

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
И. о. зав. кафедрой ИСЭиА  
\_\_\_\_\_ Колдаев А.И.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации  
(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

По дисциплине	Оптимальные и адаптивные системы управления	
Направление подготовки:	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств	
Направленность (профиль):	Автоматизация технологических процессов и производств	
Квалификация выпускника:	Бакалавр	
Форма обучения:	Очная	
Год начала обучения:	2019 г.	
Объем занятий	Астр. час.	
Итого:	135 ч.,	5 з.е.
В т.ч. аудиторных	54 ч.	
Лекций:	27 ч.	
Лабораторных работ:	13,5 ч.	
Практических занятий:	13,5 ч.	
Самостоятельной работы:	47,25 ч.	
Экзамен 7 семестр	33,75 ч.	
Контрольная работа 7 семестр		

Дата разработки: «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

## Предисловие

1. Назначение: фонд оценочных средств по дисциплине «Оптимальные и адаптивные системы управления» предназначен для оценки знаний обучающихся при освоении ими дисциплины при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Фонд включает в себя вопросы для собеседования при проведении лабораторных и практических занятий и вопросы к экзамену.

2. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации составлен на основе рабочей программы дисциплины «Оптимальные и адаптивные системы управления», разработанной в соответствии с образовательной программой по направлению подготовки 15.03.04 — Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденной на заседании Учебно-методического совета СКФУ протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

3. Разработчик: Д.В. Болдырев, доцент кафедры ИСЭиА

4. ФОС рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ИСЭиА, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

5. ФОС согласован с выпускающей кафедрой ИСЭиА, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

6. Проведена экспертиза ФОС. Члены экспертной группы, проводившие внутреннюю экспертизу:

Председатель

Д.И. Лищенко, ведущий специалист ЦЦРТО КИПиА АО «Невинномысский Азот»

Члены экспертной группы

А.И. Колдаев, и. о. зав. кафедрой ИСЭиА

Д.В. Болдырев, доцент кафедры ИСЭиА

Экспертное заключение: фонд оценочных средств может быть использован для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по направлению подготовки 15.03.04 — Автоматизация технологических процессов и производств при изучении дисциплины «Оптимальные и адаптивные системы управления».

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. \_\_\_\_\_  
(подпись)

7. Срок действия ФОС: 1 год (апробация)

**Паспорт фонда оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации**

По дисциплине: Оптимальные и адаптивные системы управления  
 Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
 Направленность (профиль): Информационно-управляющие системы  
 Квалификация выпускника: Бакалавр  
 Форма обучения: Очная  
 Год начала обучения: 2019 г.  
 Изучается в 7 семестре

Код оцениваемой компетенции	Этап формирования компетенции (№ темы)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестации	Тип контроля	Наименование оценочного средства	Количество заданий для каждого уровня	
						Базовый	Повышенный
ОПК-4 ПК-1	Тема 1. Оптимальное управление системами	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования	8	6
		Устный экзамен	Промежуточный	Устный	Вопросы к экзамену	2	
ОПК-4 ПК-1	Тема 2. Метод классического вариационного исчисления	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования	3	4
		Устный экзамен	Промежуточный	Устный	Вопросы к экзамену	1	4
ОПК-4 ПК-1	Тема 3. Принцип максимума	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования	3	2
		Устный экзамен	Промежуточный	Устный	Вопросы к экзамену		2
ОПК-4 ПК-1	Тема 4. Метод динамического программирования	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования	5	1
		Устный экзамен	Промежуточный	Устный	Вопросы к экзамену	1	1
ОПК-4 ПК-1	Тема 5. Аналитическое конструирован	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования	1	5

	ие оптимальных регуляторов	Устный экзамен	Промежуточный	Устный	Вопросы к экзамену	1	4
ОПК-4 ПК-1	Тема 6. Адаптивное управление системами	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования	2	2
		Устный экзамен	Промежуточный	Устный	Вопросы к экзамену	2	
ОПК-4 ПК-1	Тема 7. Самонастраивающиеся системы	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования	7	3
		Устный экзамен	Промежуточный	Устный	Вопросы к экзамену	2	
ОПК-4 ПК-1	Тема 8. Системы с адаптацией в особых фазовых состояниях	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования	3	2
		Устный экзамен	Промежуточный	Устный	Вопросы к экзамену	2	

Составитель

\_\_\_\_\_

(подпись)

Д.В. Болдырев

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
И. о. зав. кафедрой ИСЭиА  
\_\_\_\_\_ Колдаев А.И.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

### Вопросы к экзамену

#### Базовый уровень

Вопросы для проверки уровня обученности:

Знать:

1. Общие сведения об оптимальном управлении
2. Постановка задачи оптимального управления
3. Основные понятия классического вариационного исчисления.
4. Сущность метода динамического программирования.
5. Постановка задачи аналитического конструирования оптимальных регуляторов.
6. Общие сведения об адаптивном управлении. Классификация адаптивных систем.
7. Структура адаптивных систем управления.
8. Поискые самонастраивающиеся системы.
9. Беспойсковые самонастраивающиеся системы. Принцип эталонной модели.
10. Релейные автоколебательные системы.
11. Системы с переменной структурой.

#### Повышенный уровень

Вопросы для проверки уровня обученности:

Уметь, владеть:

1. Синтез оптимальных траекторий в задаче с фиксированными границами.
2. Синтез оптимальных траекторий в задаче с подвижными границами.
3. Синтез оптимальных траекторий в задаче с ограничениями.
4. Применение вариационного исчисления для оптимизации управления.
5. Применение принципа максимума для оптимизации управления.
6. Решение задачи оптимального быстрогодействия.
7. Применение динамического программирования для оптимизации управления.
8. Синтез оптимальных стационарных регуляторов состояния.
9. Синтез оптимальных стационарных регуляторов для систем с детерминированными возмущениями.
10. Синтез оптимальных ПИ-регуляторов.
11. Синтез оптимальных ПИД-регуляторов.

#### 1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он показывает глубокие знания методов построения оптимальных и адаптивных систем управления; умение разрабатывать математические модели оптимальных и адаптивных систем управления,

выбирать необходимый математический метод исследования, получать решения в терминах выбранного метода; уверенное владение компьютерными технологиями и типовыми программными средствами анализа и синтеза управляемых систем.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он знает методы построения оптимальных и адаптивных систем управления; умеет разрабатывать математические модели оптимальных и адаптивных систем управления, выбирать необходимый математический метод исследования, получать решения в терминах выбранного метода; владеет компьютерными технологиями и типовыми программными средствами анализа и синтеза управляемых систем.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет поверхностные знания методов построения оптимальных и адаптивных систем управления; показывает ограниченное умение разрабатывать математические модели оптимальных и адаптивных систем управления, выбирать необходимый математический метод исследования, получать решения в терминах выбранного метода; неуверенно владеет компьютерными технологиями и типовыми программными средствами анализа и синтеза управляемых систем.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает методы построения оптимальных и адаптивных систем управления; не умеет разрабатывать математические модели оптимальных и адаптивных систем управления, выбирать необходимый математический метод исследования, получать решения в терминах выбранного метода; не владеет компьютерными технологиями и типовыми программными средствами анализа и синтеза управляемых систем.

## 2. Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по дисциплине оценивается в ходе промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. Минимальное количество баллов, необходимое для допуска к экзамену, составляет 33 балла. Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от **20** до **40** ( $20 \leq S_{\text{экз}} \leq 40$ ), оценка меньше 20 баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
<b>35-40</b>	Отлично
<b>28-34</b>	Хорошо
<b>20-27</b>	Удовлетворительно

Итоговая оценка по дисциплине, изучаемой в одном семестре, определяется по сумме баллов, набранных за работу в течение семестра, и баллов, полученных при сдаче экзамена:

Шкала пересчета рейтингового балла по дисциплине в оценку по 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
<b>88-100</b>	Отлично
<b>72-87</b>	Хорошо
<b>53-71</b>	Удовлетворительно
<b>менее 53</b>	Неудовлетворительно

## 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по

образовательным программам высшего образования в СКФУ - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры — в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются 2 вопроса: 1 по темам «Оптимальное управление системами», «Метод классического вариационного исчисления», «Принцип максимума» или «Метод динамического программирования», «Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов»; 1 по темам «Адаптивное управление системами», «Самонастраивающиеся системы», «Системы с адаптацией в особых фазовых состояниях». Практические задания в билет не включаются.

Для подготовки по билету отводится 30 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования программой дисциплины.

Составитель

\_\_\_\_\_

(подпись)

Д.В. Болдырев

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
И. о. зав. кафедрой ИСЭиА  
\_\_\_\_\_ Колдаев А.И.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

**Вопросы для собеседования**

по дисциплине «Оптимальные и адаптивные системы управления»

**Базовый уровень**

Тема 1. Оптимальное управление системами

1. Какая система управления считается оптимальной?
2. Какую функцию выполняет критерий оптимальности?
3. Какую структуру имеет система, оптимальная по режиму управления? Каковы ее достоинства и недостатки?
4. Как ведется управление в системах с оптимальным программатором? Что должно обеспечивать оптимальное программное управление?
5. Какую структуру имеет система, оптимальная по переходному режиму управления? Каковы ее достоинства и недостатки?
6. Как ведется управление в системах с оптимальным регулятором? Что должно обеспечивать оптимальное стабилизирующее управление?
7. Что характеризует критерий обобщенной работы?
8. В чем заключается задача синтеза оптимального управления?

Тема 2. Метод классического вариационного исчисления

1. Что понимается под вариацией параметра? Каковы свойства вариации? Что понимается под вариацией функционала?
2. Каково необходимое условие экстремума функционала? Что считается сильным и слабым экстремумом?
3. Что является исходной информацией при постановке задачи синтеза оптимального программного управления?

Тема 3. Принцип максимума

1. В чем заключается сущность принципа максимума? В чем его отличие от классического вариационного исчисления?
2. Какое управление считается релейным?
3. В чем заключается задача максимального быстродействия?

Тема 4. Метод динамического программирования

1. В чем заключается принцип инвариантного погружения?
2. Какой вид имеют прямое и обратное уравнение Беллмана?
3. Какой смысл имеют прямая и обратная функция Беллмана?
4. В чем заключается прямой и обратный принцип оптимальности Беллмана?
5. Что является исходной информацией при постановке задачи синтеза оптимального стабилизирующего управления?

#### Тема 5. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов

1. Какой физический смысл квадратичного критерия оптимальности?

#### Тема 6. Адаптивное управление системами

1. Какая система управления считается адаптивной?
2. Как классифицируются адаптивные системы?

#### Тема 7. Самонастраивающиеся системы

1. Какая система управления считается самонастраивающейся?
2. Какие принципы используются при построении СНС?
3. Что представляют собой СНС со статистическим оптимизатором?
4. Какую структуру имеет система с эталонной моделью?
5. Каковы общие принципы построения систем с эталонной моделью.
6. Что представляет собой адаптивная система с идентификатором?
7. Как проводится идентификация объекта с помощью настраиваемой модели?

#### Тема 8. Системы с адаптацией в особых фазовых состояниях

1. В чем особенность релейных автоколебательных адаптивных систем?
2. В чем особенность систем с переменной структурой?
3. Что понимается под скользящим режимом?

### **Повышенный уровень**

#### Тема 1. Оптимальное управление системами

1. Какую роль играют уравнения состояния объекта управления при постановке задачи оптимального управления? Как они формулируются? Чем различаются задачи оптимального управления с фиксированным и нефиксированным временем?
2. Какую роль играют граничные условия при постановке задачи оптимального управления? Как они формулируются? Чем различаются задачи оптимального управления с фиксированными и подвижными границами?
3. Как формулируется критерий оптимальности системы в задаче Майера? Что понимается под задачей терминального управления?
4. Как формулируется критерий оптимальности системы в задаче Лагранжа? Что понимается под задачей максимального быстродействия?
5. Как формулируется критерий оптимальности системы в задаче Больца?
6. Какую роль играют ограничения при постановке задачи оптимального управления? Как они формулируются? Что определяют классические, неклассические и изопериметрические ограничения? Что понимается под допустимостью фазовой траектории и управления?

#### Тема 2. Метод классического вариационного исчисления

1. Как синтезируется оптимальная траектория в задаче с фиксированными границами и фиксированным временем?
2. Как синтезируется оптимальная траектория в задаче с подвижными границами?
3. Как синтезируется оптимальная траектория в задаче с ограничениями?
4. Как синтезируется оптимальное программное управление в задаче с фиксированными границами и фиксированным временем?

#### Тема 3. Принцип максимума

1. Что определяет теорема об  $n$ -интервалах?
2. Как синтезируется оптимальное по быстродействию релейное управление?

#### Тема 4. Метод динамического программирования

1. Как синтезируется оптимальное стабилизирующее управление в задаче с нефиксированным временем?

#### Тема 5. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов

1. Как выбираются коэффициенты матриц, входящих в состав квадратичного критерия оптимальности?
2. Как синтезируется оптимальный нестационарный регулятор?
3. Как синтезируется оптимальный стационарный регулятор состояния?
4. Как синтезируется оптимальный стационарный регулятор состояния для систем с детерминированными возмущениями?
5. Как синтезируется оптимальный стационарный ПИ-регулятор?

#### Тема 6. Адаптивное управление системами

1. В чем особенности структуры адаптивных систем управления?
2. На каких основных принципах строится контур адаптации?

#### Тема 7. Самонастраивающиеся системы

1. Какие методы определения экстремума используются в СНС?
2. В чем сущность методов случайного поиска экстремума?
3. Как реализуется градиентный метод поиска экстремума в СНС?

#### Тема 8. Системы с адаптацией в особых фазовых состояниях

1. Каковы условия возникновения автоколебаний в релейных автоколебательных адаптивных системах?
2. Каковы условия возникновения скользящего режима?

### **1. Критерии оценивания компетенций**

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускаются некоторые неточности, недостаточно правильные формулировки в изложении программного материала, затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

### **2. Описание шкалы оценивания**

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по дисциплине оценивается в ходе текущего контроля.

#### **Рейтинговая оценка знаний студента**

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по дисциплине оценивается в ходе промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. Минимальное количество баллов, необходимое для допуска к экзамену, составляет 33 балла. Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от **20** до **40** ( $20 \leq S_{\text{экз}} \leq 40$ ), оценка меньше 20 баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
<b>35-40</b>	Отлично
<b>28-34</b>	Хорошо
<b>20-27</b>	Удовлетворительно

Итоговая оценка по дисциплине, изучаемой в одном семестре, определяется по сумме баллов, набранных за работу в течение семестра, и баллов, полученных при сдаче экзамена:

Шкала пересчета рейтингового балла по дисциплине в оценку по 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
<b>88-100</b>	Отлично
<b>72-87</b>	Хорошо
<b>53-71</b>	Удовлетворительно
<b>менее 53</b>	Неудовлетворительно

### **3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Текущая аттестация студентов проводится преподавателями, ведущими лабораторные или практические занятия по дисциплине, в форме собеседования. Процедура текущей аттестации включает в себя три этапа: подготовительный, основной и завершающий.

Подготовительный этап включает: получение индивидуального задания и изучение теоретического материала.

Основной этап предполагает решение поставленной задачи анализа или синтеза оптимального или адаптивного управления.

Завершающий этап предполагает оформление результатов решения задачи и их защиту путем оценки достоверности.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ОПК-4 и ПК-1. Принципиальным отличием заданий базового уровня от повышенного является сложность. Задания базового уровня предполагают освоение опорного материала по каждой теме и решение задачи синтеза оптимального или адаптивного управления. Вопросы повышенного уровня требуют углубленного изучения опорного материала и умения применить оригинальные методики.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо заранее изучить теоретический материал, необходимый для решения поставленной задачи, и решить задачу оптимального управления в соответствии с выбранным вариантом.

При подготовке к ответу студенту не предоставляется право пользования дополнительными средствами.

При проверке задания, оцениваются:

- соответствие выполненной работы заданию;
- знание теоретического материала и основной терминологии;
- умение применять теоретические знания для решения практических задач;
- качество полученного решения задачи оптимального или адаптивного управления;
- качество представления результатов;
- степень самостоятельности при решении поставленной задачи;
- своевременность выполнения работы.

Оценочный лист:

№	Фамилия И.О. студента	Оценка уровня теоретической подготовки	Оценка метода решения задачи синтеза	Оценка качества представления	Оценка достоверности полученных
---	-----------------------	--	--------------------------------------	-------------------------------	---------------------------------

			оптимального или адаптивного управления	результатов	результатов

Составитель \_\_\_\_\_ Д.В. Болдырев  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.