

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Управление в биотехнических системах»

Направление подготовки бакалавров – 12.03.04 Биотехнические системы и технологии.

Направленность (профиль) – Инженерное дело в медико-биологической практике.

Типы задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский, производственно-технологический.

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 20__

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

Разработчик программы: доцент кафедры АТП

В.Г. Васильев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП
« ____ » _____ 20 ____ 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. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Управление в биотехнических системах» является формирование знаний по теории автоматического управления, её применение в биотехнических системах различного назначения, а также оптимизации управленческих решений в автоматизированных системах управления здравоохранением.

Задачами дисциплины являются:

- **приобретение** теоретических знаний по анализу и синтезу систем автоматического управления;
- **овладение** методами математического описания и программного моделирования элементов и систем управления;
- **формирование** практических навыков конструирования управляющих устройств для лечебных учреждений и их эксплуатации.
- **ознакомление** студентов с принятием решений в организационных системах управления и математическим аппаратом, применяемым для подготовки решений.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОП ВО. Успешное изучение дисциплины предполагает предварительное изучение студентами следующих дисциплин:

- математика (дифференциальное, интегральное, операционное исчисление, линейная алгебра, функции комплексного переменного);
- физика (теория колебаний);
- электротехника и электроника (операционные усилители, базовые логические элементы, схемотехника электронных устройств на операционных усилителях, анализ цепей постоянного и переменного тока, переходные процессы).

Знания, полученные при изучении дисциплины, используются при изучении дисциплин, связанных с разработкой сложного медицинского оборудования, созданием информационно-измерительных систем, организацией медико-биологических экспериментов в лечебных учреждениях.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-3. Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий

ОПК-4. Способен использовать современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности

Индикаторы компетенции, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-3.1 Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений.

ИОПК-4. 1 Использует стандартное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Аналитические и экспериментальные методы математического описания объектов и систем управления.

32. Методы программного моделирования систем управления в технических системах.

33. Методы расчета настроек корректирующих и регулирующих устройств в системах управления.

Уметь:

У1. Разрабатывать и анализировать математические модели объектов управления.

У2. Разрабатывать программные средства для расчета систем управления.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных и лабораторных 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	4	144
Аудиторные занятия (всего)		60
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		30
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		84
В том числе:		
Курсовая работа		44
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к лабораторным работам		24
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		16
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

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

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Системы автоматического управления (САУ): классификация, принципы функционирования, структурные схемы систем	16	2		4	10
2	Постановка задачи анализа систем автоматического управления. Формы математического описания линейных систем автоматического управления. Временные характеристики САУ и их типовых звеньев	28	8		6	14
3	Частотные характеристики САУ и их типовых звеньев. Связь временных и частотных характеристик.	34	8		6	20
4	Постановка задачи синтеза систем автоматического управления. Типовые законы регулирования. Анализ переходных процессов в системах управления с типовыми регуляторами.	30	4		6	20
5	Устойчивость и качество САУ	20	6		4	10
6	Автоматизация процессов управления в здравоохранении. Оптимизация управляющих решений в АСУ методами линейного программирования	16	2		4	10
Всего на дисциплину (в час)		144	30		30	84

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «Системы автоматического управления (САУ): классификация, принципы функционирования, структурные схемы систем»

Предмет дисциплины и его задачи. Краткая справка о развитии теории управления. Управление и информатика. Значение развития теории управления для моделирования поведения биологических систем и синтеза систем автоматического управления физиологическими функциями организма. Роль автоматических и автоматизированных систем управления в здравоохранении. Структура содержания

дисциплины и ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Характеристика литературных источников.

Основные понятия и определения: объект управления, управляющая система, входные и выходные переменные, управляющее воздействие. Структурные схемы систем. Фундаментальные принципы управления их сравнительный анализ и область применения. Разновидности и свойства САУ. Основная классификация в зависимости от характера решаемых задач, протекающих в них процессах, видов внешних возмущений и пр. Понятие о законе регулирования. Виды задающих и возмущающих воздействий и их математическое описание во временной и частотной области. Постановка задачи структурной и параметрической идентификации объектов управления. Классификация и примеры методов идентификации. Управление и ЭВМ. Функции ЭВМ в системах управления.

МОДУЛЬ 2 «Постановка задачи анализа систем автоматического управления. Формы математического описания линейных систем автоматического управления. Временные характеристики САУ и их типовых звеньев»

Принцип суперпозиции и его роль в анализе реакций систем на сложные входные сигналы. Понятие о линейных инвариантных во времени системах (ЛИВ-системах). Интеграл свертки и его роль в анализе реакции систем на произвольные входные сигналы. Математическое описание элементов и систем автоматического регулирования в форме дифференциальных уравнений. Статический режим САУ. Статические характеристики. Линеаризация уравнения динамики. Импульсная и переходная функция звена/системы. Виды переходных процессов в САУ. Типовые динамические звенья САУ и их временные характеристики.

Преобразование Лапласа. Передаточная функция звена/системы. Применение таблиц преобразования Лапласа для нахождения реакции системы на типовые входные воздействия. Теорема о начальном и конечном значении оригинала.

Передаточные функции последовательного, параллельного и встречно-параллельного соединения звеньев (охват звена обратной связью). Передаточные функции разомкнутой, замкнутой САУ (в зависимости от назначения системы). Структурные схемы САУ и их структурные преобразования.

МОДУЛЬ 3 «Частотные характеристики САУ и их типовых звеньев. Связь временных и частотных характеристик САУ»

Спектральный анализ периодических сигналов. Ряд Фурье в амплитудно-фазовой, в тригонометрической форме и в комплексной форме. Формулы Эйлера-Фурье для вычисления коэффициентов ряда Фурье. Формы представления частотных характеристик сигналов (АФЧХ, АЧХ, ФЧХ). Математический и физический спектр сигнала.

Спектральный анализ аperiodических сигналов. Интеграл Фурье. Физический смысл прямого и обратного преобразования Фурье. Частотный анализ единичного импульса, ступенчатого и гармонического сигналов. Некоторые основные свойства преобразования Фурье: теорема запаздывания, теорема подобия, теорема о свертке.

Преобразование Фурье операций дифференцирования и интегрирования сигналов. Частотная передаточная функция. Частотные характеристики типовых

звеньев САУ. Логарифмические частотные характеристики САУ и их типовых звеньев. Связь временных и частотных характеристик САУ.

МОДУЛЬ 4 «Постановка задачи синтеза систем автоматического регулирования. Типовые законы регулирования. Анализ переходных процессов в системах управления с типовыми регуляторами»

Пропорциональный регулятор. Интегральный регулятор. Пропорционально-интегральный регулятор (ПИ-регулятор). Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор (ПИД-регулятор). Динамические и частотные характеристики регуляторов. Сравнительный анализ законов регулирования. Анализ процесса регулирования на примере типового объекта с типовыми законами регулирования. Требования, предъявляемые к системам регулирования на стадии их проектирования. Статические и астатические системы. Интегральные критерии качества, применяемые для синтеза систем. Методы повышения точности САУ. Принцип инвариантности. Комбинированные и каскадные САУ.

МОДУЛЬ 5: «Устойчивость и качество САУ»

Понятие об устойчивости САУ. Свойства корней характеристического уравнения, необходимые и достаточные для устойчивости САУ. Критерии устойчивости Гурвица, Михайлова, Найквиста. Определение устойчивости САУ по логарифмическим частотным характеристикам. Запасы устойчивости по амплитуде и фазе. Коррекция САУ. Последовательные и параллельные корректирующие устройства.

Показатели качества переходных процессов: время регулирования, перерегулирование, показатель колебательности. Оценка точности САУ в типовых режимах. Коэффициенты ошибок. Интегральные критерии качества САУ.

МОДУЛЬ 6: «Автоматизация процессов управления в здравоохранении. Оптимизация решений в организационных системах управления методами линейного программирования»

Процесс управления в системах организационного управления. Типы АСУ с разной глубиной автоматизации. Классификация АСУ. Информационное, математическое и техническое обеспечение АСУ. Особенности автоматизации принятия решений в управлении лечебными учреждениями и медицинской диагностике. Математический аппарат для решения задач организационного управления.

Основная задача линейного программирования. Ее геометрическая интерпретация. Алгоритм симплекс-метода решения задач линейного программирования.

Основные направления дальнейшего развития и практического использования систем управления при разработке и анализе биотехнических систем. Перспективы использования автоматизированных систем управления в биомедицинских исследованиях и клинической практике.

5.3. Лабораторные работы

Таблица 3. Тематика, форма лабораторных работ и их трудоемкость

Модули. Цели лабораторных работ	Примерная тематика работ и форма их проведения	Трудоемкость в часах
МОДУЛЬ 1 Цель: Овладение основными приемами программирования в среде LabVIEW	1. ВВЕДЕНИЕ В СРЕДУ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ LabVIEW 2. ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ В LabVIEW. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИ ВЫПОЛНЯЕМЫХ ОПЕРАЦИЙ. ГЕНЕРАЦИЯ ТЕСТОВЫХ СИГНАЛОВ САУ	4
МОДУЛЬ 2 Цель: 1 Овладение методами численного интегрирования функций и дифференциальных уравнений систем управления и их типовых звеньев. 2 Моделирование передаточных функций типовых звеньев САУ с помощью массивов. 3 Вычисление временных характеристик САУ по передаточным функциям. 4 Программная реализация алгебры передаточных функций.	3. ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ В СРЕДЕ LabVIEW. МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИИ СИСТЕМЫ НА ВХОДНОЙ СИГНАЛ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРАЛА СВЕРТКИ 4. ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В LabVIEW. МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИИ СИСТЕМ, ЗАДАННЫХ В ФОРМЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ, НА ВХОДНЫЕ СИГНАЛЫ. 5. МАССИВЫ в LabVIEW. ПРИМЕНЕНИЕ МАССИВОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ САУ 6. НЕКОТОРЫЕ ПРИЕМЫ, УПРОЩАЮЩИЕ РАЗРАБОТКУ СЛОЖНЫХ ПРОГРАММ МОДЕЛИРОВАНИЯ САУ В СРЕДЕ LabVIEW: 7. ПОДПРОГРАММЫ LabVIEW ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ С ПОЛИНОМАМИ. ПРОГРАММНЫЕ МОДЕЛИ ТИПОВЫХ СХЕМ СОЕДИНЕНИЯ ЗВЕНЬЕВ САУ 8. ВЫЧИСЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК САУ, ЗАДАННЫХ В ФОРМЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ.	6
МОДУЛЬ 3 Цель: Овладение основными приемами работы с комплексными числами в среде LabVIEW для вычисления частотных характеристик систем управления.	9. КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА И КОМПЛЕКСНЫЕ ФУНКЦИИ в LabVIEW. ВЫЧИСЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК САУ И ИХ ЗВЕНЬЕВ. ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.	6
МОДУЛЬ 4 Цель: 1 Моделирование регулирующих систем управления с типовыми регуляторами. 2 Изучение расположения нулей и полюсов передаточных функций САУ на форму переходных процессов.	10. ТИПОВЫЕ ЗАКОНЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ. АНАЛИЗ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ С ТИПОВЫМИ РЕГУЛЯТОРАМИ 11. ПРОГРАММНАЯ МОДЕЛЬ САУ В ФОРМЕ «НУЛИ-ПОЛЮСА» ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ НУЛЕЙ И ПОЛЮСОВ НА КОМПЛЕКСНОЙ ПЛОСКОСТИ НА ФОРМУ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В САУ.	6
МОДУЛЬ 5 Цель: Изучение методов программной реализации оценки устойчивости САУ, методов коррекции САУ для достижения заданного качества переходных процессов и запаса устойчивости.	12. «ПРОГРАММНЫЕ МОДЕЛИ КРИТЕРИЕВ УСТОЙЧИВОСТИ САУ (КРИТЕРИИ ГУРВИЦА, МИХАЙЛОВА, НАЙКВИСТА). АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА». 13. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА РЕГУЛИРОВАНИЯ. КОРРЕКЦИЯ САУ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМИ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ КОРРЕКТИРУЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ. ЗАПАС УСТОЙЧИВОСТИ САУ	4
МОДУЛЬ 6 Цель: Изучение содержательной постановки задачи линейного программирования и вычислительно алгоритма «симплекс-метод»	14. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О СОСТАВЛЕНИИ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЦИОНА ПИТАНИЯ МЕТОДОМ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	4

5.4. Практические занятия

Учебным планом практические занятия не предусмотрены.

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

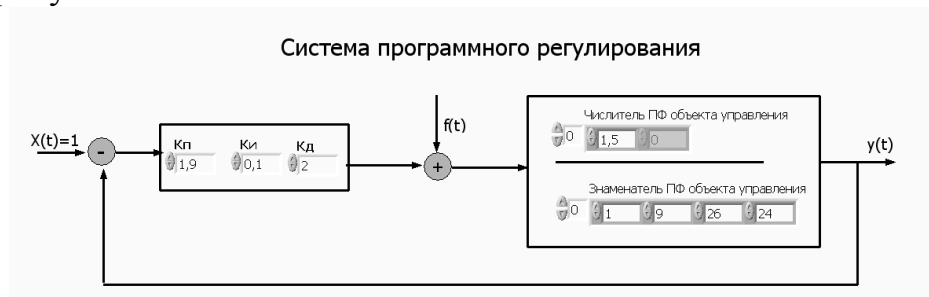
6.1. Цели самостоятельной работы

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 и ведения дискуссий в области анализа и синтеза систем управления техническими 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 лабораторным работам, выполнении курсовой работы, текущему контролю успеваемости, зачету.

Студенты выполняют курсовую работу на тему «Анализ и синтез системы автоматического регулирования в программной среде LabVIEW». Курсовая работа является индивидуальным заданием и выдается в виде структурной схемы одноконтурной системы регулирования с указанием параметров звеньев, как показано на рисунке.



Задание на курсовую работу

Для системы автоматического регулирования (структурная схема системы прилагается):

1. Дайте краткую характеристику звеньев, из которых состоит объект управления.
2. Для заданного объекта управления вычислите его переходную и импульсную характеристики в программной среде LabVIEW и объясните полученный результат.
3. Смоделируйте переходную характеристику предложенной в курсовой работе замкнутой системы.
4. Оцените качество переходного процесса замкнутой системы. Если качество переходного процесса Вас не устраивает, то подберите лучшие параметры регулятора.
5. Найдите аналитически передаточную функцию замкнутой системы и проверьте полученный результат численным методом (с учетом новых параметров регулятора). С помощью теорем о начальном и конечном значении оригинала определите начальное и конечное значение переходного процесса. Проверьте полученный результат, опираясь на результат, полученный в пункте 3.

6. Вычислите частотные характеристики объекта управления и замкнутой системы. Сравните частотные характеристики объекта управления и замкнутой системы (с помощью одного прибора и на одном осциллографе).

7. Оцените численным методом устойчивость замкнутой системы, используя для этого один из критериев устойчивости (корневой, Гурвица, Найквиста, Михайлова).

Структура курсовой работы охватывает содержание всех модулей дисциплины. Объем пояснительной записки – не менее 20 до 25 страниц машинописного текста формата А4. Библиографический список должен быть не менее 8-10 наименований.

Защита курсовой работы студентом производится при личном собеседовании с преподавателем. Студент обязан ответить на любой вопрос преподавателя, касающийся содержания представленного реферата.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Шишмарев, В.Ю. Основы автоматического управления: учеб. пособие для вузов по напр. подготовки "Приборостроение" и приборостроит. спец.: в составе учебно-методического комплекса / В.Ю. Шишмарев. - М.: Академия, 2008. - 348 с.: ил. - (Высшее профессиональное образование) (УМК-У). - Библиогр.: с. 343 - 344. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7695-3952-7: 378 р. 40 к. - (ID=71846-43)

2. Савин, М.М. Теория автоматического управления: учебное пособие для вузов по направлениям 550200, 651900 "Автоматизация и управление": в составе учебно-методического комплекса / М.М. Савин, В.С. Елсуков, О.Н. Пятина; под редакцией В.И. Лачина. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. - 469 с. - (Высшее образование) (УМК-У). - Библиогр.: с. 460. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-222-11274-8: 145 р. 80 к. - (ID=57656-12)

3. Основы расчета и проектирования систем автоматического управления в машиностроении: учеб. пособие для вузов: в составе учебно-методического комплекса / О.И. Драчев [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 167 с. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 165 - 167. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-94178-205-5: 222 р. 53 к. - (ID=79639-5)

4. Востриков, А. С. Теория автоматического регулирования: учебник и практикум для вузов / А. С. Востриков, Г. А. Французова. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 279 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04845-2. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492217>. - (ID=136119-0)

5. Васильев, В.Г. LabVIEW для изучающих теорию автоматического управления: учебное пособие: в составе учебно-методического комплекса / В.Г. Васильев; Тверской государственный технический университет, Кафедра АТП. - 1-е изд. - Тверь: ТвГТУ, 2012. - 159 с. - (УМК-У). - Сервер. - Текст: непосредственный. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0641-4: [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/94509>. - (ID=94509-66)

6. Васильев, В.Г. Прикладные задачи спектрального анализа сигналов: учебник для вузов / В.Г. Васильев, С.Н. Куженькин. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар:

Лань, 2022. - 282 с. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-8114-8465-2: 1699 р. 50 к. - (ID=143805-10)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Калиниченко, В.С. Основы теории систем автоматического регулирования и управления: учеб. пособие. Ч. 2: Статистическая теория, нелинейные и импульсные системы / В.С. Калиниченко, Е.Ю. Гибина; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2007. - 125 с.: ил. - Библиогр.: с. 193. - Текст: непосредственный. - 100 р. - (ID=66276-8)

2. Калиниченко, В.С. Основы теории систем автоматического регулирования и управления: учеб. пособие: в составе учебно-методического комплекса. Ч. 1: Теория линейных систем автоматического регулирования и управления / В.С. Калиниченко; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2006. - 196 с.: ил. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 193. - Текст: непосредственный. - 50 р. - (ID=61611-5)

3. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления: учеб. пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. - 3-е изд.; доп. и перераб. - СПб.: Лань, 2010. - 220 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 217. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-8114-1034-7: 350 р. 02 к. - (ID=84116-5)

4. Певзнер, Л.Д. Практикум по теории автоматического управления: учеб. пособие для вузов по напр. подготовки 550200, 651900 "Автоматизация и упр." / Л.Д. Певзнер. - Москва: Высшая школа, 2006. - 590 с.: ил. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-06-004430-0: 441 р. 75 к. - (ID=60712-12)

5. Гутова, С. Г. Моделирование систем автоматического регулирования: учебное пособие / С. Г. Гутова, Е. С. Каган. - Кемерово: КемГУ, 2020. - 230 с. - ISBN 978-5-8383-2741-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/173532>. - (ID=146332-0)

6. Лубенцова, Е. В. Синтез систем автоматического управления биотехнологическими процессами с применением методов аппроксимирующего и нейро-нечеткого управления: монография / Е. В. Лубенцова, А. А. Володин. - Ставрополь: СКФУ, 2014. - 160 с. - ISBN 978-5-9296-0681-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/155122>. - (ID=146333-0)

7.3. Методические материалы

1. Васильев, В.Г. Критерии качества систем автоматического управления: метод. указ. для студентов 3 курса спец. 1905500 "Биотехнические и медицинские аппараты и системы", студентов 3 курса спец. 1906600 "Инженерное дело в медико-биологической практике" по курсу "Управление в медико-биологических системах" / В.Г. Васильев; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП. - Тверь: ТвГТУ, 2007. - Дискета. - Сервер. - Текст: электронный. - [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/MegaPro/67437>. - (ID=67437-2)

2. Иван Алексеевич Вышнеградский - основоположник теории автоматического регулирования: метод. пособие для 3 курса спец. 1905500 "Биотехн. и мед. аппараты и системы" и для 3 курса спец. 1906600 "Инж. дело в мед.-биол. практике" по курсу "Упр. в мед.-биол. системах" / сост. В.Г. Васильев [и др.]; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2005. - Сервер. - Текст: электронный. - [б. ц.]. - (ID=58815-1)

3. Васильев, В.Г. Прикладные задачи спектрального анализа сигналов: учеб. пособие / В.Г. Васильев; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - 172 с. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0783-1: [б. ц.]. - (ID=110084-68)

4. Васильев, В.Г. Прикладные задачи спектрального анализа сигналов: учеб. пособие: в составе учебно-методического комплекса / В.Г. Васильев; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - (УМК-У). - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0783-1: 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/110006>. - (ID=110006-1)

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.

Прикладное программное обеспечение: среда программирования LabVIEW 7,1 и старших версий.

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/128951>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью мультипроектора.

Для проведения практических занятий используется учебная аудитория Б-109, которая оснащена современной компьютерной техникой, программным обеспечением, электронными учебными пособиями.

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. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний;

по результатам выполнения дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

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

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения и своевременной защиты им всех лабораторных работ, творческой работы во время проведения практических занятий и сдачи курсовой работы в срок с оценкой «хорошо» и «отлично».

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного итогового контрольного испытания студенту выдается билет с вопросами и задачами.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 20.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

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

4. Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

ниже базового - 0 балл;

базовый уровень – 1 балла;

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

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 1 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

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

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

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании.

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

6. Задание выполняется письменно и с использованием ЭВМ.

Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

Раздел 1. Что называется управлением? Что называется автоматическим управлением? Что называется системой автоматического управления? Что является основной задачей автоматического управления? Что называется объектом управления? Что называется управляемой величиной? Что такое входная и выходная величины? Что называется управляющим воздействием? Что называется возмущением? Что называется отклонением от заданной величины? Что называется управляющим устройством? Что называется задающим устройством? Какие виды типовых задающих и возмущающих воздействий вы знаете? Что называется функциональной схемой САУ, и из чего она состоит? В чем суть принципа разомкнутого управления? В чем суть принципа компенсации возмущений? В чем суть принципа обратной связи? Перечислите достоинства и недостатки принципов управления? Какой частный случай управления называется регулированием? Какая задача решается САУ в режиме стабилизации? Какая задача решается САУ в режиме программного регулирования?

Раздел 2. Что называется статическим режимом САУ? Что называется статическими характеристиками САУ? Что называется уравнением статики САУ? В чем отличие нелинейных звеньев от линейных? Какой режим САУ называется динамическим? Назовите возможные виды переходных процессов в САУ. Какие из них являются допустимыми для нормальной работы САУ? Что называется уравнением динамики? Каков его вид? Как провести теоретическое исследование динамики САУ? Какие стандартные воздействия используют при исследовании систем управления? Какие динамические характеристики получают при подаче на вход системы стандартных воздействий? Что называется переходным процессом (переходной функцией)? Что называется импульсной переходной (весовой) функцией?

Раздел 3. Что называется динамическим звеном САУ? Что называется структурной схемой САУ? Какое звено называется элементарным звеном? Какие элементарные звенья вы знаете? Как математически описывается преобразование сигнала в звене (системе)? Что характеризует левая часть дифференциального уравнения звена? Что характеризует правая часть дифференциального уравнения звена? Что значит устойчивое звено? Что значит неустойчивое звено? Как определяется время переходного процесса ($t_{\text{ин}}$) апериодического звена первого порядка? Как по графику определить время переходного процесса? Как по графику переходной функции определить коэффициент передачи звена? Как по графику переходной функции определить параметры апериодического звена первого порядка (K и T)?

Раздел 4. В чем смысл и какими свойствами обладает оператор преобразования Лапласа s ? Что называется передаточной функцией звена? Запишите уравнение динамики звена САУ с использованием передаточной функции. Что называется характеристическим полиномом звена? Что называется нулями и полюсами передаточной функции? Как сложную передаточную функцию разложить на

передаточные функции типовых звеньев? Перечислите типичные схемы соединения звеньев САУ? Как преобразовать цепь последовательно соединенных звеньев к одному звену? Как преобразовать цепь параллельно соединенных звеньев к одному звену? Как преобразовать обратную связь к одному звену? Что называется прямой цепью САУ? Что называется разомкнутой цепью САУ

Раздел 5. Какой сигнал получается на выходе звена или системы, если на его вход подать синусоидальный сигнал? Что называется частотной передаточной функцией (ЧПФ)? Какой сигнал подается на вход звена (системы) для получения частотных характеристик? Что называется амплитудно-фазовой частотной характеристикой (АФЧХ)? Как получить АФЧХ по передаточной функции? В каких координатах строятся частотные характеристики звеньев? Как определяется вещественная часть АФЧХ? Как определяется мнимая часть АФЧХ? Как строится АФЧХ в полярных координатах? Что такое модуль АФЧХ? Что такое аргумент АФЧХ? Как вычисляется модуль АФЧХ? Как вычисляется аргумент АФЧХ? Как определяется коэффициент передачи аperiodического и колебательного звеньев по АФЧХ?

Раздел 6 Что называется регулированием? Что называется законом регулирования? Какие типовые законы регулирования вам известны? Что называется статической ошибкой регулятора и как ее уменьшить? Как реализовать пропорциональный закон регулирования? Зачем в регулятор вводят интегрирующее звено? Зачем в регулятор вводят дифференцирующее звено? Что означает термин «астатическая система»?

Раздел 7 Что такое критерии устойчивости? Сформулируйте необходимое условие устойчивости САУ. Сформулируйте критерий Гурвица. В чем достоинства и недостатки алгебраических критериев устойчивости? Что называется частотными критериями устойчивости САУ? В чем преимущество частотных критериев устойчивости перед алгебраическими? Как формулируются критерии устойчивости Найквиста и Михайлова?

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время зачета билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках задания, выданного студенту.

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

Учебным планом по дисциплине предусмотрена курсовая работа.

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
2. Темы курсовой работы приведены в разделе 6.2.
3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу приведены в таблице 6.

Таблица 4. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1	Введение, анализ структурной схемы исследуемой САР. Анализ переходной характеристики объекта управления.	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
2	Вычисление передаточной функции замкнутой САР по формуле встречно-параллельного соединения звеньев и численным методом в среде LabVIEW. Вычисление нулей и полюсов передаточной функции. Программное моделирование переходной характеристики замкнутой САР.	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
3	Оценка качества переходного процесса замкнутой системы. Уточнение заданных параметров регулятора. Оценка устойчивости и запаса устойчивости САР.	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
4	Частотные характеристики объекта управления, замкнутой системы и их сравнительный анализ.	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
5	Выводы, библиографический список	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
6	Оформление работы	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
7	Защита	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Курсовая работа состоит из введения, 3 разделов, заключения и списка использованной литературы. Разделы оцениваются по шкале:

Выше базового – 2

Базовый – 1

Ниже базового – 0.

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 12 до 14;

«хорошо» – при сумме баллов от 10 до 11;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 7 до 9;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 7.

В процессе выполнения курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

Дополнительные процедурные сведения:

- студенты получают вариант по теме курсовой работы в течение двух первых недель обучения;

- проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающего достоинства и недостатки курсовой работы и ее оценку. Оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсовой

работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

- защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада и презентации на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

- работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;

- курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

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

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

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

Направление подготовки бакалавров – 12.03.04 Биотехнические системы и технологии.

Направленность (профиль) – Инженерное дело в медико-биологической практике.

Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Дисциплина «Управление в биотехнических системах»

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Что называется управлением? Что называется автоматическим управлением? Что называется системой автоматического управления? Что является основной задачей автоматического управления? Что называется объектом управления? Что называется управляемой величиной? Что такое входная и выходная величины?

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Какой сигнал получается на выходе звена или системы, если на его вход подать синусоидальный сигнал? Что называется частотной передаточной функцией (ЧПФ)? Какой сигнал подается на вход звена (системы) для получения частотных характеристик?

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

Разработайте программу в среде LabVIEW для вычисления определенного интеграла от любой элементарной функции (в соответствии с классическим определением определенного интеграла) и постройте график производной этой же функции на интервале [a, b].

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме 0 или 1.

Составитель: доцент кафедры АТП _____ В.Г. Васильев

Заведующий кафедрой: _____ Б.И. Марголис