособие по проведению практических, лабораторных и самостоятельных занятий для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 [Электронный ресурс] / Карпов А. Г. Томск: ТУСУР, 2016. 105 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6250
- Шидловский, В. С. Теория автоматического управления: Учебно-методическое пособие к лабораторным работам [Электронный ресурс] / Шидловский В. С. Томск: ТУСУР, 2012. 24 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1135
- Карпов, А. Г. Современные проблемы теории управления: Учебное методическое пособие по самостоятельной работе, практическим занятиям и контрольным работам [Электронный ресурс] / Карпов А. Г. Томск: ТУСУР, 2015. 15 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6662