МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.Е.Троян
«_ »_____2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 09.03.01_Инфоматика и вычислительная техника

Профиль(и) Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Форма обучения очная

Факультет _ систем управления

Кафедра автоматизированных систем управления

Курс **3**

Семестр **6**

Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени:

Виды учебной работы	Семестр 6	Всего	Единицы
Лекции	**18**	**18**	**часов**
Лабораторные работы	**36**	**36**	**часов**
Практические занятия	**–**	**–**	**часов**
Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	**–**	**–**	**часов**
Всего аудиторных занятий	**54**	**54**	**часов**
из них в интерактивной форме	**10**	**10**	**часов**
Самостоятельная работа студентов (СРС)	**54**	**54**	**часов**
Всего (без экзамена)	**108**	**108**	**часов**
Самост. работа на подготовку и сдачу экзамена			**часов**
Общая трудоемкость	**108**	**108**	**часов**
(в зачетных единицах)	**3**	**3**	**ЗЕТ**

Зачет 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16648

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

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

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

Разработчик, д.т.н., профессор 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.т.н., доцент _____ П.В. Сенченко

Заведующий профилирующей и
Выпускающей кафедрой АСУ,
д.т.н., профессор _____ А.М. Кориков

Эксперт:
Доцент каф. АСУ, к.т.н. _____ А.И. Исакова

Согласована на портале № 16648

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина **«Теория оптимального управления» (ТОУ)** изучается в шестом семестре и предусматривает чтение лекций, проведение практических 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 (Б1.В.ДВ.3). 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 (ОК-7)

общепрофессиональные компетенции (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.

Согласована на портале № 16648

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Распределение рабочего времени:

Вид учебной работы	Всего часов (6
Аудиторные занятия (всего)	**54**
В том числе:	–
Лекции	18
Лабораторные работы (ЛР)	36
Практические занятия (ПЗ)	–
Семинары (С)-	–
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)	–
Другие виды аудиторной работы	–
Самостоятельная работа (всего)	**54**
В том числе:	
Курсовой проект (работа) (самостоятельно)	–
Расчетно-графические работы	–
Проработка лекционного материала	9
Подготовка к практическим занятиям	36
Самостоятельное изучение тем теоретической части	9
Подготовка к экзамену	-
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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан	Семин	СРС	Всего час.	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	**Основные понятия теории управления**	2		4		6	12	ОК-7, ОПК-
2.	**Автоматическое управление непрерывными линейными системами**	6		12		18	36	ОК-7, ОПК-
3.	**Элементы теории оптимального управления непрерывными**	6		12		18	36	ОК-7, ОПК-
4.	**Автоматическое управление дискретными системами**	2		4		6	12	ОК-7, ОПК-
5.	**Основные понятия теории оптимального управления**	2		4		6	12	ОК-7, ОПК-
	ИТОГ	**18**	**–**	**36**	**-**	**54**	**108**	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Таблица 5.2

№ п/п	Наименование разде- лов	Содержание разделов	Трудо- емкост	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1	**Основные понятия теории управления**	Становление и развитие теории регулирования и управле- ния. Общие принципы системной организации. Основные понятия и определения теории оптимального управления. Структура системы управления. Основные составные час- ти управляющего объекта. Классификация автоматиче- ских и автоматизированных систем управления. Виды управления. Принципы управления	2	ОК-7, ОПК-5

Согласована на портале № 16648

2	**Автоматическое управление непре- рывными линей- ными системами**	Основные характеристики непрерывных линейных сис- тем. Характеристики стационарных линейных систем, описываемых дифференциальными уравнениями (ДУ). Формы записи ДУ. Понятие пространства состояний. Описание движения в пространстве состояний. Преобра- зование описания динамических процессов из классиче- ской формы к пространству состояний. Наблюдаемость, идентифицируемость, управляемость. Определение характеристик соединений линейных сис- тем. Устойчивость линейных и линеаризованных систем управления. Оценка качества переходных процессов. Ли- нейные законы	6	ОК-7, ОПК-5
3	**Элементы теории оптимального- управления непре- рывными нелиней- ными**	Виды и особенности нелинейных систем. Методы линеа- ризации. Методы припасовывания и точечного преобра- зования. Устойчивость нелинейных систем. Критерий абсолютной устойчивости	6	ОК-7, ОПК-5
4	**Автоматическое управление дис- кретными система- ми**	Понятие о дискретных системах автоматического управ- ления. Характеристики дискретных линейных систем. Импульсные стационарные системы управления. Устой- чивость дискретных линейных систем. Дискретные нели- нейные системы. Особенности систем автоматического управления с ЭВМ. Использование микропроцессоров и микро ЭВМ в системах управления. Особенности матема- тического описания систем управления с ЭВМ.	2	ОК-7, ОПК-5
5	**Основные понятия теории оптимально- гоуправления**	Критерии оптимизации управления. Вариационное исчис- ление и задачи оптимизации систем управления. Принцип максимума. Динамическое программирование. Аналити- ческое конструирование оптимальных регуляторов. Мо- дальное управление. Критерии оптимальности управления первичными элементами, подсистемами	2	ОК-7, ОПК-5
ИТОГ			**18**	

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Основы теории управления	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Основы разработки программного обеспечения			+		+			+	+	+
3.	Вычислительная математика		+				+		+	+	+
№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих)	№ № разделов данной дисциплины, которые обеспечивают изучение последующих дисциплин									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Системный анализ		+			+	+		+		+
2.	ВКР		+	+		+	+		+	+	+

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

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Пр	Лаб	КР/КП	СРС	
ОК-7	+		+		+	Устный опрос на лекциях. Конспект. Отчет по практической работе. Дом. задание, тест.
ОПК-5	+		+		+	Устный опрос на лекциях. Конспект. Дом. задание, тест, Отчет по практической работе. Защита ВКР,

Согласована на портале № 16648

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа / проект, СРС – 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

Формы / Методы	Лекции	Лабор. занятия	Всего
Работа в команде		4	**4**
Поисковый метод		4	**4**
Решение ситуационных	2	–	2
Итого интерактивных	**2**	**8**	**10**

Примечание.

1. Работа в команде» происходит при коллективном выполнении заданий всех лабораторных работ.
2. «Поисковый метод» студенты используют при выполнении заданий (лабор. работы № 3, № 4).
3. Различные ситуационные моменты предлагаются студентам во время лекций.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторные работы предусматривают закрепление основных вопросов по всем разделам дисциплины. Задания на лабораторные работы выбираются из учебного методического пособия, указанного в основной литературе.

№ п/	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудо-емкост	ОК, ОПК
1	**1**	Основные понятия теории управления	4	ОК-7, ОПК-
2	**2**	Автоматическое управление непрерывными линейными системами	12	ОК-7, ОПК-
3	**3**	Элементы теории оптимального управления непрерывными нелинейными системами	12	ОК-7, ОПК-
4	**4**	Автоматическое управление дискретными	4	ОК-7, ОПК-
5	**5**	Основные понятия теории оптимального	4	ОК-7, ОПК-
ИТОГ			**36**	

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ – не предусмотрены.

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкост	ОК, ОПК	Контроль выполнения работы
1.	1 -5	Проработка лекционного материала	9	ОК-7, ОПК-5	Опрос на занятиях (устно).
2.	2-5	Подготовка к лабораторным занятиям	36	ОК-7, ОПК-	Отчет, защита
3.	1-5	Самостоятельное изучение тем теоретической части	9	ОК-7, ОПК-5	Дом. задание, тест, устный
ИТОГ			**54**		

Темы для самостоятельного изучения (9 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.

Согласована на портале № 16648

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ – не предусмотрены.

11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Теория оптимального управления»

Курс 3, семестр 6
Контроль обучения – **Зачет.**
Максимальный семестровый рейтинг – **100 баллов.**

Таблица 11.1 – Дисциплина «Теория оптимального управления» (зачет, лекции, лабораторные занятия)

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую контрольную точку с	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на	Всего за семестр
Посещение занятий	2	2	1	**5**
Тестовый контроль	10	0	10	**20**
Выполнение лабораторных заданий	13	10	10	**33**
Компонент своевременности выполнения лабораторных	2	2	1	**5**
Выполнение домашних	2	2	3	**7**
Итого максимум за период:	**29**	**45**	**70**	**70**
Сдача экзамена (максимум)				**30**
Нарастающим итогом	**30**	**43**	**70**	**100**

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценк
Не менее 90% от максимальной суммы на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы на дату КТ	3
Менее 60% от максимальной суммы на дату КТ	2

Таблица 11.3 – Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно)	Ниже 60	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 16648

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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.

Согласована на портале № 16648

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 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 14.1.

Таблица 14.1 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно- двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 16648

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 № 16648

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**
«_ »_____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника

Профиль(и) Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Форма обучения очная

Факультет систем управления

Кафедра автоматизированных систем управления

Курс 3

Семестр 6

Учебный план набора 2013 г.

Зачет 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16648

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

Код	Формулировка	Этапы формирования компетенции
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	**Знать:** 1) основные идеи и методы теории оптимального управления; 2) классификацию автоматических и автоматизированных систем оптимально- го 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 ис- пользованием методов вариационного исчисления и оптимизации; – 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
ОПК-5	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно	

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	Знат	Умет	Владет
Содержание этапов	**Знает:** содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенности и технологии реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности; основные идеи и методы теории оптимального управления; классификацию автоматических и автоматизированных систем оптимального	**Умеет:** планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения и осуществления деятельности; на основе современных информационных и компьютерных технологий разрабатывать модели и алгоритмы задач оптимального управления, с использованием методов вариационного	**Владеет:** технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности; навыками применения базового инструментария методов и подходов оптимального управления для решения различных

Согласована на портале № 16648

	оптимального управления; структуру систем оптимального управления	разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимального	объектов управления в профессиональной деятельности
Виды занятий	– Лекции; – Лабораторные занятия – Групповые консультации.	– Лабораторные занятия; – Выполнение домашнего задания; – Самостоятельная работа	– Лабораторные занятия; – Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	– Тест; – Контрольная работа; – Выполнение домашнего задания (решение ЗО); – Зачет	– Подготовка и защита индивиду- ального домашнего задания; – Конспект самостоятельной рабо- ты	– Защита отчета индивиду- альной работы, – Защита домашнего зада- ния; – Зачет

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	Умет	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений	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	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)	Обладает низким уровнем 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

Показатели	Знать	Умет	Владет
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	**Знает** на высоком уровне: содержание процессов самоор- ганизации и самообразования; – основные идеи и методы теории оптимального управле- ния; – классификацию автоматиче- ских и автоматизированных систем оптимального управле- ния; – виды и принципы оптималь- ного управления;	**Умеет** на высоком уровне на основе современных информационных и компьютерных технологий разрабатывать модели и алгоритмы задач оптимального управления, с использованием методов вариационного исчисления и оптимизации; – с применением информаци- онно-	**Владеет** на высоком уровне 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

Согласована на портале № 16648

		ные методы оптимального	
ХОРОШО (базовый уровень)	**Знает** на хорошем уровне основные идеи и методы теории оптимального управления; классификацию автоматических и автоматизированных систем оптимального управления; виды и принципы оптимального управления; структуры систем оптимального управления	**Умеет** на хорошем уровне на основе информационных и компьютерных технологий разрабатывать модели и алгоритмы задач оптимального управления; с применением информационно-коммуникационных технологий разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимального управления	**Владеет** на хорошем уровне навыками применения базового инструментария методов и подходов оптимального управления для решения различных прикладных задач; методикой построения, анализа и применения математических моделей в профессиональной деятельности.
УДОВЛЕТ-ВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)	**Знает** лишь основные идеи и методы теории оптимального управления; простейшие виды и принципы оптимального управления; стандартные структуры систем оптимального	**Умеет** разрабатывать простые модели и алгоритмы задач оптимального управления; разрабатывать несложные программы, реализующие численные методы оптимального управления	Слабо владеет навыками применения методов и подходов оптимального управления

2.2 Компетенция ОПК- 5

ОПК-5: 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	Знат	Умет	Владет
Содержание этапов	– Знает основные законы есте- ственнонаучных дисциплин в профессиональной деятельно- сти; – Знает методы математиче- ского анализа и моделирова- ния, теоретического и экспе- риментального исследования ТОУ; – Знает методики использова- ния программных средств для решения практических задач оптимального управления:	– Умеет строить модели и алго- ритмы задач на основе инфор- мационной и библиографиче- ской культуры с использованием современных методов ТОУ: – Умеет разрабатывать про- граммы, реализующие числен- ные методы для решения задач ТОУ; – Умеет решать стандартные задачи профессиональной дея- тельности в области ТОУ	– Владеет навыками приме- нения базового инструмента- рия методов оптимального управления ОУ и систем для решения прикладных задач; – Владеет методикой по- строения, анализа и примене- ния моделей теории опти- мального управления в про- фессиональной деятельности.
Виды	– Лекции;	– Лабораторные занятия;	– Лабораторные занятия;

Согласована на портале № 16648

	– Лабораторные занятия – Групповые консультации.	– Выполнение домашнего зада- ния; – Самостоятельная работа сту- дентов	– Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	– Тест; – Контрольная работа; – Выполнение домашнего за- дания (решение ЗО); – Зачет	– Подготовка и защита индиви- дуального домашнего задания; – Конспект самостоятельной работы	– Защита отчета индивидуальной работы, – Защита домашнего зада- ния; – 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	**Знать**	**Умет**	**Владет**
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	**Знает** на высоком уровне основные законы естественнона- учных дисциплин; методы теоретического и экспериментального исследования ТОУ; методики использования программных средств для решения практических задач оптимального управления:	**Умеет** на высоком уровне строить модели и алгоритмы задач на основе информационной и библиографической культуры с использованием современных методов ТОУ: разрабатывать программы, реализующие численные методы для решения задач ТОУ; решать стандартные	**Владеет** на высоком уровне навыками применения базового инструментария методов оптимального управления ОУ и систем для решения прикладных задач; методикой построения, анализа и применения моделей теории оптимального управления в профессиональной деятельности.
ХОРОШО (базовый уровень)	**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	**Умеет** на хорошем уровне 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	**Владеет** на хорошем уровне навыками применения базового инструментария методов оптимального управления для решения прикладных задач; методикой применения моделей теории оптимального управления в профессиональной деятельности.

Согласована на портале № 16648

УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО (низкий уровень)	**Знает** лишь основные методы теоретического и экспериментального исследования ТОУ; простейшие подходы использования программных средств для решения отдельных задач оптимального управления: фрагментарно знает как осуществлять разработку программного	**Умеет** применять только известные модели и алгоритмы задач управления ТОУ: разрабатывать ПП для решения простых задач управления; решать только стандартные задачи профессиональной деятельности в области ТОУ	**Слабо владеет** навыками применения базового инструментария и методами оптимального управления для решения прикладных задачТОУ

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.

Согласована на портале № 16648

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 простран- ству 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.

Согласована на портале № 16648

15. Методы припасовывания и точечного преобразования.
16. Устойчивость нелинейных систем.
17. Критерий абсолютной устойчивости.
18. Понятие о дискретных системах автоматического управления. Характеристики дискрет- ных линейных систем.
19. Импульсные стационарные системы управления.
20. Устойчивость дискретных линейных систем. Дискретные нелинейные системы.
21. Особенности систем автоматического управления с ЭВМ. Использование микропроцес- соров и микро ЭВМ в системах управления.
22. Особенности математического описания систем управления с ЭВМ.
23. Пример преобразования описания дискретной системы из классической формы к дву- мерному пространству состояний.
24. Критерии оптимизации управления.
25. Вариационное исчисление и задачи оптимизации систем управления.
26. Принцип максимума. Динамическое программирование.
27. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов.
28. Модальное управление.
29. Критерии оптимальности управления первичными элементами, подсистемами и эконо- мической системой в целом.
30. 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

Согласована на портале № 16648