

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
 В.Ф. УТКИНА"**



## Оптимальные системы

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Автоматика и информационные технологии в управлении**

Учебный план 12.05.01\_20\_00.plx  
 Специальность 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы  
 специального назначения

Квалификация **инженер**

Форма обучения **очная**


Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	9 (5.1)		Итого	
	16			
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	32,25	32,25	32,25	32,25
Контактная работа	32,25	32,25	32,25	32,25
Сам. работа	67	67	67	67
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Бобиков Анатолий Иванович  \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Оптимальные системы**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - специалитет по специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения (приказ Минобрнауки России от 09.02.2018 г. № 93)

составлена на основании учебного плана:

Специальность 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения  
утвержденного учёным советом вуза от 30.01.2020 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Автоматика и информационные технологии в управлении**

Протокол от 04.06 2020 г. № 6

Срок действия программы: 2020-2021 уч.г.



---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры  
**Автоматика и информационные технологии в управлении**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры  
**Автоматика и информационные технологии в управлении**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры  
**Автоматика и информационные технологии в управлении**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры

**Автоматика и информационные технологии в управлении**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.1	Целями освоения дисциплины «Оптимальные системы» являются: дать студентам знания по основам математической теории управления, в том числе по теории автоматического управления, теории оптимального управления, теории нелинейных систем управления.
1.2	Задачи дисциплины: изучить основы математической теории управления, изучить основные методы теории оптимального управления, изучить свойства нелинейных систем управления, научиться ставить и решать оптимизационные задачи управления в области технических систем.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	ФТД
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Компьютерные технологии в обработке изображений
2.1.2	Методы машинного обучения
2.1.3	Предварительная обработка изображений
2.1.4	Цифровая схемотехника и программируемые логические схемы
2.1.5	Методы сжатия изображений
2.1.6	Специальные опико-электронные и информационно-измерительные системы
2.1.7	Микропроцессорные устройства систем управления
2.1.8	Опико-электронные системы
2.1.9	Основы цифровой обработки изображений
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Бортовые информационно-измерительные системы
2.2.2	Интеллектуальные системы управления
2.2.3	Математические методы формирования изображений
2.2.4	Методы локализации, позиционирования и навигации мобильных роботов
2.2.5	Нейросетевые системы управления
2.2.6	Тепловизионные системы
2.2.7	Технологии комплексирования информации в опико-электронных системах
2.2.8	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.9	Научно-исследовательская работа
2.2.10	Преддипломная практика
2.2.11	Производственная практика

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ПК-1: Способен проводить поиск и анализ научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по разработке оптических и опико-электронных приборов и комплексов</b>	
<b>ПК-1.1. Проводит поиск научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по разработке оптических и опико-электронных приборов и комплексов</b>	
<b>Знать</b> методы поиска научно-технической информации	
<b>Уметь</b> проводить поиск научно-технической информации по разработке оптических и опико-электронных приборов и комплексов	
<b>Владеть</b> информационными технологиями поиска научно-технической информации по разработке оптических и опико-электронных приборов и комплексов	
<b>ПК-1.2. Проводит анализ научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по разработке оптических и опико-электронных приборов и комплексов</b>	
<b>Знать</b> методы обработки и анализа научно-технической информации	
<b>Уметь</b> проводить обработку и анализ научно-технической информации по разработке оптических и опико-электронных приборов и комплексов	
<b>Владеть</b> информационными технологиями обработки и анализа научно-технической информации по разработке оптических и опико-электронных приборов и комплексов	

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	терминологию, основные понятия и определения, задачи и математические методы оптимальных систем управления.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	анализировать свойства оптимальных систем управления; использовать разнообразные алгоритмические, программные и технические средства для получения эффективных систем управления; выполнять расчет таких систем управления с применением компьютерных программных средств; находить оптимальные системы для выбранных критериев качества.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	арсеналом аналитических методов и алгоритмов оптимального управления с применением современных информационных технологий и типовых программных средств анализа и синтеза; навыками имитационного моделирования сложных систем управления с помощью персонального компьютера.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	<b>Раздел 1.</b>					
1.1	Математическое описание проблемы оптимального управления /Тема/	9	0			
1.2	/Лек/	9	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачёт
1.3	/Ср/	9	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачёт
1.4	Общая теория нелинейных систем управления /Тема/	9	0			
1.5	/Лек/	9	6	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачёт
1.6	/Ср/	9	12	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачёт
1.7	Динамическое программирование /Тема/	9	0			
1.8	/Лек/	9	8	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачёт

1.9	/Ср/	9	16	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачёт
1.10	Принцип максимума Понтрягина /Тема/	9	0			
1.11	/Лек/	9	8	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачёт
1.12	/Ср/	9	19	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачёт
1.13	Робастные системы управления /Тема/	9	0			
1.14	/Лек/	9	8	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачёт
1.15	/Ср/	9	16	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачёт
1.16	Подготовка к зачёту, иная контактная работа /Тема/	9	0			
1.17	Сдача зачёта /ИКР/	9	0,25			
1.18	Подготовка к зачёту /Зачёт/	9	8,75		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Оптимальные системы")

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Бобиков А.И.	Оптимальные и диссипативные нелинейные системы управления : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2014,	, <a href="https://elibr.ru/ebs/download/633">https://elibr.ru/ebs/download/633</a>

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.2	Дорф Р., Бишоп Р.	Современные системы управления	М.:Лаборатория Базовых Знаний, 2002, 831с.	5-93208-119-8, 4
Л1.3	Под ред.Яковлева В.Б.	Теория автоматического управления : Учеб.для вузов	М.:Выш.шк., 2003, 567с.	5-06-004096-8, 10
Л1.4	Бобиков А.И.	Субоптимальные нелинейные системы управления: метод расширенной линеаризации : учеб. пособие	Рязань, 2015, 108с.	40

#### 6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Бобиков А.И., Никитин А.М.	Проектирование систем управления в среде MATLAB : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2010,	, <a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2032">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2032</a>
Л2.2	Бобиков А.И.	Использование пакета Simulink/MATLAB для исследования систем управления (построение блок-схем) : Учеб.пособие	Рязань, 2003, 63с.	5-7722-0212-X, 36
Л2.3	Востриков А.С., Французова Г.А.	Теория автоматического регулирования : Учеб.пособие для вузов	М.:Выш.шк., 2004, 365с.	5-06-004686-9, 1
Л2.4	Бобиков А.И., Никитин А.М.	Проектирование линейных систем управления с SISO DESIGN TOOL/MATLAB : Учеб.пособие для вузов	Рязань, 2004, 88с.	5-7722-0212-X, 39

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Официальный интернет портал РГРТУ [электронный ресурс] <a href="http://www.rsreu.ru">http://www.rsreu.ru</a>
Э2	Образовательный портал РГРТУ [электронный ресурс]. - Режим доступа: по паролю.- <a href="https://edu.rsreu.ru">https://edu.rsreu.ru</a>
Э3	Электронная библиотека РГРТУ [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - по паролю. - <a href="http://elib.rsreu.ru/">http://elib.rsreu.ru/</a>
Э4	Электронно-библиотечная система IRPbooks [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - свободный, доступ из сети интернет- по паролю. - <a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
Э5	Электронно-библиотечная система «Лань» [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - свободный, доступ из сети интернет- по паролю. - <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

##### 6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
MATLAB R2010b	Бессрочно. Matlab License 666252

##### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
6.3.2.3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	445 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специальная мебель (54 посадочных места), компьютер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, мультимедиа проектор, экран, доска, колонки звуковые.
2	447 учебно-административный корпус. Помещение для самостоятельной работы обучающихся 10 компьютеров с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, учебный роботизированный стенд, видекамеры, сервер данных

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания дисциплины "Оптимальные системы")



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Ф. УТКИНА**

Кафедра «Автоматики и информационных технологий в управлении»

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

***ОПТИМАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ***

Специальность 12.05.01  
«Электронные и оптико-электронные приборы  
и системы специального назначения»

ОПОП  
«Оптико-электронные информационно-измерительные приборы и системы»

Квалификация выпускника – инженер

Формы обучения – очная

Рязань 2020 г.

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной профессиональной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной профессиональной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в ходе выполнения индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах. При оценивании результатов освоения практических занятий и лабораторных работ применяется шкала оценки «зачтено – не зачтено». Количество лабораторных и практических работ и их тематика определена рабочей программой дисциплины, утвержденной заведующим кафедрой.

Результат выполнения каждого индивидуального задания должен соответствовать всем критериям оценки в соответствии с компетенциями, установленными для заданного раздела дисциплины.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением экзамена.

Форма проведения экзамена – письменный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. После выполнения письменной работы обучающегося производится ее оценка преподавателем и, при необходимости, проводится теоретическая беседа с обучаемым для уточнения экзаменационной оценки.

## **Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний обучающихся проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся: на занятиях; по результатам выполнения контрольной работы; по результатам выполнения обучающимися индивидуальных заданий; по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов. При оценивании (определении) результатов освоения дисциплины применяется традиционная система (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используется компьютерное или бланковое тестирование.

По итогам курса обучающиеся сдают экзамен. Форма проведения – письменный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины.

## Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
1	2	3	4
1	<i>1-я тема</i> Математическое описание проблемы оптимального управления	ПК-1.1 ПК-1.2	Зачёт
2	<i>2-я тема</i> Общая теория нелинейных систем управления.	ПК-1.1 ПК-1.2	Зачёт
3	<i>3-я тема</i> Динамическое программирование	ПК-1.1 ПК-1.2	Зачёт
4	<i>4-я тема</i> Принцип максимума Понтрягина	ПК-1.1 ПК-1.2	Зачёт
5	<i>5-я тема</i> Робастные системы управления.	ПК-1.1 ПК-1.2	Зачёт

### Критерии оценивания компетенций (результатов)

В рамках текущего контроля на протяжении семестра в качестве оценочных средств используются устные и письменные ответы студентов на индивидуальные вопросы, письменное тестирование по теоретическим разделам курса, отчеты о выполнении практических заданий, отчеты о выполнении лабораторных работ и результаты их защиты.

Оценка степени формирования контролируемых компетенций у обучающихся на различных этапах их формирования проводится преподавателем во время лекций, практических занятий и лабораторных работ по шкале оценок «зачтено», «не зачтено».

Устанавливаются следующие уровни сформированности компетенций в рамках текущего контроля:

1) 0%-80% оценок «зачтено» соответствует неудовлетворительному уровню сформированности компетенций.

2) 81%-90% оценок «зачтено» соответствует пороговому уровню сформированности компетенций.

3) 91%-100% оценок «зачтено» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенций.

Уровень сформированности компетенций, оцененный в рамках текущего контроля, учитывается при прохождении промежуточной аттестации по данной дисциплине. Студенты, имеющие уровень сформированности компетенций ниже продвинутого, могут исправить свои оценки в установленном порядке.

## Типовые контрольные задания или иные материалы

### Вопросы к зачету по дисциплине

1. Введение: общее представление о теории управления.
2. Введение: вопросы оптимизации в теории управления.
3. Примеры содержательных задач о поиске экстремума интегрального функционала (аппроксимации, брахистохрона, минимальная поверхность вращения).
4. Понятие функционала. Функционалы в метрических и линейных пространствах.
5. Формализованные задачи вариационного исчисления. Пространство  $C^k[a, b]$ : норма, метрика, близость элементов. Классификация экстремумов.
6. Элементы дифференциального исчисления в ЛНП: производная по направлению, первая вариация функционала. Примеры.
7. Элементы дифференциального исчисления в ЛНП: дифференцируемость по Гато и Фреше. Дифференциал Фреше линейного непрерывного функционала.
8. Сильная дифференцируемость функционала  $\int_b^a F[x(t), \dot{x}(t), t] dt$ .
9. Условия локального экстремума функционалов в ЛНП.
10. Простейшая основная задача вариационного исчисления. Необходимое условие экстремума.
11. Основные леммы классического вариационного исчисления (Лагранжа, Дюбуа-Реймона).
12. Уравнение Эйлера (в двух формах).
13. Экстремали в регулярном и сингулярном случаях. Теорема Гильберта.
14. Случаи упрощения уравнений Эйлера. Примеры.
15. Простейшая вариационная задача с подвижными границами. Выражение для дифференциала по параметру.
16. Простейшая задача с подвижными границами. Необходимые условия экстремума для случая свободных границ и условия трансверсальности.
17. Экстремали с изломами. Условия Вейерштрасса - Эрдмана.
18. Простейшие задачи с ограничениями. Условия в точках сопряжения экстремалей и границ.
19. Вторая вариация функционала. Необходимое условие Лежандра.
20. Достаточные условия слабого относительного экстремума.
21. Достаточные условия сильного относительного экстремума.
22. Необходимые условия Вейерштрасса сильного относительного экстремума.
23. Принцип минимума в задачах на сильный экстремум.

24. Простейшая вариационная задача с несколькими неизвестными. Необходимое условие экстремума. Регулярные экстремали.
25. Каноническая форма системы дифференциальных уравнений Эйлера. Задача с угловыми точками и условия Вейерштрасса - Эрдмана.
26. Незакрепленные границы в задаче с  $n$  неизвестными функциями. Условия на свободных границах и условия трансверсальности.
27. Метод (правило) множителей Лагранжа в конечномерной задаче на условный экстремум.
28. Вариационная задача Лагранжа на условный экстремум.
29. Задача Лагранжа со связями в виде системы о.д.у.  $\dot{x}(t) = f(x, t)$ .

Частная ситуация с функционалом  $\int_b^a F[x(t), t] dt$ .

30. Метод (правило) множителей Лагранжа в изопериметрических задачах.
31. Задача об управлении ракетой как типовая задача теории оптимального управления.
32. Постановка простейшей задачи поиска оптимального программного управления и её сведение к вариационной задаче на условный экстремум.
33. Два пути решения простейшей задачи оптимального программного управления, как вариационной задачи на условный экстремум.
34. Классификация задач по типу функционала. О взаимосвязи задач Лагранжа, Майера и Больца.
35. Постановка задачи Больца о поиске оптимального программного управления. Необходимое условие экстремума по параметру  $\varepsilon$ .
36. Задача Больца о поиске оптимального программного управления. Необходимые условия экстремума.
37. Задача Больца о поиске оптимального программного управления. Каноническая форма необходимых условий экстремума.
38. Оптимальное демпфирование переходных процессов по отношению к функции. Задача об оптимальном быстродействии.
39. Связь задач оптимального демпфирования и минимизации интегральных функционалов.
40. Принцип Вейерштрасса. Игольчатая вариация управления. Формулировка и схема доказательства основной теоремы.
41. Принцип максимума. Формулировка теоремы. Сравнение с принципом Вейерштрасса по практическому применению

### **Типовые задания для самостоятельной работы**

#### **Перечень тем для самостоятельных работ под руководством преподавателя:**

1. Примеры формулировки задач оптимального управления технологическими объектами.

2. Задачи на минимум.
3. Основные этапы анализа и решения экстремальных задач.
4. Примеры использования необходимых условий оптимальности в задачах расчета оптимальных режимов работы технологических объектов.
5. Примеры задач с дискретно изменяющимся аргументом и условия оптимальности.
6. Использование экстремальных принципов для построения математических моделей.
7. Особенности и регуляризация экстремальной задачи построения моделей процессов.
8. Достаточные условия оптимальности в задаче оптимального управления.
9. Примеры решения задач оптимизации систем различной структуры.
10. Примеры использования принципа максимума.
11. Понятие о вариационном подходе к проблеме инвариантности.

### **Перечень тем для самостоятельных работ:**

1. Численные методы решения задачи нелинейного программирования, основанные на ее линейной аппроксимации.
2. Численные методы решения задачи нелинейного программирования, основанные на достаточных условиях оптимальности.
3. Некорректность и регуляризация постановки задачи оптимизации.
4. Задачи нелинейного программирования в среднем.
5. Функция достижимости и достаточные условия оптимальности задачи нелинейного программирования.
6. Примеры и алгоритмы решения целочисленных задач оптимизации.
7. Принцип максимума в модульной форме и примеры его использования.
8. Декомпозиция оптимальных задач.
9. Итеративные алгоритмы усреднения.
10. О решениях экстремальных задач, содержащих импульсное составляющие.
11. Экстремальные задачи с разрывными экстремальными.
12. Экстремальные задачи с интегральными ограничениями.
13. Определение уравнения оптимального регулятора в случае объекта первого порядка.

### **Лабораторный практикум**

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела дисциплины</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Трудоемкость, час</b>
1	2	Исследование нелинейных систем автоматического управления методом фазовой плоскости	4
2	3	СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНЫХ ПО БЫСТРОДЕЙСТВИЮ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНЦИПА МАКСИМУМА	4
3	4	СИНТЕЗ И АНАЛИЗ ОПТИМАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО	4

		ПРОГРАММИРОВАНИЯ	
4	5	ИССЛЕДОВАНИЕ РОБАСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И РОБАСТНОГО КАЧЕСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	4

## СПИСОК

### заданий на проверку знание основ оптимальных систем управления

1. Какие системы управления называются оптимальными?
2. Что называется критерием оптимальности?
3. Сформулируйте задачу синтеза оптимальной системы.
4. Какие системы управления называются оптимальными по быстродействию?
5. Сформулируйте принцип максимума Понтрягина.
6. В чем заключается сущность определения оптимального управления на основе принципа максимума Понтрягина?
7. Что такое оптимальная автоматическая система управления?
8. Что такое ограничение, краевые условия и критерий оптимальности?
9. Как ставится задача синтеза оптимальной автоматической системы управления?
10. Как формулируется принцип оптимальности?
11. Как записывается уравнение Беллмана и что оно выражает?
12. Как определяется оптимальный алгоритм управления линейным объектом с интегральным квадратичным критерием оптимальности?
13. В чем особенности задач оптимизации по точности?
14. Сформулируйте основные этапы синтеза оптимального управления в стационарных линейных системах.
15. Запишите алгебраическое уравнение Риккати.
16. Как осуществляется выбор оптимального алгоритма управления, соответствующего решению уравнения Риккати?
17. Как формулируется задача вариационного исчисления с фиксированными границами и фиксированным временем?
18. Запишите уравнение Эйлера для классической вариационной задачи.
19. Какой вид имеет уравнение Эйлера – Пуассона и для каких задач вариационного исчисления рекомендуется его использование?
20. Какая кривая называется экстремальной?
21. Сформулируйте условие Лежандра.



## Задания на самостоятельную подготовку

Для задач 1 – 25 вывести краевую задачу принципа максимума и решить ее, если это возможно.

В задачах 1 – 18 состояние  $x(t)$  и управление  $u(t)$  скалярные функции; в задачах 19 – 25 управление  $u(t)$  скалярное, состояние  $x(t) = (x_1(t), x_2(t))^T \in E^2$ .

1.  $\frac{dx}{dt} = -2x(t) + u(t), t \in [0; 1],$

$$x(0) = 1,$$

$$J(x, u) = \int_0^1 (x^2(t) + u^2(t)) dt \rightarrow \min.$$

2.  $\frac{dx}{dt} = x(t) + u(t), t \in [0; 1],$

$$x(0) = 2,$$

$$J(x, u) = \int_0^1 (2x^2(t) + u^2(t)) dt \rightarrow \min.$$

3.  $\frac{dx}{dt} = 4x(t) + 2u(t), t \in [0; 2],$

$$x(0) = 0,$$

$$J(x, u) = \int_0^2 (x^2(t) + u^2(t)) dt + \frac{1}{2} x^2(2) \rightarrow \min.$$

4.  $\frac{dx}{dt} = x(t) + 3u(t), t \in [0; 2],$

$$x(0) = 0,$$

$$J(x, u) = \int_0^2 (4x(t) + u^2(t)) dt + 2x(2) \rightarrow \min.$$

5.  $\frac{dx}{dt} = u(t), t \in [0;1],$   
 $x(0) = 2,$   
 $|u(t)| \leq 1,$   
 $J(x, u) = x^2(1) \rightarrow \min .$
6.  $\frac{dx}{dt} = u(t), t \in [0;1],$   
 $x(1) = 3,$   
 $|u(t)| \leq 2,$   
 $J(x, u) = \int_0^1 x^2(t) dt \rightarrow \min .$
7.  $\frac{dx}{dt} = u(t), t \in [0;4],$   
 $x(0) = a,$   
 $|u(t)| \leq 1,$   
 $J(x, u) = \int_0^4 (x(t) + u(t)) dt \rightarrow \min .$
8.  $\frac{dx}{dt} = u(t), t \in [-\pi; \pi],$   
 $x(-\pi) = 0,$   
 $|u(t)| \leq 1,$   
 $J(x, u) = \int_{-\pi}^{\pi} x(t) \sin t dt \rightarrow \min .$
9.  $\frac{dx}{dt} = u(t), t \in [0;4],$   
 $x(4) = 0,$   
 $|u(t)| \leq 1,$   
 $J(x, u) = \int_0^4 (x(t) + u(t)) dt \rightarrow \min .$

$$10. \frac{dx}{dt} = u(t), \quad t \in [0; 2],$$

$$x(0) = 0, \quad x(2) = 0,$$

$$J(x, u) = \int_0^2 (x(t) + u^2(t)) dt \rightarrow \min.$$

$$11. \frac{dx}{dt} = 3x(t) + 2u(t), \quad t \in [0; 4],$$

$$x(0) = 0,$$

$$J(x, u) = \int_0^4 (-x(t) + u^2(t) + 2u(t)) dt + 2x(4) \rightarrow \min.$$

$$12. \frac{dx}{dt} = x(t) + 2u(t), \quad t \in [0; 4],$$

$$x(0) = 0,$$

$$J(x, u) = \int_0^4 (2x^2(t) + u^2(t) + u(t)) dt \rightarrow \min.$$

$$13. \frac{dx}{dt} = x(t) - u(t), \quad t \in [0; 4],$$

$$x(0) = 1, \quad 0 \leq u(t) \leq 4,$$

$$J(x, u) = \int_0^4 (x(t) + u^2(t)) dt \rightarrow \min.$$

$$14. \frac{dx}{dt} = 2x(t) + u(t), \quad t \in [0; 4],$$

$$x(0) = 1, \quad |u(t)| \leq 1,$$

$$J(x, u) = \int_0^4 (x(t) + 5u(t)) dt - 2x(4) \rightarrow \min.$$

$$15. \frac{dx}{dt} = x(t) + 2u(t), \quad t \in [0; 3],$$

$$x(0) = \frac{1}{2},$$

$$0 \leq u(t) \leq 1,$$

$$J(x, u) = \int_0^3 (x(t) - 6u(t)) dt - 2x(3) \rightarrow \min.$$

16.  $\frac{dx}{dt} = x(t) + u(t), \quad t \in [0;3],$   
 $x(0) = 1, \quad |u(t)| \leq 1,$   
 $J(x,u) = \int_0^3 (-4x(t) + 2u^2(t)) dt + x(3) \rightarrow \min.$
17.  $\frac{dx}{dt} = x(t) + u(t), \quad t \in [0;10],$   
 $x(0) = 1,$   
 $|u(t)| \leq 2,$   
 $J(x,u) = \int_0^{10} (x(t) + u^2(t) + 2u(t)) dt - 3x(10) \rightarrow \min.$
18.  $\frac{dx}{dt} = -x(t) - u(t), \quad t \in [0;5],$   
 $x(0) = 1, \quad x(5) = -2,$   
 $J(x,u) = \int_0^5 (-x(t) + u^2(t)) dt \rightarrow \min.$
19.  $\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2(t) - u(t), \\ \frac{dx_2}{dt} = x_1(t) + u(t), \end{cases} \quad t \in [0;3],$   
 $x_1(0) = 2, \quad x_2(0) = 0,$   
 $|u(t)| \leq 2,$   
 $J(x,u) = \int_0^3 (x_1(t) + x_2(t) + 2u(t)) dt - x_2(3) \rightarrow \min.$
20.  $\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = -x_2(t), \\ \frac{dx_2}{dt} = x_1(t) + 2u(t), \end{cases} \quad t \in [0;4],$   
 $x_1(0) = 2, \quad x_2(0) = 1,$   
 $-1 \leq u(t) \leq 2,$   
 $J(x,u) = \int_0^4 u(t) dt + x_2(4) \rightarrow \min.$

$$21. \begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2(t), \\ \frac{dx_2}{dt} = u(t), \end{cases} \quad t \in [0;1],$$

$$x_1(0) = 0, x_2(0) = 0,$$

$$|u(t)| \leq 2,$$

$$J(x,u) = \int_0^1 x_1(t) dt \rightarrow \min.$$

$$22. \begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2(t), \\ \frac{dx_2}{dt} = u(t), \end{cases} \quad t \in [0;1],$$

$$x_1(1) = 0, x_2(1) = 0,$$

$$|u(t)| \leq 1,$$

$$J(x,u) = \int_0^1 x_1(t) dt \rightarrow \min.$$

$$23. \begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2(t), \\ \frac{dx_2}{dt} = u(t), \end{cases} \quad t \in [0;1],$$

$$x_1(0) = 0, x_2(1) = 0,$$

$$|u(t)| \leq 2,$$

$$J(x,u) = \int_0^1 x_1(t) dt \rightarrow \min.$$

$$24. \begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2(t), \\ \frac{dx_2}{dt} = -x_1(t) + u(t), \end{cases} \quad t \in [0;T],$$

$$x_1(0) = x_{01}, x_2(0) = x_{02},$$

$$J(x,u) = \int_0^T u^2(t) dt \rightarrow \min.$$

$$25. \begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2(t), \\ \frac{dx_2}{dt} = -x_1(t) + u(t), \end{cases} \quad t \in [0; T],$$

$$x_1(0) = x_{01}, x_2(0) = x_{02},$$

$$J(x, u) = x_1^2(T) + x_2^2(T) \rightarrow \min.$$

26. Составить задачу Коши – Беллмана для следующей задачи оптимального управления:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x(t) + K(t)u(t) + f(t), t \in [0, T],$$

$$x(0) = x_0, \quad x(t) \in E^n, \quad u(t) \in E^r,$$

$$|u_i(t)| \leq 1, \quad i = 1, \dots, r,$$

$$J(x, u) = \int_0^T x^2(t) dt \rightarrow \min,$$

где  $A(t), K(t), f(t)$  – заданные матрицы.

27. Решить предыдущую задачу, заменив функционал на

$$J(x, u) = (c, x(T)),$$

где  $c = (c_1, \dots, c_n)$  – заданный вектор.

28. Решить предыдущую задачу, заменив функционал на  $J(x, u) = x^2(T)$ .

Для задач 29 – 35 найти функцию Беллмана

$$29. \frac{dx}{dt} = -x(t) + u(t), \quad t \in [0, T],$$

$$x(0) = x_0,$$

$$J(x, u) = \int_0^T (x^2(t) + u^2(t)) dt \rightarrow \min.$$

$$30. \frac{dx}{dt} = u(t), \quad t \in [0, T],$$

$$x(0) = x_0,$$

$$J(x, u) = \frac{1}{2} \int_0^T u^2(t) dt + x^2(T) \rightarrow \min.$$

$$31. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= ax(t) + bu(t), t \in [t_0, t_1], \\ x(t_0) &= x_0, \\ J(x, u) &= \int_{t_0}^{t_1} [(x - c)^2 + u^2] dt \rightarrow \min, \end{aligned}$$

где  $a, b, c$  – заданные числа.

$$32. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= u(t), t \in [0, T], \\ x(0) &= x_0, \\ |u(t)| &\leq 1, t \in [0, T], \\ J(x, u) &= x^2(T) \rightarrow \min. \end{aligned}$$

$$33. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= u(t), t \in [0, T], \\ x(0) &= x_0, \\ |u(t)| &\leq 1, t \in [0, T], \\ J(x, u) &= \int_0^T x^2(t) dt \rightarrow \min. \end{aligned}$$

$$34. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \sqrt{u(t)}, t \in [t_0, t_1], \\ x(t_0) &= x_0, \\ 0 \leq u(t) &\leq 1, t \in [t_0, t_1]. \\ J(x, u) &= \int_{t_0}^{t_1} (-x(t) + u(t)) dt \rightarrow \min. \end{aligned}$$

$$35. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= A(t)x(t) + C(u(t), t), t \in [0, T], \\ x(0) &= x_0, \\ u(t) &\in V(t), \\ J(x, u) &= \frac{1}{2} \int_0^T [(a(t), x(t)) + b(u(t), t)] dt + (c, x(T)) \rightarrow \min, \end{aligned}$$

где  $A(t)$  – заданная  $n \times n$ -матрица,  $C(u, t)$ ,  $a(t)$  – заданные  $n$ -мерные функции,  $b(u, t)$  – скалярная функция,  $x_0, c$  –  $n$ -векторы,  $V(t)$  – заданные множества  $m$ -мерного пространства.

*Указание.* Функцию Беллмана искать в виде многочлена первой степени переменных  $x = (x_1, \dots, x_n)$ :  $\psi(x, t) = (\varphi(t), x)$ .

**СПИСОК**  
**тестов на проверку знание**  
**основ оптимальных систем управления**

1. Модель управляемой системы с тремя входами и двумя выходами имеет вид:

$$\text{а) } \begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(x_1(t), x_2(t), u_1(t), u_2(t)) \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(x_1(t), x_2(t), u_1(t), u_2(t)) \end{cases};$$

$$\text{б) } \frac{dx}{dt} = f(x(t), u_1(t), u_2(t));$$

$$\text{в) } \begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(x_1(t), x_2(t), u_1(t), u_2(t), u_3(t)) \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(x_1(t), x_2(t), u_1(t), u_2(t), u_3(t)) \end{cases};$$

$$\text{г) } \begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(x_1(t), x_2(t), x_3(t), u_1(t), u_2(t)) \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(x_1(t), x_2(t), x_3(t), u_1(t), u_2(t)) \\ \frac{dx_3}{dt} = f_3(x_1(t), x_2(t), x_3(t), u_1(t), u_2(t)) \end{cases}.$$

2. Линейная нестационарная автономная система управления имеет вид:

$$\text{а) } \frac{dx}{dt} = A(t)x(t) + b(u(t)) + \varphi(t);$$

$$\text{б) } \frac{dx}{dt} = Ax(t) + Bu(t);$$

$$\text{в) } \frac{dx}{dt} = A(t)x(t) + Bu(t);$$

$$\text{г) } \frac{dx}{dt} = f(x(t)) + B(t)u(t).$$



$$\text{г) } \frac{dx}{dt} = f(x(t)) + B(t)u(t).$$

3. Линейная стационарная система управления имеет вид:

$$\text{а) } \frac{dx}{dt} = Ax(t) + Bu(t);$$

$$\text{б) } \frac{dx}{dt} = Ax(t) + bu^2(t);$$

$$\text{в) } \frac{dx}{dt} = Ax(t) + B(t)u(t);$$

$$\text{г) } \frac{dx}{dt} = Ax(t) + b(u(t)).$$

4. Решение задачи Коши  $\frac{dx}{dt} = Ax(t) + Bu(t)$ ,  $x(t_0) = x_0$ ,  $t \in [t_0, t_1]$  можно найти по формуле:

$$\text{а) } x(t) = \int_0^t e^{A(t-\tau)} Bu(\tau) d\tau;$$

$$\text{б) } x(t) = e^{A(t-t_0)} x_0 + \int_{t_0}^t e^{A(t-\tau)} Bu(\tau) d\tau;$$

$$\text{в) } x(t) = e^{At} x_0 + \int_0^{t_1} e^{A(t-\tau)} Bu(\tau) d\tau;$$

$$\text{г) } x(t) = \int_{t_0}^t e^{A(t-\tau)} Bu(\tau) d\tau.$$

5. ЗОУ для линейной системы со свободным правым концом и ограничением на управление имеет вид:

$$\text{а) } \frac{dx}{dt} = Ax(t) + Bu(t),$$

$$x(t_0) = x_0,$$

$$u(t) \in U,$$

$$J(x, u) \rightarrow \min;$$

$$\text{б) } \frac{dx}{dt} = f(x(t)) + Bu(t),$$

$$x(t_0) = x_0,$$

$$J(x, u) \rightarrow \min;$$

$$J(x, u) \rightarrow \min;$$

$$\text{в) } \frac{dx}{dt} = Ax(t) + Bu(t),$$

$$x(t_1) = x_1,$$

$$u(t) \in U,$$

$$J(x, u) \rightarrow \min;$$

$$\text{г) } \frac{dx}{dt} = f(x(t), u(t)),$$

$$x(t_0) = x_0, \quad x(t_1) = x_1,$$

$$J(x, u) \rightarrow \min.$$

6. ЗОУ для нелинейной системы с закрепленными концами имеет вид:

$$\text{а) } \frac{dx}{dt} = f(x(t), u(t), t),$$

$$x(t_0) = x_0,$$

$$J(x, u) \rightarrow \min;$$

$$\text{б) } \frac{dx}{dt} = Ax(t) + b(u(t)),$$

$$x(t_0) = x_0, \quad x(t_1) = x_1,$$

$$u(t) \in U,$$

$$J(x, u) \rightarrow \min;$$

$$\text{в) } \frac{dx}{dt} = f(x(t)) + Bu(t),$$

$$x(t_0) = x_0,$$

$$u(t) \in U,$$

$$J(x, u) \rightarrow \min;$$

$$\text{г) } \frac{dx}{dt} = f(x(t)) + Bu(t),$$

$$x(t_0) = x_0, \quad x(t_1) = x_1,$$

$$J(x, u) \rightarrow \min.$$

7. ЗОУ для линейной системы с фазовым ограничением и подвижными концами имеет вид:

$$\text{a) } \frac{dx}{dt} = A(t)x(t) + B(t)u(t),$$

$$x(t_0) \in X_0, x(t_1) \in X_1,$$

$$x(t) \geq 0,$$

$$J(x, u) \rightarrow \min;$$

$$\text{б) } \frac{dx}{dt} = Ax(t) + Bu(t),$$

$$x(t_0) \in X_0, x(t_1) \in X_1,$$

$$u(t) \geq 0,$$

$$J(x, u) \rightarrow \min;$$

$$\text{в) } \frac{dx}{dt} = A(t)x(t) + b(u(t)),$$

$$x(t_0) = x_0, x(t_1) = x_1,$$

$$x(t) \geq 0,$$

$$J(x, u) \rightarrow \min;$$

$$\text{г) } \frac{dx}{dt} = f(x(t)) + b(u(t)),$$

$$x(t_0) \in X_0, x(t_1) = x_1,$$

$$J(x, u) \rightarrow \min.$$

8. Задача терминального управления для линейной дискретной системы с фазовыми ограничениями имеет вид:

$$\text{a) } x(t+1) = Ax(t) + Bu(t), \quad t = 0, \dots, T-1,$$

$$x(0) = x_0,$$

$$u(t) \in U,$$

$$J(x, u) = \varphi(x(T)) \rightarrow \min;$$

$$\text{б) } x(t+1) = f(x(t), u(t)), \quad t = 0, \dots, T-1,$$

$$x(\tau) = x_1,$$

$$g(x(t)) \leq 0,$$

$$J(x, u) = f(x(T)) \rightarrow \min;$$

$$\text{в) } x(t+1) = Ax(t) + Bu(t), \quad t = 0, \dots, T-1,$$

$$x(0) = x_0, x(t_1) = x_1,$$

$$x(t) \geq 0,$$

$$J(x, u) = L(x(T)) \rightarrow \min;$$

$$\text{г) } \frac{dx}{dt} = Ax(t) + Bu(t), \quad t \in [t_0, t_1],$$

$$x(0) = x_0,$$

$$x(t) \leq 0,$$

$$J(x, u) = \varphi(x(t_1)) \rightarrow \min.$$

9. ЗОУ для линейной системы с закрепленным правым концом и терминальным критерием качества имеет вид:

$$\text{а) } \frac{dx}{dt} = Ax(t) + b(u(t)),$$

$$x(t_0) = x_0,$$

$$J(x, u) = \int_{t_0}^{t_1} f(x(t), u(t)) dt \rightarrow \min z;$$

$$\text{б) } \frac{dx}{dt} = Ax(t) + bu(t),$$

$$x(t_1) = x_1,$$

$$J(x, u) = \Phi(x(t_0), x(t_1)) \rightarrow \min;$$

$$\text{в) } \frac{dx}{dt} = A(x(t)) + Bu(t),$$

$$x(t_0) = x_0, \quad x(t_1) = x_1,$$

$$J(x, u) = \varphi(x(t_1)) \rightarrow \min;$$

$$\text{г) } \frac{dx}{dt} = Ax(t) + Bu(t),$$

$$x(t_0) \in X_0, \quad x(t_1) \in X_1,$$

$$J(x, u) = \varphi(x(t_1)) \rightarrow \min.$$

10. Пусть  $X$  – объем выпуска в единицу времени,  $C$  – интенсивность потребления. Балансовое соотношение Леонтьева имеет вид:

$$\text{а) } X = aX + b \frac{dX}{dt} + C;$$

$$\text{б) } C = \frac{a}{X} + b \frac{dX}{dt} + X;$$

$$\text{в) } aX = X - b \frac{dX}{dt} + C;$$

$$\text{г) } \frac{dX}{dt} = aX(t) + \frac{b(t)}{C(t)}.$$

11. Критерий качества в оптимизационной модели Леонтьева имеет вид:

$$\text{а) } \alpha \int_{t_0}^{t_1} e^{-\delta t} C(t) dt;$$

$$\text{б) } \alpha \int_{t_0}^{t_1} e^{-\delta t} X(t) dt + \beta X(t_1);$$

$$\text{в) } \int_{t_0}^{t_1} (C(t) + X(t)) dt;$$

$$\text{г) } \alpha \int_{t_0}^{t_1} e^{-\delta t} C(t) dt + \beta X(t_1).$$

12. Пусть  $K(t)$  – величина ОПФ в году  $t$ ,  $V(t)$  – интенсивность ввода новых ОПФ в отрасли. Модель роста ОПФ отрасли имеет вид:

$$\text{а) } \frac{dK(t)}{dt} = -\mu K(t) + V(t);$$

$$\text{б) } \frac{dV}{dt} = K(t) + \mu V(t);$$

$$\text{в) } \frac{dK(t)}{dt} = K(t) + \mu V(t);$$

$$\text{г) } \frac{dV}{dt} = -\mu K(t) + V(t).$$

13. Сопряженная система для линейной стационарной системы имеет вид:

$$\text{а) } \frac{d\psi}{dt} = A\psi(t) + Bu(t);$$

$$\text{б) } \frac{d\psi}{dt} = -A^T \psi(t)$$

$$\text{в) } \frac{dx}{dt} = A^T x(t)$$

$$\text{г) } \frac{d\psi}{dt} = A\psi(t).$$

14. Функционал Гамильтона для линейной стационарной системы имеет вид:

- а)  $H(x, u, \psi) = A\psi + Bu$ ;
- б)  $H(x, u, \psi) = (\psi, Ax) + Bu$ ;
- в)  $H(x, u, \psi) = \psi(Ax + Bu)$ ;
- г)  $H(x, u, \psi) = (\psi, Ax + Bu)$ .

15. Определить функцию Гамильтона для ЗОУ

$$\frac{dx}{dt} = -x(t) + u(t), \quad t \in [0, T],$$

$$x(0) = x_0,$$

$$J(x, u) = \frac{1}{2} \int_0^T (x^2(t) + u^2(t)) dt + bx(T) \rightarrow \min :$$

- а)  $\psi x + u - \frac{x^2}{2} - \frac{u^2}{2}$ ;
- б)  $\psi(x - u) - \frac{x^2}{2} - \frac{u^2}{2}$ ;
- в)  $-\psi x + \psi u + x^2 + u^2$ ;
- г)  $\psi(-x + u) - \frac{x^2}{2} - \frac{u^2}{2}$ .

16. Записать сопряженное уравнение для ЗОУ

$$\frac{dx}{dt} = -x(t) + u(t), \quad t \in [0, T],$$

$$x(0) = x_0,$$

$$J(x, u) = \frac{1}{2} \int_0^T (x^2(t) + u^2(t)) dt + bx(T) \rightarrow \min :$$

- а)  $\frac{dx}{dt} = x(t) - u(t)$ ;
- б)  $\frac{d\psi}{dt} = \psi(t) + x(t)$ ;
- в)  $\frac{d\psi}{dt} = -\psi(t) - x(t)$ ;
- г)  $\frac{d\psi}{dt} = x(t)$ .

17. Краевая задача принципа максимума для ЗОУ

$$\frac{dx}{dt} = -x(t) + u(t), \quad t \in [0, T],$$

$$x(0) = x_0,$$

$$J(x, u) = \frac{1}{2} \int_0^T (x^2(t) + u^2(t)) dt + bx(T) \rightarrow \min$$

ИМЕЕТ ВИД:

$$\text{а) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = -x(t) + \psi(t) \\ \frac{d\psi}{dt} = \psi(t) + x(t) \quad ; \\ x(0) = x_0, \psi(T) = -b \end{cases}$$

$$\text{б) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x(t) - \psi(t) \\ \frac{d\psi}{dt} = \psi(t) - x(t) \quad ; \\ x(0) = x_0, \psi(T) = -b \end{cases}$$

$$\text{в) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = -x(t) + \psi(t) \\ \frac{d\psi}{dt} = \psi(t) + x(t) \quad ; \\ x(0) = x_0, \psi(T) = 0 \end{cases}$$

$$\text{г) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x(t) + \psi(t) \\ \frac{d\psi}{dt} = -\psi(t) - x(t) \quad . \\ x(0) = x_0, \psi(T) = -b \end{cases}$$

18. Определить функцию Гамильтона для ЗОУ

$$\frac{dx}{dt} = u(t), \quad t \in [0, T],$$

$$x(0) = x_0,$$

$$J(x, u) = \int_0^T x(t) \sin t dt :$$

а)  $\psi x + \psi \sin t$  ;

б)  $\psi x + \psi u - x \sin t$  ;

в)  $\psi u - x \sin t$ ;

г)  $\psi u + \psi \sin t$ .

19. Найти сопряженное уравнение для ЗОУ

$$\frac{dx}{dt} = u(t), \quad t \in [0, T],$$

$$x(0) = x_0,$$

$$J(x, u) = \int_0^T x(t) \sin t dt :$$

а)  $\frac{d\psi}{dt} = \cos t$ ;

б)  $\frac{d\psi}{dt} = \sin t$ ;

в)  $\frac{d\psi}{dt} = x(t) + \sin t$ ;

г)  $\frac{d\psi}{dt} = x(t) + u(t)$ .

20. Определить условия трансверсальности для ЗОУ

$$\frac{dx}{dt} = u(t), \quad t \in [0, T],$$

$$x(0) = x_0,$$

$$J(x, u) = \int_0^T x(t) \sin t dt :$$

а)  $\psi(T) = 2$ ;

б)  $\psi(T) = 0$ ;

в)  $\psi(T) = 0$ ;

г)  $x(T) = 0$ .

21. Найти зависимость оптимального управления  $\hat{u}(t)$  от сопряженной переменной в ЗОУ

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -2x(t) + u(t), & x(0) = 1, \quad t \in [0, 1] \\ J(x, u) = \int_0^1 (x^2(t) + u^2(t)) dt \rightarrow \min \end{cases} :$$

а)  $\hat{u} = \psi$ ;

б)  $\hat{u} = 2\psi$ ;



$$\text{в) } \hat{u} = \frac{\Psi}{2};$$

$$\text{г) } \hat{u} = \Psi + 1.$$

22. Найти зависимость оптимального управления  $\hat{u}(t)$  от сопряженной переменной в ЗОУ

$$\frac{dx}{dt} = x(t) + u(t), t \in [0,1],$$

$$x(0) = 2,$$

$$J(x, u) = \int_0^1 (2x^2(t) + u^2(t)) dt \rightarrow \min:$$

$$\text{а) } \hat{u} = -\Psi;$$

$$\text{б) } \hat{u} = \frac{\Psi}{2};$$

$$\text{в) } \hat{u} = -\frac{\Psi}{2};$$

$$\text{г) } \hat{u} = 3\Psi.$$

23. Найти зависимость оптимального управления  $\hat{u}(t)$  от сопряженной переменной в ЗОУ

$$\frac{dx}{dt} = 4x(t) + 2u(t), t \in [0,2],$$

$$x(0) = 0,$$

$$J(x, u) = \int_0^2 (x^2(t) + u^2(t)) dt + \frac{1}{2}x^2(2) \rightarrow \min:$$

$$\text{а) } \hat{u} = \Psi;$$

$$\text{б) } \hat{u} = -\Psi;$$

$$\text{в) } \hat{u} = \frac{\Psi}{2};$$

$$\text{г) } \hat{u} = \frac{2}{3}\Psi.$$

24. Найти зависимость оптимального управления  $\hat{u}(t)$  от сопряженной переменной в ЗОУ

$$\frac{dx}{dt} = x(t) + 3u(t), t \in [0,2],$$

$$x(0) = 0,$$

$$J(x, u) = \int_0^2 (4x + u^2(t)) dt + 2x(2) \rightarrow \min:$$

$$\text{а) } \hat{u} = \frac{\psi}{2};$$

$$\text{б) } \hat{u} = \frac{3}{2}\psi;$$

$$\text{в) } \hat{u} = \psi - 1;$$

$$\text{г) } \hat{u} = \psi.$$

25. Найти зависимость оптимального управления  $\hat{u}(t)$  от сопряженной переменной в ЗОУ

$$\frac{dx}{dt} = u(t), \quad x(0) = 2, \quad t \in [0,1],$$

$$|u(t)| \leq 1,$$

$$J(x, u) = x^2(1) \rightarrow \min:$$

$$\text{а) } \hat{u} = \psi - 1;$$

$$\text{б) } \hat{u} = \psi + 1;$$

$$\text{в) } \hat{u} = \begin{cases} 1, & \psi > 1 \\ -1, & \psi < 1 \end{cases};$$

$$\text{г) } \hat{u} = \begin{cases} 1, & \psi > 0 \\ -1, & \psi < 0 \end{cases}.$$

26. Найти зависимость оптимального управления  $\hat{u}(t)$  от сопряженной переменной в ЗОУ

$$\frac{dx}{dt} = u(t), \quad x(1) = 3, \quad t \in [0,1],$$

$$|u(t)| \leq 2,$$

$$J(x, u) = \int_0^1 x^2 dt:$$

$$\text{а) } \hat{u} = \begin{cases} 2, & \psi > 0 \\ -2, & \psi < 0 \end{cases};$$

$$\text{б) } \hat{u} = \begin{cases} 3, & \psi > 0 \\ -3, & \psi < 0 \end{cases};$$

$$\text{в) } \hat{u} = \begin{cases} 2, & \psi > 1 \\ -2, & \psi < 1 \end{cases};$$

**СПИСОК**  
**простых тестов на проверку знание**  
**основ оптимальных систем управления**

**1. Математическая модель объекта управления.**

- А. Математическое описание реального объекта, адекватной задачи, которая анализируется. +
- Б. Вес объекта.
- В. Габариты объекта.
- Г. Стоимость объекта

**2. Переменные состояния управляемого процесса, системы.**

- А. Совокупность координат, которые однозначно определяют текущее состояние системы. +
- Б. Координаты вектора скорости объекта.
- В. Координаты вектора положения объекта.
- Г. Координаты вектора ускорения объекта.

**3. Метод пространства состояния.**

- А. Метод, в котором математическая модель дана в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка (в форме Коши). +
- Б. Метод, в котором математическая модель дана в виде дифференциального уравнения  $n$ -го порядка.
- В. Метод исследования устойчивости динамических систем.
- Г. Метод анализа переходного процесса системы управления.

**4. Траектория движения системы.**

- А. Ускорение объекта.
- Б. Эволюция координат, которые характеризуют вектор состояния системы. +
- В. Скорость объекта.
- Г. Вектор состояния системы в текущий момент.

**5. Допустимая траектория движения системы**

- А. Траектория, параметры движения которой находятся в допустимой области в любой момент. +
- Б. Любая траектория.
- В. Только оптимальная траектория.
- Г. Любая оптимальная траектория.

### **6. Оптимальная траектория системы управления.**

- А. Допустимая траектория, которая соответствует оптимальному закону управления +
- Б. Любая траектория.
- В. Любая допустимая траектория.
- Г. Траектория при терминальном управлении

### **7. Закон управления.**

- А. Траектория движения системы.
- Б. Функция управления, аргументом которой является время или вектор состояния системы. +
- В. Любая функция управления системой
- Г. Допустимая траектория движения системы.

### **8. Допустимое управления.**

- А. Закон управления, который на интервале управления соответствует заданным ограничением. +
- Б. Любое управление.
- В. Только оптимальное управление.
- Г. Только программное управление.

### **9. Оптимальный закон управления.**

- А. Любое управления.
- Б. Только программное управление.
- В. Допустимый закон управления, которому соответствует оптимальный показатель качества. +
- Г. Любое допустимое управление.

### **10. Оптимальная программа управления.**

- А. Оптимальной закон управления в разомкнутой системе, который соответствует фиксированному начальному значению вектора состояния системы и является функцией времени.
- Б. Закон, который учитывает текущее состояние системы.
- В. Оптимальный закон управления замкнутой системой. +
- Г. Любая допустимая программа управления.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Ф. УТКИНА**

Кафедра «Автоматики и информационных технологий в управлении»

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

***ОПТИМАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ***

Специальность 12.05.01  
«Электронные и оптико-электронные приборы  
и системы специального назначения»

**ОПОП**

«Оптико-электронные информационно-измерительные приборы и системы»

Квалификация выпускника – инженер

Формы обучения – очная

Рязань 2020

## **Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

Перед началом изучения дисциплины студенту необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале РГРТУ и сайте кафедры.

## **Методические рекомендации студентам по работе над конспектом лекции**

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств.

Перед каждой лекцией студенту необходимо просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы.

Перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Во время лекции студенты должны не только внимательно воспринимать действия преподавателя, но и самостоятельно мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета. Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т. д.), которые использует преподаватель.

Слушая лекцию, нужно из всего получаемого материала выбирать и записывать самое главное. Следует знать, что главные положения лекции преподаватель обычно выделяет интонацией или повторяет несколько раз. Именно поэтому предварительная подготовка к лекции позволит студенту

уловить тот момент, когда следует перейти к конспектированию, а когда можно просто внимательно слушать лекцию. В связи с этим нелишне перед началом сессии еще раз бегло просмотреть учебники или прежние конспекты по изучаемым предметам. Это станет первичным знакомством с тем материалом, который прозвучит на лекции, а также создаст необходимый психологический настрой.

Чтобы правильно и быстро конспектировать лекцию важно учитывать, что способы подачи лекционного материала могут быть разными. Преподаватель может диктовать материал, рассказывать его, не давая ничего под запись, либо проводить занятие в форме диалога со студентами. Чаще всего можно наблюдать соединение двух или трех вышеназванных способов.

Эффективность конспектирования зависит от умения владеть правильной методикой записи лекции. Конечно, способы конспектирования у каждого человека индивидуальны. Однако существуют некоторые наиболее употребляемые и целесообразные приемы записи лекционного материала.

Запись лекции можно вести в виде тезисов – коротких, простых предложений, фиксирующих только основное содержание материала. Количество и краткость тезисов может определяться как преподавателем, так и студентом. Естественно, что такая запись лекции требует впоследствии обращения к дополнительной литературе. На отдельные лекции можно приносить соответствующий иллюстративный материал на бумажных или электронных носителях, представленный лектором на портале или присланный на «электронный почтовый ящик группы» (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции.

Кроме тезисов важно записывать примеры, доказательства, даты и цифры, имена. Значительно облегчают понимание лекции те схемы и графики, которые вычерчивает на доске преподаватель. По мере возможности студенты должны переносить их в тетрадь рядом с тем текстом, к которому эти схемы и графики относятся.

Хорошо если конспект лекции дополняется собственными мыслями, суждениями, вопросами, возникающими в ходе прослушивания содержания лекции. Те вопросы, которые возникают у студента при конспектировании лекции, не всегда целесообразно задавать сразу при их возникновении, чтобы не нарушить ход рассуждений преподавателя. Студент может попытаться ответить на них сам в процессе подготовки к семинарам либо обсудить их с преподавателем на консультации.

Важно и то, как будет расположен материал в лекции. Если запись тезисов ведется по всей строке, то целесообразно отделять их время от времени красной строкой или пропуском строки. Примеры же и

дополнительные сведения можно смещать вправо или влево под тезисом, а также на поля. В тетради нужно выделять темы лекций, записывать рекомендуемую для самостоятельной подготовки литературу, внести фамилию, имя и отчество преподавателя. Наличие полей в тетради позволяет не только получить «ровный» текст, но и дает возможность при необходимости вставить важные дополнения и изменения в конспект лекции.

При составлении конспектов необходимо использовать основные навыки стенографии. Так в процессе совершенствования навыков конспектирования лекций важно выработать индивидуальную систему записи материала, научиться рационально сокращать слова и отдельные словосочетания.

Практика показывает, что не всегда студенту удается успевать записывать слова лектора даже при использовании приемов сокращения слов. В этом случае допустимо обратиться к лектору с просьбой повторить сказанное. При обращении важно четко сформулировать просьбу, указать какой отрывок необходимо воспроизвести еще раз. Однако не всегда удобно прерывать ход лекции. В этом случае можно оставить пропуск, и после лекции устранить его при помощи конспекта соседа. Важно сделать это в короткий срок, пока свежа память о воспринятой на лекции информации.

Работу над конспектом следует начинать с его доработки, желательно в тот же день, пока материал еще легко воспроизводим в памяти (через 10 часов после лекции в памяти остается не более 30-40 % материала). С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, проникнуть в его смысл. Далее следует прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.

Подготовленный конспект и рекомендуемая литература используются при подготовке к семинарским и практическим занятиям. Подготовка сводится к внимательному прочтению учебного материала, к выводу с карандашом в руках всех утверждений и формул, к решению примеров, задач, к ответам на вопросы. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля.

Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание основ, на которых строится изложение материала. Обычно преподаватель напоминает, какой ранее изученный материал и в какой



степени требуется подготовить к очередному занятию. Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний. Неоднократное обращение к пройденному материалу является наиболее рациональной формой приобретения и закрепления знаний.

### **Методические рекомендации студентам по работе с литературой**

В рабочей программе дисциплины для каждого раздела и темы дисциплины указывается основная и дополнительная литература, позволяющая более глубоко изучить данный вопрос. Обычно список всей рекомендуемой литературы преподаватель озвучивает на первой лекции или дает ссылки на ее местонахождение (на образовательном портале РГРТУ, на сайте кафедры и т. д.).

При работе с рекомендуемой литературой целесообразно придерживаться такой последовательности. Сначала лучше прочитать заданный текст в быстром темпе. Цель такого чтения заключается в том, чтобы создать общее представление об изучаемом материале, понять общий смысл прочитанного. Затем прочитать вторично, более медленно, чтобы в ходе чтения понять и запомнить смысл каждой фразы, каждого положения и вопроса в целом.

Чтение приносит пользу и становится продуктивным, когда сопровождается записями. Это может быть составление плана прочитанного текста, тезисы или выписки, конспектирование и др. Выбор вида записи зависит от характера изучаемого материала и целей работы с ним. Если содержание материала несложное, легко усваиваемое, можно ограничиться составлением плана. Если материал содержит новую и трудно усваиваемую информацию, целесообразно его законспектировать.

План – это схема прочитанного материала, перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала.

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

- план-конспект – это развернутый детализированный план, в котором по наиболее сложным вопросам даются подробные пояснения,
- текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника,

- свободный конспект – это четко и кратко изложенные основные положения в результате глубокого изучения материала, могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом,
- тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает ответ по изучаемому вопросу.

В процессе изучения материала источника и составления конспекта нужно обязательно применять различные выделения, подзаголовки, создавая блочную структуру конспекта. Это делает конспект легко воспринимаемым и удобным для работы.

### **Методические рекомендации студентам по подготовке к семинару**

Для успешного освоения материала студентам рекомендуется сначала ознакомиться с учебным материалом, изложенным в лекциях и основной литературе, затем выполнить самостоятельные задания, при необходимости обращаясь к дополнительной литературе.

При подготовке к семинару можно выделить 2 этапа:

- организационный,
- закрепление и углубление теоретических знаний.

На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;
- подбор рекомендованной литературы;
- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.

Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.

Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его наиболее важная и сложная часть, требующая пояснений преподавателя в процессе контактной работы со студентами. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить

основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, разобраться в иллюстративном материале, задачах.

Заканчивать подготовку следует составлением плана (перечня основных пунктов) по изучаемому материалу (вопросу). Такой план позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам и структурировать изученный материал.

Целесообразно готовиться к семинарским занятиям за 1 - 2 недели до их начала, а именно: на основе изучения рекомендованной литературы выписать основные категории и понятия по учебной дисциплине, подготовить развернутые планы ответов и краткое содержание выполненных заданий.

Студент должен быть готов к контрольным опросам на каждом учебном занятии. Одобряется и поощряется инициативные выступления с докладами и рефератами по темам семинарских занятий.

### **Методические рекомендации студентам по подготовке докладов, выступлений и рефератов**

Реферат представляет письменный материал по определённой теме, в котором собрана информация из одного или нескольких источников. В нём в обобщённом виде представляется материал на определённую тему, включающий обзор соответствующих литературных и других источников. Рефераты могут являться изложением содержания какой-либо научной работы, статьи и т. п. При защите реферата оценивается умение грамотно, осознанно изложить основное содержание реферата, качество ответов на вопросы по содержанию реферата, стиль изложения.

Доклад представляет публичное, развёрнутое сообщение (информирование) по определённому вопросу или комплексу вопросов, основанное на привлечении документальных данных, результатов исследования, анализа деятельности и т. д.

Самостоятельную работу над темой доклада следует начать с изучения литературы. В поисках книг заданной тематики необходимо обратиться к библиотечным каталогам, справочникам, тематическим аннотированным указателям литературы, периодическим изданиям (газетам и журналам), электронным каталогам, сети Internet.

При подготовке текста доклада студент должен отобрать не менее 10 наименований печатных изданий (книг, статей, сборников, нормативно-правовых актов). Предпочтение следует отдавать литературе, опубликованной в течение последних 5 лет. Допускается обращение к Internet-сайтам.

Осуществив отбор необходимой литературы, студенту необходимо составить рабочий план доклада или сообщения. В соответствии с составленным планом производится изучение литературы и распределение материала по разделам доклада. Необходимо отмечать основные, представляющие наибольший интерес положения изучаемого источника.

Изложение текста доклада должно быть четким, аргументированным. Не стоит увлекаться сложной терминологией, особенно если студент сам не совсем свободно ею владеет. Уяснить значение терминов можно в справочно-энциклопедических изданиях, словарях, нормативно-правовых источниках.

Доклад должен включать введение, основную часть и заключение. Необходимо подготовить текст доклада и иллюстративный материал в виде презентации. Продолжительность доклада может оговариваться преподавателем и обычно составляет 10 - 20 минут.

Для подготовки компьютерной презентации используется специализированная программа PowerPoint.

Презентация предполагает сочетание информации различных типов: текста, графических изображений, музыкальных и звуковых эффектов, анимации и видеофрагментов. Поэтому необходимо учитывать специфику комбинирования фрагментов информации различных типов. Для текстовой информации важен выбор шрифта, для графической — яркость и насыщенность цвета, для наилучшего их совместного восприятия необходимо оптимальное взаиморасположение на слайде.

### **Методические рекомендации студентам по подготовке к зачету или экзамену**

При подготовке к зачету или экзамену студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на семинарах, а также составить письменные ответы на все вопросы, вынесенные на зачет или экзамен.

Необходимо помнить, что практически все зачеты и экзамены в вузе сконцентрированы в течение короткого временного периода в конце семестра в соответствии с расписанием. Промежутки между очередными зачетами и экзаменами обычно составляют всего несколько дней. Поэтому подготовку к ним нужно начинать заблаговременно в течение семестра. До наступления сессии уточните у преподавателя порядок проведения промежуточной аттестации по его предмету и формулировки критериев для количественной оценивания уровня подготовки студентов. Очень часто для итоговой

положительной оценки по предмету необходимо вовремя и с нужным качеством выполнить или защитить контрольные работы, типовые расчеты, лабораторные работы, т. к. всё это может являться обязательной частью учебного процесса по данной дисциплине.

Рекомендуется разработать план подготовки к каждому зачету и экзамену, в котором указать, какие вопросы или билеты нужно выучить, какие задачи решить за указанный в плане временной отрезок.

Также бывает полезно вначале изучить более сложные вопросы, а затем переходить к изучению более простых вопросов. При этом желательно в начале каждого следующего дня подготовки бегло освежить в памяти выученный ранее материал.

В период сдачи зачетов и экзаменов организм студента работает в крайне напряженном режиме и для успешной сдачи сессии нужно не забывать о простых, но обязательных правилах:

- по возможности обеспечить достаточную изоляцию: не отвлекаться на разговоры с друзьями, просмотры телепередач, общение в социальных сетях;
- уделять достаточное время сну;
- отказаться от успокоительных. Здоровое волнение – это нормально. Лучше снимать волнение небольшими прогулками, самовнушением;
- внушать себе, что сессия – это не проблема. Это нормальный рабочий процесс. Не накручивайте себя, не создавайте трагедий в своей голове;
- помогите своему организму – обеспечьте ему полноценное питание, давайте ему периоды отдыха с переменной вида деятельности;
- следуйте плану подготовки.

### **Методические рекомендации студентам по проведению самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студента над учебным материалом является неотъемлемой частью учебного процесса в вузе.

В учебном процессе образовательного учреждения выделяются два вида самостоятельной работы:

1) аудиторная – выполняется на учебных занятиях, под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию), студентам могут быть предложены следующие виды заданий:

- выполнение самостоятельных работ;
- выполнение контрольных и лабораторных работ;
- составление схем, диаграмм, заполнение таблиц;
- решение задач;

- работу со справочной, нормативной документацией и научной литературой;

- защиту выполненных работ;

- тестирование и т. д.

2) *внеаудиторная* – выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия, включает следующие виды деятельности.

- подготовку к аудиторным занятиям (теоретическим, практическим занятиям, лабораторным работам);

- изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку: работа над определенными темами, разделами, вынесенными на самостоятельное изучение в соответствии с рабочими программами учебной дисциплины или профессионального модуля;

- выполнение домашних заданий разнообразного характера;

- выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы;

- подготовку к учебной и производственной практикам и выполнение заданий, предусмотренных программами практик;

- подготовку к контрольной работе, зачету, экзамену;

- написание курсовой работы, реферата и других письменных работ на заданные темы;

- подготовку к ГИА, в том числе выполнение ВКР;

- другие виды внеаудиторной самостоятельной работы, специальные для конкретной учебной дисциплины или профессионального модуля.

Внеаудиторные самостоятельные работы представляют собой логическое продолжение аудиторных занятий, проводятся по заданию преподавателя, который инструктирует студентов и устанавливает сроки выполнения задания.

При планировании заданий для внеаудиторной самостоятельной работы используются следующие типы самостоятельной работы:

- воспроизводящая (репродуктивная), предполагающая алгоритмическую деятельность по образцу в аналогичной ситуации. Включает следующую основную деятельность: самостоятельное прочтение, просмотр, конспектирование учебной литературы, прослушивание записанных лекций, заучивание, пересказ, запоминание, Internet–ресурсы, повторение учебного материала и др.

- реконструктивная, связанная с использованием накопленных знаний и известного способа действия в частично измененной ситуации, предполагает подготовку сообщений, докладов, выступлений на семинарских и практических занятиях, подбор литературы по дисциплинарным проблемам, написание рефератов, контрольных, курсовых работ и др.

– эвристическая (частично-поисковая) и творческая, направленная на развитие способностей студентов к исследовательской деятельности. Включает следующие виды деятельности: написание рефератов, научных статей, участие в научно–исследовательской работе, подготовка дипломной работы (проекта), выполнение специальных заданий и др., участие в студенческой научной конференции.

Одной из важных форм самостоятельной работы студента является работа с литературой ко всем видам занятий: лабораторным, семинарским, практическим, при подготовке к зачетам, экзаменам, тестированию, участию в научных конференциях.

Один из методов работы с литературой – повторение: прочитанный текст можно заучить наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно. Полученные таким путем сведения легко забываются.

Более эффективный метод – метод кодирования: прочитанный текст нужно подвергнуть большей, чем простое заучивание, обработке. Чтобы основательно обработать информацию и закодировать ее для хранения, важно провести целый ряд мыслительных операций: прокомментировать новые данные; оценить их значение; поставить вопросы; сопоставить полученные сведения с ранее известными. Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения.

Изучение научной учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.

План – структура письменной работы, определяющая последовательность изложения материала. Он является наиболее краткой и потому самой доступной и распространенной формой записей содержания исходного источника информации. По существу, это перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике. План может быть простым и развернутым. Их отличие состоит в степени детализации содержания и, соответственно, в объеме.

Преимущество плана состоит в том, что план позволяет наилучшим образом уяснить логику мысли автора, упрощает понимание главных моментов произведения. Кроме того, он позволяет быстро и глубоко проникнуть в сущность построения произведения и, следовательно, гораздо легче ориентироваться в его содержании и быстрее обычного вспомнить прочитанное. С помощью плана гораздо удобнее отыскивать в источнике нужные места, факты, цитаты и т. д.

Выписки представляют собой небольшие фрагменты текста (неполные и полные предложения, отдельные абзацы, а также дословные и близкие к дословным записи об излагаемых в нем фактах), содержащие в себе квинтэссенцию содержания прочитанного. Выписки представляют собой более сложную форму записи содержания исходного источника информации. По сути, выписки – не что иное, как цитаты, заимствованные из текста. Выписки позволяют в концентрированной форме и с максимальной точностью воспроизвести наиболее важные мысли автора. В отдельных случаях – когда это оправдано с точки зрения продолжения работы над текстом – вполне допустимо заменять цитирование изложением, близким дословному.

Тезисы – сжатое изложение содержания изученного материала в утвердительной (реже опровергающей) форме. Отличие тезисов от обычных выписок состоит в том, что тезисам присуща значительно более высокая степень концентрации материала. В тезисах отмечается преобладание выводов над общими рассуждениями. Записываются они близко к оригинальному тексту, т. е. без использования прямого цитирования.

Аннотация – краткое изложение основного содержания исходного источника информации, дающее о нем обобщенное представление. К написанию аннотаций прибегают в тех случаях, когда подлинная ценность и пригодность исходного источника информации исполнителю письменной работы окончательно неясна, но в то же время о нем необходимо оставить краткую запись с обобщающей характеристикой.

Резюме – краткая оценка изученного содержания исходного источника информации, полученная, прежде всего, на основе содержащихся в нем выводов. Резюме весьма сходно по своей сути с аннотацией. Однако, в отличие от последней, текст резюме концентрирует в себе данные не из основного содержания исходного источника информации, а из его заключительной части, прежде всего выводов. Но, как и в случае с аннотацией, резюме излагается своими словами – выдержки из оригинального текста в нем практически не встречаются.

Конспект представляет собой сложную запись содержания исходного текста, включающая в себя заимствования (цитаты) наиболее примечательных мест в сочетании с планом источника, а также сжатый анализ записанного материала и выводы по нему.

При выполнении конспекта требуется внимательно прочитать текст, уточнить в справочной литературе непонятные слова и вынести справочные данные на поля конспекта. Нужно выделить главное, составить план. Затем следует кратко сформулировать основные положения текста, отметить аргументацию автора. Записи материала следует проводить, четко следуя



пунктам плана и выражая мысль своими словами. Цитаты должны быть записаны грамотно, учитывать лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля. Необходимо указывать библиографическое описание конспектируемого источника.