

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ  
 Директор департамента образования  
 Документ подписан электронной подписью  
 Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
 Владелец: Троян Павел Ефимович  
 Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория оптимального управления**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

Направленность (профиль) / специализация: **Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**

Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8	часов
2	Лабораторные работы	8	8	часов
3	Контроль самостоятельной работы	2	2	часов
4	Всего контактной работы	18	18	часов
5	Самостоятельная работа	81	81	часов
6	Всего (без экзамена)	99	99	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
			3.0	З.Е.

Контрольные работы: 8 семестр - 1

Экзамен: 8 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 12.01.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АСУ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

доцент кафедры автоматизированных систем управления (АСУ)

\_\_\_\_\_ А. А. Шелестов

Заведующий обеспечивающей каф. АСУ

\_\_\_\_\_ А. М. Корилов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО

\_\_\_\_\_ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф. АСУ

\_\_\_\_\_ А. М. Корилов

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)

\_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова

Доцент кафедры автоматизированных систем управления (АСУ)

\_\_\_\_\_ А. И. Исакова

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

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

### 1.2. Задачи дисциплины

- получение знаний о задачах, решаемых в теории оптимального управления, математическом аппарате теории, методах решения задач, синтеза линейных непрерывных и дискретных систем управления;
- освоение умений проведения синтеза систем оптимального управления;
- овладения навыками постановки и решения задач с использованием математического аппарата теории

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория оптимального управления» (Б1.В.ДВ.1.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Вычислительная математика, Дискретная математика, Дополнительные главы математики, Идентификация сложных систем, Исследование операций, Операционные системы, Теория систем.

Последующими дисциплинами являются: Проектирование систем управления.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-5 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
- ПК-3 способностью обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основные идеи и алгоритмы оптимизации; методы поиска экстремума функций одной и многих переменных; модели и методы линейного и нелинейного программирования; методы динамического программирования; принцип максимума Понтрягина.
- **уметь** разрабатывать модели и алгоритмы задач, с использованием методов оптимального управления; разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимального управления с использованием компьютерных и информационных технологий
- **владеть** навыками применения базового инструментария методов оптимального управления для решения прикладных задач управления; методикой построения, анализа и применения моделей оптимального управления в профессиональной деятельности

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Контактная работа (всего)	18	18
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	8	8
Лабораторные работы	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2

Самостоятельная работа (всего)	81	81
Подготовка к контрольным работам	14	14
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	59	59
Всего (без экзамена)	99	99
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр						
1 Возникновение, развитие и основные понятия теории управления	1	0	2	10	11	ОПК-5, ПК-3
2 Математическое описание непрерывных систем автоматического управления	1	0		10	11	ОПК-5, ПК-3
3 Устойчивость и качество процессов управления в непрерывных линейных САУ	2	0		12	14	ОПК-5, ПК-3
4 Элементы теории нелинейных САУ	1	0		12	13	ОПК-5, ПК-3
5 Дискретные системы. Системы управления с ЭВМ	1	0		10	11	ОПК-5, ПК-3
6 Оптимальное управление	1	8		18	27	ОПК-5, ПК-3
7 Адаптивное и интеллектуальное управление	1	0		9	10	ОПК-5, ПК-3
Итого за семестр	8	8	2	81	99	
Итого	8	8	2	81	99	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			

1 Возникновение, развитие и основные понятия теории управления	Становление и развитие теории регулирования и управления. Основные понятия и определения. Типовые функциональные схемы САУ. Принципы управления и классификация САУ.	1	ОПК-5, ПК-3
	Итого	1	
2 Математическое описание непрерывных систем автоматического управления	Основные характеристики непрерывных линейных схем. Характеристики стационарных линейных САУ, описываемых дифференциальными уравнениями. Определение характеристик соединений линейных систем. Линейные законы регулирования.	1	ОПК-5, ПК-3
	Итого	1	
3 Устойчивость и качество процессов управления в непрерывных линейных САУ	Понятие о законах регулирования. Пропорциональное регулирование. Интегральное регулирование. Изодромное регулирование. Регулирование по производным. Процесс управления и требования к нему.	2	ОПК-5, ПК-3
	Итого	2	
4 Элементы теории нелинейных САУ	Понятие об устойчивости систем. Условия устойчивости линейных систем. Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости. Запасы устойчивости в системах. Использование критериев устойчивости. Области устойчивости систем.	1	ОПК-5, ПК-3
	Итого	1	
5 Дискретные системы. Системы управления с ЭВМ	Понятие о дискретном управлении. Математическое описание дискретных систем. Устойчивость дискретных систем. Управляемость дискретных систем. Графовые модели дискретной нелинейной динамической системы.	1	ОПК-5, ПК-3
	Итого	1	
6 Оптимальное управление	Общие сведения об оптимальном управлении. Вариационное исчисление. Принцип максимума. Динамическое программирование.	1	ОПК-5, ПК-3
	Итого	1	
7 Адаптивное и интеллектуальное управление	Условия оптимальности. Итеративные алгоритмы оптимизации. Вероятностные итеративные алгоритмы. Адаптивное управление. Дуальное управление. Поиск адаптивных САУ. Беспосконые адаптивные САУ. Модель чувствительности. Интеллектуальное управление.	1	ОПК-5, ПК-3
	Итого	1	

Итого за семестр		8	
------------------	--	---	--

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин						
	1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины							
1 Вычислительная математика		+		+		+	
2 Дискретная математика	+	+	+	+	+	+	+
3 Дополнительные главы математики		+	+				
4 Идентификация сложных систем		+	+	+			+
5 Исследование операций		+	+	+	+	+	+
6 Операционные системы	+	+	+	+	+	+	+
7 Теория систем	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины							
1 Проектирование систем управления					+	+	+

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

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

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	СРП	Лаб. раб.	КСР	Сам. раб.	
ОПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			

6 Оптимальное управление	Лабораторная работа 1. Определить управление $u(t)$ , минимизирующее функционал $I(u)$ с помощью метода динамического программирования	4	ОПК-5, ПК-3
	Лабораторная работа 2 Определить управление $u(t)$ , минимизирующее функционал $I(u)$ с помощью метода динамического программирования прийдя к системе трех нелинейных алгебраических уравнений	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		8	

### 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
8 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-5, ПК-3
Итого		2	

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Возникновение, развитие и основные понятия теории управления	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ОПК-5, ПК-3	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
2 Математическое описание непрерывных систем автоматического управления	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ОПК-5, ПК-3	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
3 Устойчивость и качество процессов управления в непрерывных линейных САУ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ОПК-5, ПК-3	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	12		

4 Элементы теории нелинейных САУ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ОПК-5, ПК-3	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	12		
5 Дискретные системы. Системы управления с ЭВМ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ОПК-5, ПК-3	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
6 Оптимальное управление	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ОПК-5, ПК-3	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	18		
7 Адаптивное и интеллектуальное управление	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ОПК-5, ПК-3	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	9		
	Выполнение контрольной работы	2	ОПК-5, ПК-3	Контрольная работа
Итого за семестр		81		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		90		

#### **10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)**

Не предусмотрено РУП.

#### **11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**

Рейтинговая система не используется.

#### **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **12.1. Основная литература**

1. Золотов, С. Ю. Основы теории управления [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие / С. Ю. Золотов, А. М. Корилов. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2013. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 20.09.2018).

##### **12.2. Дополнительная литература**

1. Рычков, М.Ю. Оптимальное управление в технических системах [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавров и магистратуры / М.Ю. Рычков. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://biblio->



online.ru/viewer/5E3C3C95-45DE-49FF-8DFA-DA632E5D3763/optimalnoe-upravlenie-v-tehnicheskikh-sistemah/ (дата обращения: 20.09.2018).

2. Лебедев, Ю. М. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Ю. М. Лебедев, Б. И. Коновалов. — Томск: ТУСУР, 2010. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 20.09.2018).

### **12.3. Учебно-методические пособия**

#### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Шелестов, А. А. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / А.А. Шелестов, А.М. Кориков. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 20.09.2018).

2. Золотов, С. Ю. Основы теории управления: электронный курс / С. Ю. Золотов – Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента.

#### **12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Онлайн библиотека Wiley (Wiley Online Library) – <https://onlinelibrary.wiley.com/>
2. Американское математическое общество – ассоциация профессиональных математиков США. Базы данных – [www.ams.org](http://www.ams.org)

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

#### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

##### **13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Кабинет для самостоятельной работы студентов  
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome

- Microsoft Windows

### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- Microsoft Windows

### **13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

## **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеовеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** исполь-

зуются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

#### **14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

##### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

###### **14.1.1. Тестовые задания**

Тестовые задания

Вопрос 1.

Выделите главную причину, определяющую результат управления?

- a) Цель управления.
- b) Объект управления.
- c) Устройство управления.
- d) Взаимодействие объекта управления со средой

Вопрос 2

Какие системы управления относятся к классификации по воздействию чувствительного элемента на регулирующий орган?

- a) Система прямого управления
- b) Астатические системы управления
- c) Автономные системы
- d) Экстремальные системы

Вопрос 3

По какому принципу составляется структурная схема САУ?

- a) По принципу разбиения на функциональные блоки.
- b) По принципу удобства получения математического описания.
- c) Произвольно.

Вопрос 4

Какое из требований к системе, с точки зрения протекания процесса управления, предъявляется в классической ТАУ?

- a) Точность.
- b) Робастность.
- c) Ковариантность.

Вопрос 5

Назовите наиболее трудоёмкий метод решения дифференциальных уравнений:

- a) Классическое математическое решение.
- b) Операционный метод.
- c) Графоаналитический метод.

Вопрос 6

Что оценивают интегральные критерии оценки переходных процессов?

- a) только время затухания
- b) только величину отклонения
- c) одновременно и время затухания и величину отклонения

Вопрос 7

Какой метод Ляпунова используется только для исследования устойчивости нелинейных систем содержащих звенья с нелинейными, непрерывными, гладкими характеристиками?

- a) Первый метод Ляпунова.
- b) Второй метод Ляпунова.
- c) И первый и второй методы Ляпунова.

Вопрос 8

В чем заключаются основные трудности использования операционного метода?

- a) Переход от функции к отображению и обратно.
- b) Трудоёмкое определение констант интегрирования.
- c) С увеличением порядка дифференциального уравнения растёт сложность метода.

Вопрос 9

Когда введение регулирования по производным увеличивает точность?

- a) В статических режимах работы САУ.
- b) В динамических режимах работы САУ.
- c) В статических и в динамических режимах работы САУ.

Вопрос 10

Если годограф Михайлова проходит через начало координат, о чем это говорит?

- a) Система устойчива.
- b) Система неустойчива.
- c) Система находится на границе устойчивости.

Вопрос 12

Если годограф АФХ разомкнутой системы не охватывает точку  $(-1; i0)$  комплексной плоскости, что можно сказать об устойчивости замкнутой системы?

- a) Система устойчива.
- b) Система неустойчива.
- c) Система находится на границе устойчивости.
- d) Необходима дополнительная информация об устойчивости разомкнутой системы.

Вопрос 13

Какой способ изменения динамических свойств САУ проще?

- a) Добавление новых звеньев.
- b) Изменение существующих звеньев.
- c) Изменение структуры системы.

Вопрос 14

С какой целью в систему включают последовательно пропорционально интегрирующее звено?

- a) Для увеличения быстродействия.
- b) Для повышения порядка астатизма.
- c) Для увеличения точности.

Вопрос 15

Как выбирается невозмущенное движение?

- a) Произвольно.
- b) По какому то алгоритму.
- c) Рассчитывается по формуле.

Вопрос 16

Какой метод Ляпунова используется только для исследования устойчивости нелинейных систем содержащих звенья с нелинейными, непрерывными, гладкими характеристиками?

- a) Первый метод Ляпунова.
- b) Второй метод Ляпунова.

с) И первый и второй методы Ляпунова.

Вопрос 17

Наличие каких режимов предполагает применение метода гармонической линеаризации?

- а) Наличие в системе сигнала, близкого к синусоидальному.
- б) Наличие в системе негармонического сигнала.
- с) Наличие в системе любого периодического сигнала.
- д) При любых сигналах.

Вопрос 18

По какому признаку делятся дискретные САУ?

- а) По способу квантования.
- б) По структурной схеме.
- с) По функциональной схеме.
- д) По не указанным здесь признакам.

Вопрос 19

Какое квантование называют многочастотным?

- а) Использование различных периодов квантования в различных контурах САУ.
- б) Одновременное использование нескольких периодов квантования в одном контуре САУ.
- с) Возможность использования разных периодов квантования в одном контуре.

Вопрос 20

Какими уравнениями описываются дискретные системы?

- а) Дифференциальными уравнениями
- б) Уравнениями в конечных разностях.
- с) Разностными и дифференциальными уравнениями.

#### 14.1.2. Экзаменационные тесты

Приведены примеры типовых заданий из банка контрольных тестов, составленных по пройденным разделам дисциплины.

Вопрос 1

По каким принципам выделяют блоки в функциональной схеме?

- а) По выполняемым функциям.
- б) По физической природе.
- с) По проектному заданию.

Вопрос 2

Какими типовыми элементарными воздействиями более просто исследуются стационарные линейные системы?

- а) Типовыми функциями времени
- б) Типовыми гармоническими сигналами
- с) Нет различий между типовыми функциями времени и типовыми гармоническими сигналами

Вопрос 3

В чем заключаются основные трудности использования операционного метода?

- а) Переход от функции к отображению и обратно.
- б) Трудоёмкое определение констант интегрирования.
- с) С увеличением порядка дифференциального уравнения растет сложность метода

Вопрос 4

Для каких систем применяется оценка точности при движении с постоянным ускорением?

- а) Для статических систем.

- b) Для всех систем.
- c) Для астатических с астатизмом первого порядка.
- d) Для астатических с астатизмом второго порядка.

#### Вопрос 5

Чем улучшенная квадратичная интегральная оценка эффективнее по сравнению с квадратичной интегральной оценкой?

- a) При стремлении уменьшить величину оценки получается более плавное изменение скорости системы.
- b) Их нельзя сравнивать.
- c) При стремлении уменьшить оценку получается меньшее время переходного процесса системы.

#### Вопрос 6

Какой способ изменения динамических свойств САУ проще?

- a) Добавление новых звеньев.
- b) Изменение существующих звеньев.
- c) Изменение структуры системы.

#### Вопрос 7

С какой целью в систему включают последовательно пропорционально интегрирующее звено?

- a) Для увеличения быстродействия.
- b) Для повышения порядка астатизма.
- c) Для увеличения точности.

#### Вопрос 8

Какой эффект производит включение жесткой отрицательной обратной связи?

- a) Уменьшение порядка астатизма.
- b) Увеличение быстродействия.
- c) Уменьшение устойчивости.

#### Вопрос 9

Какой инвариантности соответствует случай независимости от входных воздействий определенного типа?

- a) Абсолютной инвариантности.
- b) Частичной инвариантности.
- c) Ковариантности

#### Вопрос 10

Какие нелинейные звенья можно заменить на линейные при малом диапазоне изменения входного сигнала?

- a) Звенья с существенными нелинейностями.
- b) Звенья с несущественными нелинейностями.
- c) Любые нелинейные звенья.

#### Вопрос 12

В чем выражается увеличение порядка астатизма при интегральном регулировании?

- a) С увеличением порядка астатизма точность регулирования увеличивается.
- b) С увеличением порядка астатизма скорость увеличивается.
- c) С увеличением порядка астатизма увеличивается устойчивость

#### Вопрос 13

Как выбирается область устойчивости при D- разбиении из претендентов на область устой-

чивости?

- a) Проверкой каждой из них.
- b) По определенному алгоритму.
- c) Любая из них является областью устойчивости

Вопрос 14

С какой целью в систему включают последовательное пропорционально-интегрирующее звено?

- a) Подавления средних частот.
- b) Уменьшения точности.
- c) Уменьшения скорости.

Вопрос 15

Какой эффект производит включение гибкой положительной обратной связи?

- a) Уменьшение порядка астатизма.
- b) Увеличение быстродействия.
- c) Уменьшение устойчивости

Вопрос 16

Какие нелинейные звенья можно заменить на линейные при малом диапазоне изменения входного сигнала?

- a) Звенья с существенными нелинейностями.
- b) Звенья с несущественными нелинейностями.
- c) Любые нелинейные звенья.

Вопрос 17

Какие условия устойчивости системы проверяет второй метод Ляпунова?

- a) Необходимые условия.
- b) Достаточные условия.
- c) Необходимые и достаточные условия.

Вопрос 18

Метод точечных преобразований применяется для систем

- a) Невысокого порядка.
- b) Высокого порядка.
- c) любых нелинейных систем.

Вопрос 19

Что происходит с продолжительностью переходного процесса, если во время переходного процесса состояние системы изменяется в фазовом пространстве состояний САУ?

- a) Время переходного процесса увеличивается.
- b) Время переходного процесса уменьшается.
- c) Время переходного процесса не изменяется.

Вопрос 20

Какой блок в интеллектуальной системе управления осуществляет прогноз?

- a) Подсистема объяснений.
- b) Регулятор.
- c) Симулятор.
- d) Интерфейс.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Теория оптимального управления

Вопрос 1

Какие системы управления относятся к классификации по виду задающего сигнала?

- a) Системы автоматической стабилизации
- b) Многоконтурные системы
- c) Несвязные системы
- d) Независимые системы

Вопрос 2

В чем состоит главное достоинство ЛАХ перед АХ?

- a) В простоте построения.
- b) В увеличении спектра частот при одинаковых масштабах.

Вопрос 3

При каких звеньях с передаточными функциями  $W_1(p)$  и  $W_2(p)$  справедливо утверждение: при последовательном соединении этих звеньев общая передаточная функция  $W(p)=W_2(p)*W_1(p)$ ?

- a) При стационарных линейных звеньях
- b) При всех линейных звеньях
- c) При любых звеньях.

Вопрос 4

Как выбирается область устойчивости при D-разбиении из претендентов на область устойчивости?

- a) Проверкой каждой из них.
- b) По определенному алгоритму.
- c) Любая из них является областью устойчивости.

Вопрос 5

С какой целью в систему включают последовательное пропорционально-интегрирующее звено?

- a) Подавления средних частот.
- b) Уменьшения точности.
- c) Уменьшения скорости.

Вопрос 6

Для каких систем можно применять критерий Вышнеградского?

- a) Не выше третьего порядка.
- b) Не выше второго порядка.
- c) Для всех систем.

Вопрос 7

Для каких систем применяется оценка точности при движении с постоянной скоростью?

- a) Для статических систем.
- b) Для всех систем.
- c) Для астатических, с астатизмом второго порядка и выше.
- d) Для астатических, с астатизмом первого порядка.

Вопрос 8

Какой эффект производит включение жесткой отрицательной обратной связи?

- a) Уменьшение порядка астатизма.
- b) Увеличение быстродействия.
- c) Уменьшение устойчивости.

Вопрос 9

Какими уравнениями описываются дискретные системы?

- a) Дифференциальными уравнениями



- b) Уравнениями в конечных разностях.
- c) Разностными и дифференциальными уравнениями.

#### Вопрос 10

Наличие каких режимов предполагает применение метода гармонической линейаризации?

- a) Наличие в системе сигнала, близкого к синусоидальному.
- b) Наличие в системе негармонического сигнала.
- c) Наличие в системе любого периодического сигнала.

#### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Определить управление  $u(t)$ , минимизирующее функционал  $I(u)$  с помощью метода динамического программирования

Лабораторная работа 2 Определить управление  $u(t)$ , минимизирующее функционал  $I(u)$  с помощью метода динамического программирования прийдя к системе трех нелинейных алгебраических уравнений

#### 14.1.5. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;
- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;
- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

#### 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

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

### **14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.