

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ефанов Алексей Валерьевич

Должность: Директор Невиномысского технологического института (филиал) СКФУ

Дата подписания: 11.10.2022 11:31:09

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

«_____» _____ 2022 г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«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	

Разработано:
Доцент кафедры ИСЭА
Болдырев Д.В.

Ставрополь 2022 г.

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины: формирование 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. Ее освоение происходит в 7 семестре.

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
ПК-2. Способен участвовать в работах по расчету и проектированию средств и систем автоматизации с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования	ИД-1 _{ПК-2} Рассчитывает и проектирует средства и системы автоматизации в соответствии с техническим заданием.	Синтезирует оптимальные системы управления в соответствии с техническим заданием
	ИД-3 _{ПК-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:	З.е.	Астр. ч.	Из них в форме практической подготовки
Всего:	4	108	
Из них аудиторных:		40,5	
Лекций		13,5	
Лабораторных занятий		13,5	
Практических занятий		13,5	
Самостоятельной работы		40,5	
Формы контроля:			
Экзамен	7 семестр	27	

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

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

5.1 Тематический план дисциплины (модуля)

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции, индикаторы	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
7 семестр							
1.	Оптимальное управление системами	ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	1,5				
2.	Метод классического вариационного исчисления	ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	1,5	4,5			
3.	Принцип максимума	ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	1,5	1,5	1,5		
4.	Метод динамического программирования	ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	1,5	1,5	1,5		
5.	Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов	ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	3,0	6,0	10,5		
6.	Адаптивное управление системами	ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	1,5				
7.	Самонастраивающиеся системы	ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	1,5				
8.	Системы с адаптацией в особых фазовых состояниях	ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	1,5				
	Подготовка к экзамену	ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2				1,5	
	ИТОГО за семестр		13,5	13,5	13,5	1,5	67,5
	ИТОГО		13,5	13,5	13,5	1,5	67,5

5.2 Наименование и содержание лекций

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
7 семестр			
1.	Оптимальное управление системами 1. Общие сведения об оптимальном управлении. 2. Постановка задачи оптимального управления.	1,5	
2.	Метод классического вариационного исчисления	1,5	

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия классического вариационного исчисления. 2. Синтез оптимальных траекторий в задаче с фиксированными границами. 3. Синтез оптимальных траекторий в задаче с подвижными границами. 4. Синтез оптимальных траекторий в задаче с ограничениями. 5. Применение вариационного исчисления для оптимизации управления. 		
3.	<p>Принцип максимума</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Применение принципа максимума для оптимизации управления. 2. Решение задачи оптимального быстродействия. 	1,5	
4.	<p>Метод динамического программирования</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сущность метода динамического программирования. 2. Применение динамического программирования для оптимизации управления. 	1,5	
5.	<p>Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачи аналитического конструирования оптимальных регуляторов. 2. Синтез оптимальных стационарных регуляторов состояния. 3. Синтез оптимальных стационарных регуляторов для систем с детерминированными возмущениями. 	1,5	
6.	<p>Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Синтез оптимальных ПИ-регуляторов. 2. Синтез оптимальных ПИД-регуляторов. 	1,5	
7.	<p>Адаптивное управление системами</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Общие сведения об адаптивном управлении. Классификация адаптивных систем. 2. Структура адаптивных систем управления. 	1,5	
8.	<p>Самонастраивающиеся системы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поисковые самонастраивающиеся системы. 2. Бесписковые самонастраивающиеся системы. Принцип эталонной модели. 	1,5	
9.	<p>Системы с адаптацией в особых фазовых состояниях</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Релейные автоколебательные системы. 2. Системы с переменной структурой. 	1,5	
	Итого за 7 семестр	13,5	
	Итого	13,5	

5.3 Наименование лабораторных работ

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
7 семестр			
3	Синтез оптимальных по быстродействию систем управления с использованием принципа максимума.	1,5	
4	Синтез и анализ оптимальных систем управления методом динамического программирования.	1,5	
5	Синтез оптимального ПД-регулятора.	3,0	
5	Синтез оптимального ПИД-регулятора.	3,0	
5	Синтез оптимального ПИ-регулятора.	3,0	
5	Синтез и анализ оптимальных по точности систем при детерминированных сигналах с помощью уравнения Риккати.	1,5	
	Итого за 7 семестр	13,5	
	Итого	13,5	

5.4 Наименование практических занятий

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
7 семестр			
2	Решение задач вариационного исчисления с фиксированными границами и фиксированным временем.	1,5	
2	Решение задач вариационного исчисления на условный экстремум.	1,5	
2	Решение задач вариационного исчисления на условный экстремум (синтез оптимального управления).	1,5	
3	Решение линейной задачи оптимального управления с помощью принципа максимума.	1,5	
4	Решение линейной задачи оптимального управления методом динамического программирования.	1,5	
5	Решение задачи аналитического конструирования регуляторов методом динамического программирования.	1,5	
5	Синтез оптимального управления в стационарных линейных системах с помощью уравнения Риккати.	1,5	
5	Синтез оптимального управления в нестационарных линейных системах с помощью уравнения Риккати.	1,5	
5	Синтез оптимального ПИ-регулятора.	1,5	

	Итого за 7 семестр	13,5	
	Итого	13,5	

5.5 Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
7 семестр					
ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	Подготовка к лекции	Собеседование	1,0	1,0	2,0
ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	Подготовка к лабораторным работам	Собеседование	4,0	1,0	5,0
ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	Подготовка к практическому занятию	Собеседование	2,0	1,0	3,0
ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	Самостоятельное изучение литературы	Собеседование	29,5	1,0	30,5
ИД-1ПК-2 ИД-3ПК-2	Подготовка к экзамену	Устный экзамен	25,5	1,5	27,0
Итого за 7 семестр			62,0	5,5	67,5
Итого			62,0	5,0	67,5

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

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) «Оптимальные и адаптивные системы управления» базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля). 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;
- типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и уровня овладения формируемыми компетенциями в процессе освоения дисциплины (модуля).

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 заверченный раздел.

Лекционный материал посвящен рассмотрению ключевых, базовых положений курсов 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.

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. Бобцов А.А. Адаптивное управление возмущенными системами : учебное пособие / Бобцов А.А., Никифоров В.О., Пыркин А.А.. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 127 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/65763.html> (дата обращения: 23.04.2022). — 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, 2022.

2. Оптимальные и адаптивные системы управления : Лабораторный практикум для направления подготовки 15.03.04 — Автоматизация технологических процессов и производств / Сост. Д.В. Болдырев. — Невинномысск, 2022.

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 справочная 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.	MathWorks Mathlab. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013.
2.	PTC Mathcad Prime Договор 29-эа/14 от 08.07.2014.

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

Лекционные занятия	Учебная аудитория № 415А для проведения лекционных и практических занятий «Учебная аудитория»	Доска меловая – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., кафедра – 1 шт., ученический стол-парта – 17 шт., демонстрационное оборудование: проектор переносной, экран, ноутбук.
Лабораторные занятия	Учебная аудитория № 322 «Лаборатория корпоративных информационных систем»	Доска меловая – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., комплект ученической мебели – 4 шт., стол компьютерный – 13 шт., АРМ с выходом в Интернет – 13 шт., демонстрационное оборудование: проектор, экран на штативе.
Практические занятия	Учебная аудитория № 415А для проведения лекционных и практических занятий «Учебная аудитория»	Доска меловая – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., кафедра – 1 шт., ученический стол-парта – 17 шт., демонстрационное оборудование: проектор переносной, экран, ноутбук.
Самостоятельная работа	Аудитория № 321 «Помещение для самостоятельной работы обучающихся»	Доска меловая – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., стол одностумбовый – 1 шт., стол ученический (3х-местный) – 4 шт., стул офисный – 27 шт., стол

		компьютерный – 12 шт., АРМ с выходом в Интернет – 11 шт., шкаф для документов – 3 шт., шкаф офисный – 1 шт., демонстрационное оборудование: проектор переносной, экран, ноутбук.
--	--	--

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде. Специализированная мебель и технические средства обучения, служащие для представления учебной информации.

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, научно-исследовательской работы обучающихся (переносной ноутбук, переносной проектор, компьютеры с необходимым программным обеспечением и выходом в интернет).

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.