

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений
Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Адаптивное управление»

Направление подготовки магистров – 27.04.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль) – Управление и информатика в технических системах

Типы задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский, проектно-конструкторский

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 2021

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки магистров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: доцент кафедры АТП

П.К. Кузин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП
« ____ » _____ 2021 г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

Б.И. Марголис

Согласовано:

Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Адаптивное управление» является подготовка студентов к профессиональной деятельности в области исследования, расчета, анализа и моделирования адаптивных систем управления.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение теоретических знаний по методам построения моделей адаптивных систем управления;
- приобретение теоретических знаний по методам исследования адаптивных систем управления;
- овладение методами компьютерного моделирования адаптивных систем управления.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, полученные студентами при изучении дисциплин: «Теория автоматического управления», «Автоматизация технологических процессов и производств», «Моделирование систем управления».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при изучении дисциплин «Компьютерные технологии» и «Современные проблемы теории управления».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Перечень компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП

Компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ПК-1. Способен разрабатывать варианты структурных схем системы управления технологическим процессом и осуществлять выбор оптимальной структурной схемы.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-1.2. Применяет основные принципы и методы оптимального, нечеткого, нейросетевого, робастного и адаптивного управления при разработке и проектировании систем и средств управления.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1. Принципы построения адаптивных систем управления.

З2. Методы синтеза адаптивных систем управления.

Уметь:

У1. Применять алгоритмы адаптивного управления для синтеза адаптивных систем управления.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1. Разрабатывать математические модели адаптивных систем в среде Simulink.

ПП1. Производить настройку параметров алгоритмов адаптивного управления, обеспечивающую повышение скорости сходимости алгоритма при сохранении устойчивости автоматической системы.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных и практических занятий, самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		24
В том числе:		
Лекции		12
Практические занятия (ПЗ)		12
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		84
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины - подготовка к практическим занятиям		60 24
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		12
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		12
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№ п/п	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Самостоят. работа
1	Классификация адаптивных систем управления. Структуры самонастраивающихся адаптивных систем управления.	11	1	-	10
2	Адаптивные системы управления с эталонной моделью.	39	5	4	30
3	Адаптивные системы управления с идентификатором.	58	6	8	44
Всего на дисциплину		108	12	12	84

5.2. Содержание дисциплины

Модуль 1 «Классификация адаптивных систем управления»

Классификация адаптивных систем управления. Структурные схемы адаптивных систем управления.

Модуль 2 «Адаптивные системы управления с эталонной моделью»

Постановка задачи синтеза адаптивной системы управления с эталонной моделью (ЭМ). Синтез адаптивного регулятора самонастраивающейся системы (СНС) с ЭМ. Адаптивное управление по выходу линейным объектом с единичным относительным порядком. Адаптивное управление по выходу линейным объектом с произвольным относительным порядком.

Модуль 3 «Адаптивные системы управления с идентификатором»

Идентификационная модель объекта управления первого порядка. Идентификационная модель объекта управления n - го порядка. Градиентный идентификатор. МНК – идентификатор. МНК – идентификатор с экспоненциальной потерей памяти.

5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

5.4. Практические занятия

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Модули. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
Модуль 2 Цель: приобретение практических навыков моделирования адаптивных систем с ЭМ в Simulink	Синтез адаптивного регулятора для объекта управления с единичным относительным порядком в СНС с ЭМ. Синтез адаптивного регулятора для объекта управления с произвольным относительным порядком в СНС с ЭМ.	4
Модуль 3 Цель: приобретение практических навыков моделирования адаптивных систем с идентификатором в Simulink	Синтез градиентного идентификатора. Синтез МНК - идентификатора.	8

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, способности применять современные методы разработки алгоритмического обеспечения систем управления, готовности к применению основных методов синтеза адаптивных систем управления при разработке и проектировании средств управления объектами.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям и текущему контролю успеваемости, зачету.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы обучения.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления: учебник для вузов по машиностр. и приборостор. спец. / К.А. Пупков [и др.]; под ред. Н.Д. Егупова. - Москва: Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2001. - 743 с.: ил. - (Методы теории автомат. упр.). - Библиогр.: с. 719 - 734. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7038-1635-1: 90 p. - (ID=10409-12)

2. 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, 2022. – 441 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00975-0. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491183>. - (ID=136127-0)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Никифоров, В.О. Адаптивное и робастное управление с компенсацией возмущений / В.О. Никифоров; Санкт-Петербургский гос. ун-т информ. технологий, механики и оптики. - СПб.: Наука, 2003. - 282 с. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-02-025006-6: 90 p. - (ID=21688-2)

2. 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, 2022. – 331 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01459-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491186>. - (ID=145244-0)

3. Сердобинцев, Ю. П. Оптимальное и адаптивное управление: учебное пособие / Ю. П. Сердобинцев, М. П. Кухтик. – Волгоград: ВолгГТУ, 2019. – 112 с. – ISBN 978-5-9948-3552-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.–URL: <https://e.lanbook.com/book/157184>. - (ID=145245-0)

4. Чертовской, В. Д. Моделирование процессов адаптивного автоматизированного управления производством: монография / В. Д. Чертовской. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-3668-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/119643>. - (ID=145246-0)

5. Бухвалов, Н. Ю. Адаптивные механизмы саморазвития и формирование ключевых компетенций управления высокотехнологичных предприятий: монография / Н. Ю. Бухвалов; под редакцией А. И. Татаркина. – Пермь: ПНИПУ, 2015. – 214 с. – ISBN 978-5-398-01511-9. – Текст: электронный // Лань:

электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/161047>. - (ID=145247-0)

7.3. Методические материалы

1. Комиссарчик, В.Ф. Основы нечеткого, нейросетевого, адаптивного и робастного управления: учеб. пособие для вузов по направлению 220200.62 "Автоматизация и упр." подготовки бакалавров: в составе учебно-методического комплекса / В.Ф. Комиссарчик, С.И. Суркова; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь: ТвГТУ, 2010. - 211 с.: ил. - (УМК-У). - Сервер. - Текст: непосредственный. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0575-2: 125 р. 70 к. - (ID=84974-66)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/116816>

8. Материально-техническое обеспечение

При изучении дисциплины «Адаптивное управление» используется демонстрация справочного и методического материала с помощью проектора.

Практические занятия проводятся в компьютерных классах университета.

9.Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем: по результатам текущего контроля знаний обучающегося без дополнительных контрольных испытаний или с выполнением дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей в текущем контроле.

3. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении), задание выполняется письменно;

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

Ниже базового - 0 баллов.

Базовый уровень – 1 балл.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие умения – 0 баллов.

Наличие умения – 1 балл.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 12.

Число вопросов (задний) – 3.

Продолжительность зачета – 60 минут.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Классификация адаптивных систем управления.
2. Структурные схемы самонастраивающихся систем управления (СНС).
3. Синтез адаптивного регулятора СНС с эталонной моделью (ЭМ).
4. Адаптивное управление объектом управления с единичным относительным порядком.

5. Структурная схема СНС с идентификатором. Идентификационная модель.
6. Идентификационная модель ОУ первого порядка.
7. Идентификационная модель ОУ n-го порядка.
8. Градиентный алгоритм идентификации.
9. Структурная схема СНС с градиентным идентификатором.
10. Алгоритм МНК – идентификации.
11. МНК – идентификатор с экспоненциальной потерей памяти.
12. Структурная схема СНС с МНК-идентификатором с экспоненциальной потерей памяти.

6. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий; выполнения всех практических работ.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом курсовая работа (проект) по дисциплине не предусмотрена.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с системой балльно-рейтинговой оценки, которая должны быть опубликована и размещена на сайте вуза или кафедры.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ и всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами. Форма протокола утверждена «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов».

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки магистров – 27.04.04 Управление в технических системах
Направленность (профиль)–Управление и информатика в технических системах
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»
Дисциплина «Адаптивное управление»

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО
КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:
Структурная схема СНС с эталонной моделью.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:
Задан собственный оператор фильтров $A_\phi(p) = p^3 + 7p^2 + 10p + 8$.
Напишите уравнения состояния-выхода фильтров входного и выходного сигналов ОУ.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:
Заданы:

– передаточная функция ОУ

$$W_{oy}(p) = \frac{2p^2 + b_2p + 1}{p^3 + 6p^2 + 11p + 6}, \text{ где } b_2 \text{ – неизвестный параметр,}$$

– собственный оператор фильтров $A_\phi(p) = p^3 + 7p^2 + 10p + 8$.

Составьте сигнальную матрицу для идентификационной модели.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Составитель: доцент каф. АТП _____ П.К. Кузин

Заведующий кафедрой АТП _____ Б.И. Марголис