

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор НТИ (филиал) СКФУ  
\_\_\_\_\_ Ефанов А.В.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ

**ФОНД 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
Форма обучения	Очная
Год начала обучения	2022
Реализуется в 7 семестре	

## Введение

1. Назначение: обеспечение методической основы для организации и проведения текущего контроля по дисциплине «Оптимальные и адаптивные системы управления». Текущий контроль по данной дисциплине — вид систематической проверки знаний, умений, навыков студентов. Задачами текущего контроля являются получение первичной информацию о ходе и качестве освоения компетенций, а также стимулирование регулярной целенаправленной работы студентов. Для формирования определенного уровня компетенций.

2. ФОС является приложением к программе дисциплины «Оптимальные и адаптивные системы управления», разработанной в соответствии с образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

3. Разработчик: Болдырев Д.В., доцент кафедры информационных систем, электропривода и автоматики, кандидат технических наук, доцент

4. Проведена экспертиза ФОС.

Члены экспертной группы:

Председатель:

Мельникова Е.Н., председатель УМК НТИ (филиал) СКФУ

Члены комиссии:

А.И. Колдаев, и.о. зав. кафедрой информационных систем, электропривода и автоматики

Д.В. Болдырев, доцент кафедры информационных систем, электропривода и автоматики

Представитель организации-работодателя:

Остапенко Н.А., кандидат технических наук, ведущий конструктор КИЭП «Энергомера» филиал АО «Электротехнические заводы «Энергомера»

Экспертное заключение: фонд оценочных средств соответствует ОП ВО по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств и рекомендуется для оценивания уровня сформированности компетенций при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Оптимальные и адаптивные системы управления».

05 марта 2022 г.

5. Срок действия ФОС определяется сроком реализации образовательной программы.

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код оцениваемой компетенции, индикатора (ов)	Этап формирования компетенции (№ темы)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестация	Тип контроля	Наименование оценочного средства
ИД-1 <sub>ПК-2</sub> ИД-3 <sub>ПК-2</sub>	1-8	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования
		Экзамен	Промежуточный	Устный	Вопросы к экзамену

## 2 Описание показателей и критериев оценивания на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенци(ий), индикатора(ов)	Дескрипторы			
	Минимальный уровень не достигнут (неудовлетворительно) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
<i>Компетенция:</i> ПК-5. Способен участвовать в работах по расчету и проектированию средств и систем автоматизации с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования				
Результаты обучения по дисциплине (модулю): <i>Индикатор:</i> ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Рассчитывает и проектирует средства и системы автоматизации в соответствии с техническим заданием	Неспособен синтезировать оптимальные системы управления в соответствии с техническим заданием	Обладает ограниченным и возможностями синтеза оптимальных систем управления в соответствии с техническим заданием	Синтезирует оптимальные системы управления в соответствии с техническим заданием	Профессионально синтезирует оптимальные системы управления в соответствии с техническим заданием
Результаты обучения по дисциплине (модулю): <i>Индикатор:</i> ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Выполняет сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования средств и систем управления с использованием	Неспособен синтезировать оптимальные системы управления на основе предварительных о собранных и проанализированных исходных данных с	Обладает ограниченным и возможностями синтеза оптимальных систем управления на основе предварительных о собранных и проанализированных	Синтезирует оптимальные системы управления на основе предварительных о собранных и проанализированных исходных данных с использованием	Профессионально синтезирует оптимальные системы управления на основе предварительных о собранных и проанализированных исходных данных с

современных информационных технологий	использование м современных информационных технологий	анных исходных данных с использование м современных информационных технологий	м современных информационных технологий	использование м современных информационных технологий
---------------------------------------	---	---	---	---

### Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

### Текущий контроль

Рейтинговая оценка знаний студента.

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
<b>7 семестр</b>			
1	Собеседование по темам 1-4. Синтез оптимального ПД-регулятора.	10 неделя	30
2	Собеседование по темам 5-8. Синтез оптимального ПИ-регулятора.	16 неделя	25
Итого за семестр			55
Итого			55

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным **55**. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

### Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. 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  
при 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной шкале
35-40	Отлично

28-34	Хорошо
20-27	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 шкале
88-100	Отлично
72-87	Хорошо
53-71	Удовлетворительно
менее 53	Неудовлетворительно

### 3 Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

#### 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.

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

#### 2 Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным **55**. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в

установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

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

Процедура текущего контроля включает в себя три этапа: подготовительный, основной и завершающий.

Подготовительный этап включает: получение индивидуального задания и изучение теоретического материала. Основной этап предполагает решение задач анализа и синтеза системы автоматического регулирования. Завершающий этап предполагает оформление результатов решения задачи и их защиту путем оценки достоверности.

Предлагаемые студенту задания позволяют сформировать у студентов систему профессиональных знаний, позволяющих успешно осуществлять деятельность в области автоматизации технологических процессов и производств, и проверить компетенции ИД-1<sub>ПК-2</sub>, ИД-3<sub>ПК-2</sub>. Принципиальным отличием заданий базового уровня от повышенного является сложность. Вопросы повышенного уровня требуют от студентов умения анализировать и обобщать важные проблемы деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо заранее изучить теоретический материал, необходимый для решения поставленной задачи, и разработать соответствующую проектную документацию.

При проверке задания, оцениваются:

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

#### Оценочный лист

№ п/п	Фамилия И.О. студента	Оценка уровня теоретической подготовки	Оценка метода решения задачи	Оценка качества представления результатов	Оценка достоверности полученных результатов	Итого
1						
2						
...						

## Вопросы для собеседования

### Тема 1. Оптимальное управление системами

1. Какую систему управления считают 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?
9. 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?
10. Какую роль играют граничные условия при постановке задачи оптимального управления? Как они формулируются? Чем различаются задачи оптимального управления с фиксированными и подвижными границами?
11. Как формулируется критерий оптимальности системы в задаче Майера? Что понимается под задачей терминального управления?
12. Как формулируется критерий оптимальности системы в задаче Лагранжа? Что понимается под задачей максимального быстродействия?
13. Как формулируется критерий оптимальности системы в задаче Больца?
14. 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. 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?
4. Как синтезируется оптимальная траектория в задаче с фиксированными границами и фиксированным временем?
5. Как синтезируется оптимальная траектория в задаче с подвижными границами?
6. Как синтезируется оптимальная траектория в задаче с ограничениями?
7. Как синтезируется оптимальное программное управление в задаче с фиксированными границами и фиксированным временем?

### 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?
4. Что определяет теорема об  $n$ -интервалах?

5. Как синтезируется оптимальное по быстродействию релейное управление?

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

#### Тема 5. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов

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

#### Тема 6. Адаптивное управление системами

1. Какая система управления считается адаптивной?
2. Как классифицируются адаптивные системы?
3. В чем особенности структуры адаптивных систем управления?
4. На каких основных принципах строится контур адаптации?

#### 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?
8. Какие методы определения экстремума используются в СНС?
9. В чем сущность методов случайного поиска экстремума?
10. Как реализуется градиентный метод поиска экстремума в СНС?

#### 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?
4. Каковы условия возникновения автоколебаний в релейных автоколебательных адаптивных системах?
5. 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

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

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

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя собеседование в пределах списка вопросов.

Предлагаемые студенту вопросы позволяют проверить компетенции ИД-1ПК-2, ИД-3ПК-2.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию студенту необходимо заранее освоить теоретический материал.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования основной и дополнительной литературой, Интернет-ресурсами.

При проверке задания, оцениваются:

- последовательность и точность ответа на вопросы;
- умение находить и представлять разные варианты решения проблемы;
- умение указывать сильные и слабые стороны каждого решения;
- умение обосновывать собственную точку зрения на анализируемую проблему.

### Оценочный лист:

№ п/п	Фамилия И.О. студента	Вид работы					Итого
		Уровень теоретической подготовки	Ясность, четкость, логичность, научность изложения	Обоснованность излагаемой позиции, ответа	Самостоятельность в формулировке позиции	Четкость, обоснованность, научность выводов	
1							
2							
...							



## Вопросы к экзамену

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

1. Общие сведения об оптимальном управлении
2. Постановка задачи оптимального управления
3. Основные понятия классического вариационного исчисления.
4. Синтез оптимальных траекторий в задаче с фиксированными границами.
5. Синтез оптимальных траекторий в задаче с подвижными границами.
6. Синтез оптимальных траекторий в задаче с ограничениями.
7. Применение вариационного исчисления для оптимизации управления.
8. Применение принципа максимума для оптимизации управления.
9. Решение задачи оптимального быстрогодействия.
10. Сущность метода динамического программирования.
11. Применение динамического программирования для оптимизации управления.
12. Постановка задачи аналитического конструирования оптимальных регуляторов.
13. Синтез оптимальных стационарных регуляторов состояния.
14. Синтез оптимальных стационарных регуляторов для систем с детерминированными возмущениями.
15. Синтез оптимальных ПИ-регуляторов.
16. Синтез оптимальных ПИД-регуляторов.
17. Общие сведения об адаптивном управлении. Классификация адаптивных систем.
18. Структура адаптивных систем управления.
19. Поисквые самонастраивающиеся системы.
20. Беспойсковые самонастраивающиеся системы. Принцип эталонной модели.
21. Релейные автоколебательные системы.
22. Системы с переменной структурой.

### 1 Критерии оценивания компетенций

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он имеет глубокие знания об аналитических и численных методах анализа математических моделей технических систем и технологических процессов; умеет использовать современные методы системного анализа процессов и принятия решений в системах управления, методы и инструментальные средства моделирования при исследовании и проектировании систем управления; уверенно владеет методами математического моделирования и автоматизированного проектирования при разработке и совершенствовании программно-технических средств и систем автоматизации и управления.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он знает аналитические и численные методы анализа математических моделей технических систем и технологических процессов; умеет использовать современные методы системного анализа процессов и принятия решений в системах управления, методы и инструментальные средства моделирования при исследовании и проектировании систем управления; владеет методами математического моделирования и автоматизированного проектирования при разработке и совершенствовании программно-технических средств и систем автоматизации и управления.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он имеет поверхностные знания об аналитических и численных методах анализа математических моделей технических систем и технологических процессов; ограниченно умеет использовать современные методы системного анализа процессов и принятия решений в системах управления, методы и инструментальные средства моделирования при исследовании и проектировании систем управления; неуверенно владеет методами математического моделирования и автоматизированного проектирования при разработке и

совершенствовании программно-технических средств и систем автоматизации и управления.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если он не знает аналитические и численные методы анализа математических моделей технических систем и технологических процессов; не умеет использовать современные методы системного анализа процессов и принятия решений в системах управления, методы и инструментальные средства моделирования при исследовании и проектировании систем управления; не умеет применять методы математического моделирования и автоматизированного проектирования при разработке и совершенствовании программно-технических средств и систем автоматизации и управления.

## 2 Описание шкалы оценивания

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. В случае если рейтинговый балл студента по дисциплине по итогам семестра равен 60, то программой автоматически добавляется 32 премиальных балла и выставляется оценка «отлично». 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  
при 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной шкале
35-40	Отлично
28-34	Хорошо
20-27	Удовлетворительно

## 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 — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры — в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет».

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 не предоставляется право пользования дополнительными материалами.