МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет Информационных технологий и автоматизации производственных процессов

Кафедра Автоматизированного управления и инновационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Оптимальные и адаптивные системы управления»

(наименование дисциплины)

2.3 Информационные технологии и телекоммуникации

2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

(шифры научных специальностей, наименование научных специальностей)

Квалификация —

Форма обучения очная

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины.

Цель изучения дисциплины «Оптимальные и адаптивные системы управления» заключается в формировании у аспирантов теоретических знаний и практических навыков, необходимых для проектирования и анализа сложных технических систем, обеспечивающих эффективное управление объектами различной природы в условиях неопределенности и изменений внешней среды.

Задачи изучения дисциплины:

– изучение основных понятий и концепций адаптивных систем, основных свойств систем с устройствами идентификации, самонастройки, адаптации, качества и эффективности процессов управления и роли человека в автоматизации технологических и информационных процессов;

– формирование представлений о принципах функционирования и пределах устойчивости и качества адаптивных автоматических систем, о взаимодействии объектов управления, элементов и технических средств автоматизации и человека, о перспективах развития теории и систем управления в различных областях науки, техники и производства.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: дисциплина «Оптимальные и адаптивные системы управления» относится к элективным дисциплинам блока 2 «Образовательный компонент» образовательной программы, направлена на повышение компетенций обучающихся по всем специальностям подготовки научных и научно-педагогических кадров в ФГБОУ ВО «ДонГТУ».

Дисциплина реализуется кафедрой автоматизированного управления и инновационных технологий.

Основывается на базе дисциплин, изученных в результате освоения предшествующих программ бакалавриата, специалитета и магистратуры.

Является основой для изучения следующих дисциплин: Педагогическая практика, Производственная практика (научно-исследовательская работа), Научная деятельность аспиранта, направленная на выполнение диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, Подготовка публикаций и (или) заявок на патенты на изобретения, полезные модели, а также направлена на формирование компетенций по способности использовать знания в различных сферах жизнедеятельности, способности к изучению и анализу исследовательской деятельности, способности к научно-методическому сопровождению исследовательской деятельности, способности к ведению преподавательской деятельности.

Дисциплина читается на 1 курсе. Форма промежуточной аттестации – диф. зачет.

3 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ч.), практические (36 ч.) занятия и самостоятельная работа (72ч.).

Самостоятельная работа аспиранта включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к дифференцированному зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч.
		1
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа аспирантов, в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	18	18
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	16	16
Домашнее задание	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	-	-
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	16	16
Подготовка к зачету	4	4
Промежуточная аттестация – диф. зачет (д/з)	д/з	д/з
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

4 Содержание дисциплины

Дисциплина разбита на 4 темы:
– Тема 1 (Общие сведения о задачах адаптивного управления);
– Тема 2 (Системы прямого адаптивного управления);
– Тема 3 (Адаптивные системы идентификационного типа);
– Тема 4 (Адаптивное управление нелинейными колебаниями).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоем-кость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоем-кость в ак.ч.	Тема лаборатор-ных занятий	Трудоем-кость в ак.ч.
1	Общие сведения о задачах адаптивного управления	Основные категории, классификация адаптивных систем, методика решения задач адаптивного управления	10	Основные подходы проектирования адаптивных систем	8	–	–
2	Системы прямого адаптивного управления	Адаптивное управление по состоянию и по выходу, использование эталонных моделей, основные подходы к синтезу контура адаптации	10	Использование явной эталонной модели. Алгоритмы адаптации. Алгоритмы с неявной эталонной моделью. Метод непосредственной компенсации	10	–	–
3	Адаптивные системы идентификационного типа	Особенности адаптивной идентификации, идентификация с измерением вектора состояния и по измерениям выхода, робастность идентификатора	8	Условия существования решения задачи адаптивной идентификации. Адаптивные системы при наличии возмущений	10	–	–
4	Адаптивное управление нелинейными колебаниями	Задачи управления колебаниями. Виды задач управления колебаниями. Устойчивость относительно множества.	8	Особенности задач адаптивного управления колебательными системами	8	–	–

5 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://dontu.ru/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Всего по текущей работе аспирант может набрать 100 баллов, в том числе:

– за выполнение практического задания согласно таблице 2 рабочей программы (по выбору аспиранта) – всего 40 баллов;

– за выполнение индивидуального задания – всего 60 баллов.

Дифференцированный зачет проставляется автоматически, если аспирант набрал в течении курса не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Дифференцированный зачет по дисциплине «Оптимальные и адаптивные системы управления» проводится по результатам работы за курс. В случае, если полученная сумма баллов не устраивает аспиранта, во время промежуточной аттестации аспирант имеет право повысить итоговую оценку в форме устного собеседования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
1-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

5.2 Темы индивидуального задания

1. Критерий оптимизации.
2. Формулировка задачи синтеза оптимального управления.
3. Оптимальные системы.
4. Краевые условия.

5. Метод динамического программирования.
6. Оптимальное управление при неполной информации о векторе состояния.
7. Структура оптимального регулятора.
8. Оптимальный наблюдатель.
9. Оптимальные стохастические дискретные системы.
10. Оптимальное по быстродействию управление.
11. Определение принципа максимума Понтрягина.
12. Функция Гамильтона.
13. Этапы расчета системы по принципу максимума Понтрягина.
14. Экстремальные системы.
15. Градиент функции.
16. Способ синхронного детектирования.
17. Способ производной по времени.
18. Способ градиента.
19. Способ наискорейшего спуска.
20. Адаптивные системы.
21. Гипотеза о квазистационарности.
22. Идентификационный алгоритм адаптивного управления.
23. Структура адаптивных систем.
24. Параметрически адаптивные системы.
25. Системы с разомкнутыми цепями самонастройки.
26. Системы с замкнутыми цепями самонастройки.
27. Самонастраивающиеся системы с эталонной моделью.
28. Самонастраивающиеся системы с идентификатором.
29. Системы с экстремальной самонастройкой.
30. Системы с самоорганизацией.
31. Игровые системы.
32. Чувствительность системы управления.
33. Условия Лагранжа, необходимые для минимизации функционала.
34. Способ запоминания экстремума, способ Гаусса-Зайделя.
35. Эталонная модель.

5.3 Перечень вопросов и заданий для подготовки к дифференцированному зачету

1. Постановка задачи адаптивного управления.
2. Структура и классификация адаптивных систем управления.
3. Методика решения задач адаптивного управления.
4. Адаптивное управление по состоянию и по выходу.
5. Метод скоростного градиента.
6. Робастность систем скоростного градиента.
7. Параметрическая адаптация по состоянию с явной эталонной моделью.
8. Сигнальная адаптация по состоянию с явной эталонной моделью.

9. Сигнально-параметрическая адаптация по состоянию с явной эталонной моделью.

10. Параметрическая адаптация по состоянию с неявной эталонной моделью.

11. Сигнально-параметрическая адаптация по состоянию с неявной эталонной моделью.

12. Методы непосредственной компенсации.

13. Итеративные процедуры синтеза при управлении по состоянию.

14. Адаптивное управление по выходу.

15. Адаптивное управление по выходу линейным объектом с относительной степенью равной единице.

16. Адаптивное управление и робастность системы.

17. Адаптивная идентификация.

18. Задача идентификации в нормальном режиме работы системы.

19. Вырождаемость задачи идентификации.

20. Декомпозиция информационной матрицы алгоритма идентификации.

21. Условие постоянного возбуждения.

22. Идентификация и модель для получения оценки.

23. Использование градиентного алгоритма при идентификации.

24. Использование метода наименьших квадратов при идентификации.

25. Метод наименьших квадратов с экспоненциальной потерей памяти.

26. Адаптивное управление механическими системами.

27. Управление энергией механической системы.

Тестовые задания (комплект тестовых заданий)

1. Системы, изменяющие управляемую величину по заранее заданной программе, называются:

а) Стабилизирующими системами.

б) Программными системами.

в) Следящими системами.

г) Экстремальными системами.

2. Методы теории оптимальных процессов можно условно разделить на:

а) Точные и неточные.

б) Прямые и косвенные.

в) Статические и вероятностные.

г) Правильного ответа нет.

3. Полная математическая модель общей задачи оптимизации управления состоит из:

а) Процесса управляемого движения.

б) Располагаемых ресурсов и технических ограничений.
в) Показателя качества процесса управления.
г) Все перечисленные.

4. Системы с идентификационным алгоритмом называют:
а) Оптимальными.
б) Адаптивными.
в) Параметрически адаптивными.
г) Непрерывными.

5. Чем в основном обеспечивается получение требуемого быстродействия процесса?
а) Посредством выбора соответствующих элементов (двигателей, усилителей, исполнительных органов и т.д.).
б) Ведением нескольких параллельных задач процесса.
в) Внедрением корректирующих средств.
г) Изменением параметров системы (постоянные времени, коэффициент передачи).

6. Какая система автоматического управления называется оптимальной?
а) Система, которой приданы удовлетворительные качества.
б) Система с наилучшими показателями качества при максимальных затратах.
в) Система, которой тем или иным способом приданы наилучшие качества в каком-либо определенном смысле.
г) Любая динамическая система управления.

7. Синтез оптимальной структуры управляющего устройства включает этапы:
а) Определения оптимального алгоритма управления и его техническая реализация.
б) Оптимизации закона управления.
в) Минимизации себестоимости управляющего устройства при максимизации управляющего воздействия.
г) Определения оптимального алгоритма управления.

8. Функционально-адаптивные системы управления – это:
а) Системы, реализующие обратный алгоритм управления, параметры регулятора изменяются в зависимости от критерия качества функционирования системы.
б) Системы, реализующие параллельный алгоритм управления, параметры регулятора изменяются в зависимости от структуры объекта управления.
в) Системы, реализующие прямой алгоритм управления, параметры

регулятора изменяются в зависимости от критерия качества функционирования системы.

г) Системы, реализующие прямой алгоритм управления, параметры регулятора изменяются в зависимости от структуры объекта управления.

9. Основной контур регулирования включает в себя:

а) Изменяющуюся часть регулятора и адаптер.

б) Объект с регулятором.

в) Объект и изменяющуюся часть регулятора.

г) Адаптер.

10. Что понимают под улучшением качества процесса управления?

а) Получение уточненных коэффициентов передачи отдельных звеньев.

б) Изменение динамических свойств системы с целью получения необходимого запаса устойчивости и быстродействия.

в) Получение максимально большого запаса устойчивости.

г) Улучшение общего качества исполнительных органов процесса.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 441 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00975-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/538011 (дата обращения: 18.05.2024).

2. Рачков, М. Ю. Оптимальное управление в технических системах : учебное пособие для вузов / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 120 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09144-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/538448 (дата обращения: 18.05.2024).

3. Мыльник, В. В. Исследование систем управления : учебное пособие / В. В. Мыльник, Б. П. Титаренко. - 2-е изд. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2020. - 238 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01330-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/1102075 (дата обращения: 18.05.2024). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 331 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01459-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/538014 (дата обращения: 18.0.2024).

2. Веселая, А. А. Компьютерное моделирование устойчивости систем управления : учебное пособие / А. А. Веселая ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2024. - 145 с. - ISBN 978-5-9275-4662-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2191390 (дата обращения: 18.05.2024).

3. Трофимов, В. Б. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами: учебное пособие / В. Б. Трофимов, С. М. Кулаков. - 2-е изд., испр. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 256 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-9729-0488-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1167725 (дата обращения: 18.05.2024).

6.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.
2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: http://ntb.bstu.ru/jirbis2/. — Текст : электронный.
3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x. — Текст : электронный.
4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.
5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: http://www.iprbookshop.ru/. — Текст : электронный.
6. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования http://www.fgosvo.ru/
7. Сайт Национального фонда профессиональных квалификаций (НФПК) http://univer.ntf.ru/p82aa1.html
8. Сайт Проекта 5/100 https://5top100.ru/
9. Сайт опорных университетов http://опорныйуниверситет.рф/
10. Сайты ведущих университетов РФ

7 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: *Компьютерный класс* (38 посадочных мест) Доска для написания мелом - 1шт. Компьютер ПК на базе Intel(R) Pentium(R) Gold G6405 CPU @ 4.10GHz - 13 шт. Компьютер Intel Pentium(R)-4 CPU @2.40GHz - 1 шт. Компьютер ПК на базе Intel CeleronCPU @2.40GHz - 2шт. Компьютер Intel Pentium(R) Dual-Core CPU E5200 @2.50GHz - 1 шт. Мультимедийный проектор Accer - 1 Web камера - 1шт. Колонки (комплект) - 1 шт. Рециркулятор - 1 шт. Экран для проектора S`OK CINEMA MOTOSCREEN - 1 шт.	ауд. *222* корп. *1*

Лист согласования РПД

Разработал

доц. каф. АУИТ _____ Шиков Н.Н.
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой автоматизированного управления и инновационных технологий _____ Мова Е.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры автоматизированного управления и инновационных технологий от 09.07.2024 г.

Согласовано

Заведующий аспирантурой _____ Филатов М.А.
(подпись) (Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра _____ Коваленко О.А.
(подпись) (Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

<table>
<tr><td colspan="2">Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений</td></tr>
<tr><td>БЫЛО:</td><td>СТАЛО:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Основание:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Подпись лица, ответственного за внесение изменений</td></tr>
</table>