

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ефанов Алексей Валерьевич

Должность: Директор Невиномысского технологического института (филиал) СКФУ

Дата подписания: 13.06.2025 16:01:52

Уникальный программный ключ:

49214306dd433e7a1b0f8632f645f9d53c99e3d0

**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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Оптимальные и адаптивные системы управления»

Направление подготовки	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль)	Информационно-управляющие системы
Год начала обучения	2025
Форма обучения	Очная
Реализуется в семестре	7

РАЗРАБОТАНО
Доцент кафедры ИСЭиА
Д.В. Болдырев

Ставрополь 2025 г.

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины: формирование универсальных и профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Задачи дисциплины: усвоение основных закономерностей построения оптимальных систем управления; приобретение и совершенствование навыков построения математических моделей объектов и систем управления и их исследования с применением компьютерных средств.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптимальные и адаптивные системы управления» относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИД-1 _{УК-2} Формулирует цель проекта, определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение и определяет ожидаемые результаты решения задач;	Формулирует постановку задач, обеспечивающих достижение цели; прогнозирует ожидаемые результаты решения элементарных задач
	ИД-2 _{УК-2} Разрабатывает план действий для решения задач проекта, выбирая оптимальный способ их решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Выбирает оптимальный способ разработки проекта автоматизированной системы заявленного качества и за установленное время
	ИД-3 _{УК-2} Обеспечивает выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, в том числе с использованием цифровых инструментов	Разрабатывает план работы над проектом автоматизированной системы, обеспечивающего достижение поставленных целей, соблюдение сроков выполнения работ и затрат, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования
ПК-2. Способен участвовать в работах по расчету и проектированию средств и	ИД-1 _{ПК-2} Рассчитывает и проектирует средства и системы автоматизации в со-	Синтезирует оптимальные системы управления в соответствии с техническим

систем автоматизации с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования	ответствии с техническим заданием.	заданием
	ИД-3ПК-2 Выполняет сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования средств и систем управления с использованием современных информационных технологий.	Синтезирует оптимальные системы управления на основе предварительно собранных и проанализированных исходных данных с использованием современных информационных технологий

4 Объем учебной дисциплины (модуля) и формы контроля

Объем занятий: всего 4 з. е. 144 acad. час.	ОФО в acad. час.
Контактная работа	54
Лекций	18
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	18/0
Практических занятий/из них практическая подготовка	18/0
Самостоятельная работа	54
Формы контроля:	36
Экзамен	7 семестр

Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	Очная форма			СР
			Контактная работа обучающихся с преподавателем/из них в форме практической подготовки, часов			
			ЛК	ПЗ	ЛР	
			7 семестр			
1.	Тема 1. Оптимальное управление системами Постановка задачи оптимального управления: определение границ системы, выбор характеристического критерия, обоснование внутрисистемных переменных, составление математической модели. Классификация задач оптимального управления и методов их решения.	ИД-1УК-2 ИД-2УК-2 ИД-3УК-2 ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	4			6
2.	Тема 2. Метод классического вариационного исчисления Безусловный экстремум функционала, уравнения Эйлера, Эйлера-Пуассона. Задача на условный экстремум. Задача с подвижными концами траек-	ИД-1УК-2 ИД-2УК-2 ИД-3УК-2 ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	2	4/0	4/0	6

	тории. Достаточные условия экстремума функционала.					
3.	Тема 3. Принцип максимума Сущность принципа максимума. Теорема об n интервалах. Синтез оптимальных по быстродействию систем управления.	ИД-1 _{ук-2} ИД-2 _{ук-2} ИД-3 _{ук-2} ИД-1 _{пк-2} ИД-3 _{пк-2}	2	4/0	4/0	6
4.	Тема 4. Метод динамического программирования Свойства оптимальной траектории, принцип оптимальности. Динамическое программирование. Функциональное уравнение Беллмана.	ИД-1 _{ук-2} ИД-2 _{ук-2} ИД-3 _{ук-2} ИД-1 _{пк-2} ИД-3 _{пк-2}	2	4/0	4/0	6
5.	Тема 5. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов с помощью классического вариационного исчисления. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов методом динамического программирования. Синтез оптимальных линейных систем с обратной связью по квадратичному критерию качества; уравнение Риккати, его свойства; оптимизация по критерию обобщенной работы. Синтез оптимальных стационарных линейных регуляторов; модификация уравнения Риккати. Синтез регуляторов стационарных линейных систем при детерминированных внешних возмущениях. Синтез оптимального ПИ-регулятора.	ИД-1 _{ук-2} ИД-2 _{ук-2} ИД-3 _{ук-2} ИД-1 _{пк-2} ИД-3 _{пк-2}	2	6/0	6/0	6
6.	Тема 6. Адаптивное управление системами Понятие адаптивных систем. Структура адаптивных систем управления. Основные принципы построения контура адаптации. Классификация адаптивных систем. Типы адаптивных систем управления. Адаптивные системы с эталонной моделью, алгоритмы настройки параметров. Адап-	ИД-1 _{ук-2} ИД-2 _{ук-2} ИД-3 _{ук-2} ИД-1 _{пк-2} ИД-3 _{пк-2}	2			8

	тивные системы с идентификатором, принципы построения; синтез адаптивных систем с идентификатором.					
7.	Тема 7. Самонастраивающиеся системы Принципы построения самонастраивающихся систем. Самонастраивающиеся системы с определением экстремума; классификация методов определения экстремума в СНС.	ИД-1 _{УК-2} ИД-2 _{УК-2} ИД-3 _{УК-2} ИД-1 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	4			16
	ИТОГО за семестр		18	18/0	18/0	54
	ИТОГО		18	18/0	18/0	54

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (модулю) базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);
- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины (модуля).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений дисциплины (модуля) и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Лабораторные работы направлены на приобретение опыта практической работы в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Специальные разделы теории управления. Оптимальное управление динамическими системами : учебное пособие / Ю.Ю. Громов [и др.]. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 108 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64581.html> (дата обращения: 23.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Гайдук А.Р. Адаптивные системы управления : учебное пособие / Гайдук А.Р., Плаксиенко Е.А.. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. — 120 с. — ISBN 978-5-9275-2882-0. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87697.html> (дата обращения: 30.03.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Ванько В.И. Вариационное исчисление и оптимальное управление. Вып.15 : учебник для вузов / Ванько В.И., Ермошина О.В., Кувыркин Г.Н.. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. — 488 с. — ISBN 978-5-7038-3845-7, 978-5-7038-4876-0 (вып.15). — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/104539.html> (дата обращения: 23.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Оптимальное управление в технических системах. Практикум : учебное пособие / Е.А. Балашова [и др.]. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 288 с. — ISBN 978-5-00032-307-6. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/74014.html> (дата обращения: 23.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю):

1. Оптимальные и адаптивные системы управления : Методические указания для практических занятий для направления подготовки 15.03.04 — Автоматизация технологических процессов и производств / Сост.Д.В. Болдырев. — Невинномысск, 2025.

2. Оптимальные и адаптивные системы управления : Лабораторный практикум для направления подготовки 15.03.04 — Автоматизация технологических процессов и производств / Сост.Д.В. Болдырев. — Невинномысск, 2025.

3. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся при подготовке к занятиям, проводимым в интерактивной форме обучения по направлениям подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 18.03.01 Химическая технология 15.03.02 Технологические машины и оборудование, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств (магистратура), 09.03.02 Информационные системы и технологии, 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии / сост.: М.В. Должикова, А.А. Евдокимов, Е.Н. Павленко, А.И. Колдаев, А.В. Пашковский, Т.С. Чередниченко. — Невинномысск: НТИ (филиал) СКФУ, 2021. — 45 с.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

- <http://www.iprbookshop.ru> — Электронно-библиотечная система IPRbooks;
- <http://window.edu.ru> — Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»;
- <http://catalog.ncfu.ru> — Электронные каталоги Ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО;
- <http://www.intuit.ru> — Национальный открытый университет информационных технологий;
- <https://openedu.ru> — Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование».

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные справочные системы:

1.	https://tech.company-dis.ru — Актуальная профессиональная справочно-заочная система «Техэксперт»
2.	https://apps.webofknowledge.com — базаданных Web of Science
3.	https://elibrary.ru — база данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1.	http://www.garant.ru — Информационно-правовой портал
----	---

Программное обеспечение:

1.	Альт Рабочая станция 10
2.	Альт Рабочая станция К
3.	Альт «Сервер»
4.	Пакет офисных программ Р7-Офис

10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Лабораторные занятия	Учебная лаборатория корпоративных информационных систем, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения: комплект учебной мебели на 13 посадочных мест, доска 3-х секционная, АРМ с выходом в Интернет — 13 шт., демонстрационное оборудование: проектор, экран на штативе.
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.
Практическая подготовка	Осуществляется в структурных подразделениях университета и (или) в организациях, осуществляющих деятельность по профилю соответствующей образовательной программы, в том числе ее структурном подразделении.

11 Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под электронным обучением понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ — электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения — время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения — авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (Bigbluebutton, Microsoft Teams, а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.