

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НИИД
А.А. Артемьев
_____ 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины образовательного компонента
«Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами»

Научная специальность подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре

**2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами (технические науки)**

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»
Семестры 4, 5

Тверь 2022

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану

Разработчики программы:
заведующий кафедрой АТП



Б.И. Марголис

профессор кафедры АТП



О.Л. Ахремчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП
« 05 » 07 2022 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой АТП



Б.И. Марголис

Согласовано
Начальник отдела аспирантуры
и докторантуры



О.И. Туманова

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки



О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является подготовка к научно-исследовательской и преподавательской деятельности в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение теоретических знаний в области математического моделирования функциональных задач и объектов управления, оптимизации и оптимального управления техническими системами, технологическими процессами и производствами в промышленности;
- изучение основ, средств и методов промышленной технологии создания автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами;
- изучение методов исследования и оптимизации модульных структур систем сбора и обработки данных в автоматизированных системах различного назначения;
- приобретение знаний теоретических основ, методов и алгоритмов интеллектуализации решения прикладных задач при построении АСУ широкого назначения;
- формирование практических навыков анализа и синтеза систем автоматического управления технологическими процессами;
- овладение методами идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления;
- формирование практических приемов для разработки математического и алгоритмического обеспечения систем управления технологическими процессами и производствами;
- получение навыков имитационного моделирования функционирования промышленных систем автоматизации.

2. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина является базовой в образовательном компоненте подготовки аспиранта. На основе содержания дисциплины формируется программа кандидатского экзамена. Дисциплина имеет неразрывную связь с научным компонентом как методологическая основа научно-исследовательской деятельности и научно-исследовательского семинара по этапам выполнения научного исследования. Дисциплина изучается в 4 и 5 семестрах.

3. Планируемые результаты обучения

3.1. Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП

ОК-5. Готов к проведению научных исследований по научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается диссертация.

3.2. Показатели достижения компетенций:

Знать:

31. Теоретические основы аналитических и экспериментальных методов исследования математических моделей объектов управления.

32. Методы анализа и синтеза систем управления технологическими процессами и производствами.

33. Аналитические и экспериментальные методы идентификации объектов управления.

Уметь:

У1. Осуществлять анализ технологического процесса как объекта управления.

У2. Выбирать структурные схемы систем управления технологическими процессами.

У3. Получать математические модели объектов управления.

У4. Производить расчеты настроек промышленных регуляторов систем автоматического управления.

3.3. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение практических занятий.

4. Трудоемкость и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость	5	180
Аудиторные занятия (всего)		64
В том числе:		
Лекции		32
Практические занятия (ПЗ)		32
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		116
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы:		80
изучение разделов дисциплины		40
подготовка к практическим занятиям и зачету		20
подготовка к экзамену		20
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация		36
Зачет		
Экзамен		36
Практическая подготовка (всего)		32

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули, трудоемкость в часах и виды учебной работы
Семестр 4

№	Наименование модуля	Труд-ть, часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Общие сведения о системах автоматизации технологических процессов и производств	6	2	-	-	4
2	Математическое описание объектов управления	16	4	4	-	8
3	Промышленные регуляторы	4	-	2	-	2
4	Расчет настроек регуляторов	4	-	2	-	2
5	Повышение качества регулирования	14	2	4	-	8
6	Типовые схемы автоматизации технологических процессов и производств	14	6	-	-	8
7	Расчет цифровых систем управления	14	2	4	-	8
Всего		72	16	16	-	40

Семестр 5

№	Наименование модуля	Труд-ть, часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
8	Идентификация частотных характеристик объектов управления	38	6	6	-	14+12(экз.)
9	Анализ и синтез систем регулирования при случайных воздействиях	38	6	6	-	14+12(экз.)
10	Фильтрация возмущений	32	4	4	-	12+12(экз.)
Всего		108	16	16	-	40+36(экз.)

5.2. Содержание дисциплины

Модуль 1 «Общие сведения о системах автоматизации технологических процессов и производств»

Народнохозяйственное значение систем автоматизации технологических процессов. Краткие сведения об истории развития систем автоматизации. Основные функции систем автоматизации. Задачи расчета замкнутых систем управления. Определение и классификация АСУ. Режимы работы АСУТП и АСУП. Виды обеспечений систем автоматизации.

Модуль 2 «Математическое описание объектов управления»

Основные характеристики и свойства объектов управления. Методы математического описания объектов управления. Получение и аппроксимация временных характеристик объектов управления.

Модуль 3 «Промышленные регуляторы»

Функциональная схема регулятора. Классификация регуляторов. Реализация законов регулирования.

Модуль 4 «Расчет настроек регуляторов»

Качество регулирования. Типовые оптимальные процессы регулирования. Методы расчета настроек регуляторов. Анализ качества регулирования.

Модуль 5 «Повышение качества регулирования»

Каскадные системы автоматического регулирования (САР). САР со скоростным импульсом от промежуточной регулируемой величины. Комбинированные САР. Системы связанного регулирования. Регулирование объектов с чистым запаздыванием.

Модуль 6 «Типовые схемы автоматизации технологических процессов и производств»

Автоматизация гидромеханических процессов. Автоматизация тепловых процессов. Автоматизация массообменных процессов. Автоматизация химических реакторов. Автоматизация объектов энергетики. Автоматизация биотехнологических процессов.

Модуль 7 «Расчет цифровых систем управления»

Характеристики цифровых систем управления. Структурная схема системы цифрового управления. Типовые дискретные законы регулирования. Расчет настроек цифровых регуляторов. Анализ качества регулирования.

Модуль 8 «Идентификация частотных характеристик объектов управления»

Основные характеристики временных рядов. Преобразование Фурье временных рядов. Спектральная плотность мощности и ее определение. Связь между спектрами сигналов в динамической системе. Оценка частотных характеристик динамических систем.

Модуль 9 «Анализ и синтез систем регулирования при случайных воздействиях»

Определение дисперсии регулируемой переменной в замкнутой системе. Синтез регулятора с минимальной дисперсией. Имитационное моделирование систем регулирования при случайных воздействиях.

Модуль 10 «Фильтрация возмущений»

Классификация фильтров. Явление транспонирования частот. Фильтры первого, второго и произвольного порядков. Рекурсивный фильтр Баттерворта. Нерекурсивные симметричные фильтры.

5.3. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

5.4. Практические занятия

Таблица 4. Тематика практических занятий и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Тематика практических занятий	Трудо- емкость в часах
Модуль 2 Цель: формирование умений по идентификации моделей объектов управления	Аппроксимация кривых разгона объектов регулирования.	2
	Идентификация моделей при действии неконтролируемых возмущений	2
Модуль 3 Цель: овладение знаниями по характеристикам типовых промышленных регуляторов	Реализация типовых законов регулирования	2
Модуль 4 Цель: овладение методами расчета настроек регуляторов САР	Расчет настроек промышленных регуляторов в одноконтурных САР	2
Модуль 5 Цель: овладение практическими навыками исследования САР усложненной структуры	Каскадные и комбинированные САР.	2
	Адаптация настроек регулятора при неконтролируемых возмущениях	2
Модуль 7 Цель: овладение знаниями по расчету настроек цифровых и релейных регуляторов	Исследование цифровых и релейных САР.	2
	Методики интеллектуализации расчета настроек регуляторов	2
Модуль 8 Цель: овладение спектральными методами оценки частотных характеристик динамических систем	Идентификация частотных характеристик динамических систем.	2
	Разработка алгоритмов управления с идентификацией модели объекта управления	4
Модуль 9 Цель: освоение практических методик настройки регулятора в замкнутых САР	Методы Зиглера-Николса и 12-ти точек.	2
	Имитационное моделирование систем регулирования при случайных воздействиях	4
Модуль 10 Цель: освоение практических методик настройки фильтрующих устройств общепромышленных регуляторов	Настройка полосы и постоянной времени фильтра.	2
	Разработка алгоритмов управления на основе методов фильтрации	2

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, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений в области анализа и синтеза систем управления технологическими процессами.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

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

В рамках дисциплины выполняется 14 практических работ, которые защищаются посредством устного опроса. Максимальная оценка за каждую выполненную работу – 5 баллов, минимальная – 3 балла. К сдаче зачета и экзамена допускаются студенты, выполнившие все контрольные и практические работы.

7. Фонд оценочных средств дисциплины

7.1. Фонд оценочных средств в виде экзамена

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Уровни сформированности содержания компетенций и показатели уровней сформированности компетенций в баллах приведены в таблице 5.

Таблица 5. Уровни и показатели уровней сформированности компетенций

Порядковый номер компетенции	Коды содержания компетенций	Порядковые номера модулей	Уровни сформированности содержания компетенции	Баллы по шкале уровня
1	ОК-5	М1-М10	Ниже базового	0
			Базовый	1
			Повышенный	2

3. Виды критериев уровня сформированности компетенций:

Допуск до экзамена (бинарный критерий) – допущен или не допущен.

Показателем является выполнение всех контрольных мероприятий по текущему контролю успеваемости.

Критерии оценки и ее значения для категории «знать» (количественный критерий):

Ниже базового - 0 баллов.

Базовый уровень (репродуктивные знания) – 1 балл.

Повышенный уровень (продуктивные знания) – 2 балла.

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

Отсутствие умения – 0 баллов.

Наличие умения – 1 балл.

4. Вид экзамена – письменный экзамен.

5. Форма экзаменационного билета.

Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

С целью повышения ответственности обучающегося за результат экзамена устанавливаются следующие требования:

частично правильные ответы с дробными баллами не предусмотрены;

верное выполнение задания (решения задачи) не допускает любых погрешностей по существу задания.

6. Критерии оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

7. База заданий, предназначенных для предъявления студентам на экзамене.

Число экзаменационных билетов – 10. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3.

8. Методические материалы, определяющие процедуру проведения экзамена

Продолжительность экзамена – 60 минут.

При ответе на вопросы экзамена допускается пользоваться справочными данными.

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании аспиранта покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать аспиранту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного аспиранту.

7.2. Фонд оценочных средств в форме зачета

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

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем по согласованию с заведующим кафедрой: по результатам суммарного рейтинга в соответствии с рейтинг-планом по дисциплине.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Марголис, Б.И. Компьютерные методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования в среде MATLAB: учеб. пособие/ Б.И. Марголис; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - 92 с.: ил. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0786-2: [б. ц.]. - (ID=110065-73)

2. Марголис, Б.И. Компьютерные методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования в среде MATLAB: учеб. пособие: в составе учебно-методического комплекса / Б.И. Марголис; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - (УМК-У). - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0786-2: 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/110258> . - (ID=110258-1)

3. Комиссарчик, В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учеб. пособие: / В.Ф. Комиссарчик; Тверской гос. техн. ун-т. -

Тверь: ТвГТУ, 2001. - 247 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - 60 р. - (ID=7865-16)

8.2. 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: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-01459-4. - URL: <https://urait.ru/bcode/491186> . - (ID=145244-0)

2. Ким, Д.П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы: учебник и практикум для вузов по инженерно-техническим направлениям и направлению "Автоматизация и управление": в составе учебно-методического комплекса / Д.П. Ким. - 3-е изд. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование) (УМК-У). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-00975-0. - URL: <https://urait.ru/bcode/491183> . - (ID=136127-0)

3. Кудинов, Ю.И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB – SIMULINK): учебное пособие для вузов по направлению "Прикладные математика и физика", а также другим математическим и естественнонаучным направлениям и специальностям и смежным направлениям и специальностям в области техники и технологий / Ю.И. Кудинов, Ф.Ф. Пащенко. - 4-е изд. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-8114-5520-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/166342> . - (ID=136112-0)

4. Дорф, Р. Современные системы управления = Modern Control Systems: пер. с англ. / Р. Дорф, Р. Бишоп. - Москва: Лаборатория Базовых Знаний, 2013. - 831 с.: ил. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-93208-119-8: 290 р. 18 к. - (ID=132065-1)

5. Изерман, Р. Цифровые системы управления: в составе учебно-методического комплекса / Р. Изерман; под ред. И.М. Макарова. - Москва: Мир, 1984. - 541 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - (ID=51076-1)

8.3. 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. ЭКТвГТУ: <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 "МАКСИ-МУМ": 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>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Практические занятия проводятся в лабораториях кафедры «Автоматизация технологических процессов» и по месту нахождения исследуемых объектов автоматизации.

10. Лист регистрации изменений

Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номера листов			Основание для внесения изме- нения	Дата внесения изменения	Дата внесения изменения в дейст- вие	Ф.И.О. ответственного
	измененного	нового	изъятого				

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

Научная специальность подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре – 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»
Дисциплина «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Классификация систем автоматизации по уровню технической сложности.
2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Частотные характеристики типовых общепромышленных регуляторов.
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балла:
По заданной переходной характеристике определить передаточную функцию объекта методом площадей Симою.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

- «отлично» - при сумме баллов 5;
- «хорошо» - при сумме баллов 4;
- «удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
- «неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: заведующий кафедрой АТП _____ Б.И. Марголис

Заведующий кафедрой: _____ Б.И. Марголис