

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Теория и системы управления Б1.Б.12

Направление подготовки: 27.03.05 - Инноватика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Котов Н.В.

Рецензент(ы):

Тагиров Л.Р.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Аганов А. В.

Протокол заседания кафедры No _____ от " _____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No _____ от " _____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 6163518

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Котов Н.В. кафедра медицинской физики Отделение физики, Nicolaj.Kotov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Освоение основных понятий и базовых принципов системы управления.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.12 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 27.03.05 Инноватика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Дисциплина входит в блок общенаучных дисциплин. Для ее успешного освоения необходимы знания курсов математика, физика, информационные технологии.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия системы управления, уметь применять их для решения физических и инженерных задач.

2. должен уметь:

Описывать системы управления с помощью дифференциальных уравнений, передаточных, временных и частотных функций, структурных схем и графов.

3. должен владеть:

Основными методами синтеза систем управлений.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Применять математический аппарат для построения систем управления.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные понятия и принципы управления. Структура системы управления. Типовые законы управления. Классификация систем управления.	5	1-3	3	3	6	Тестирование Контрольная работа Устный опрос
2.	Тема 2. Математическое описание непрерывных систем управления. Уравнение динамики и статики. Граф системы управления. Устойчивость, качество и синтез непрерывных систем управления.	5	4-6	3	3	6	Тестирование Контрольная работа Устный опрос
3.	Тема 3. Математическое описание дискретных систем управления. Различные типы дискретных систем. Дискретные модели цифровой системы управления, ШИМ-системы управления. Устойчивость, оценка качества и синтез дискретных систем управления.	5	7-9	3	3	6	Тестирование Контрольная работа Устный опрос
4.	Тема 4. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости. Метод гармонической линеаризации. Метод функции Ляпунова. Линеаризация обратной связью.	5	10-12	3	3	6	Тестирование Контрольная работа Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Системы большой размерности. Векторная функция Ляпунова. Метод синтеза систем управления. Метод обратной задачи динамики.	5	13-15	3	3	6	Тестирование Контрольная работа Устный опрос
6.	Тема 6. Методы теории оптимального управления. Метод динамического программирования. Синтез оптимальных детерминированных систем управления. Адаптивные системы управления.	5	16-18	3	3	6	Тестирование Контрольная работа Устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Экзамен
	Итого			18	18	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия и принципы управления. Структура системы управления. Типовые законы управления. Классификация систем управления.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Первое определение системы: как совокупности элементов и связей между ними. Не конструктивность этого понятия при анализе сложных систем. Второе понятие системы: структура процессов, структура функций, морфология и материал. Цель (полезный результат) как системообразующий фактор. Построение модели системы. Системы управления в живом.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Структура системы управления. Модуль приема и обработки информации о состоянии собственных элементов и внешних систем. Модуль выработки управляющих воздействий. Модуль реализации управляющих воздействий. Типовые законы управления. Руководство и управление. Управление с отрицательной обратной связью. Оценка качества работы системы управления.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Структура системы управления. Схемотехника. Принципы построения схем сложных систем. Построение схем сложных биологических молекулярных систем.

Тема 2. Математическое описание непрерывных систем управления. Уравнение динамики и статики. Граф системы управления. Устойчивость, качество и синтез непрерывных систем управления.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Построение математических моделей сложных систем управления. Выделение переменных и параметров уравнений. Методы упрощения сложных систем дифференциальных уравнений. Разделение переменных по скоростям изменений (выделение быстрых и медленных переменных). Замена дифференциальных уравнений для быстрых переменных алгебраическими. Уравнение динамики и статики.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Построение графа систем управления. Использование графа системы при построении математической модели.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Анализ устойчивости, качества и синтез непрерывных систем управления.

Тема 3. Математическое описание дискретных систем управления. Различные типы дискретных систем. Дискретные модели цифровой системы управления, ШИМ-системы управления. Устойчивость, оценка качества и синтез дискретных систем управления.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Различные типы дискретных систем. Дискретные модели цифровой системы управления, ШИМ-системы управления. Преимущества и недостатки ШИМ-систем управления. Методы оценки устойчивости, качества и синтез на этой основе дискретных систем управления.

практическое занятие (3 часа(ов)):

ШИМ-системы управления. АИМ- системы управления. Оценка устойчивости, этих систем управления.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Синтез дискретных систем управления на основе требований к устойчивости и качеству функционирования.

Тема 4. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости. Метод гармонической линеаризации. Метод функции Ляпунова. Линеаризация обратной связью.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Выделение базовых переменных и параметров. Использование метода построения фазового пространства. Метод гармонической линеаризации. Метод функции Ляпунова. Линеаризация обратной связью.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Построение фазового пространства для системы, управляющей концентрацией глюкозы в крови человека.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Линеаризация математических моделей сложных систем управления обратной связью. Устойчивость и качество систем управления с обратной связью.

Тема 5. Системы большой размерности. Векторная функция Ляпунова. Метод синтеза систем управления. Метод обратной задачи динамики.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Понятие систем большой размерности. Анализ систем большой размерности с помощью второго системного представления. Математическое моделирование систем большой размерности. Построение векторной функции Ляпунова. Метод обратной задачи динамики.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Использование метода обратной задачи динамики для синтеза систем управления.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Построение векторной функции Ляпунова для системы управления концентрацией глюкозы в мышечной клетке.

Тема 6. Методы теории оптимального управления. Метод динамического программирования. Синтез оптимальных детерминированных систем управления. Адаптивные системы управления.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Теория оптимального управления. Оптимальность по энергетическим затратам, по весу управляющей системы, по надежности работы, по устойчивости к временному дрейфу параметров элементов, по стоимости, по устойчивости к воздействию электромагнитных полей, радиации. Метод динамического программирования. Синтез оптимальных детерминированных систем управления. Системы управления с переменной структурой. Понятие адаптации. Адаптивные системы управления.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Использование метода динамического программирования при построении систем управления.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Оценка качества работы адаптивных систем управления.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Основные понятия и принципы управления. Структура системы управления. Типовые законы управления. Классификация систем управления.	5	1-3	КСР	2	Тест, контрольная работа, устный опрос
				подготовка к контрольной работе	2	Контрольная работа
				подготовка к тестированию	1	Тестирование
				подготовка к устному опросу	1	Устный опрос
2.	Тема 2. Математическое описание непрерывных систем управления. Уравнение динамики и статики. Граф системы управления. Устойчивость, качество и синтез непрерывных систем управления.	5	4-6	КСР	2	Тест, контрольная работа, устный опрос
				подготовка к контрольной работе	2	Контрольная работа
				подготовка к тестированию	1	Тестирование
				подготовка к устному опросу	1	Устный опрос
3.	Тема 3. Математическое описание дискретных систем управления. Различные типы дискретных систем. Дискретные модели цифровой системы управления, ШИМ-системы управления. Устойчивость, оценка качества и синтез дискретных систем управления.	5	7-9	КСР	2	Тест, контрольная работа, устный опрос
				подготовка к контрольной работе	2	Контрольная работа
				подготовка к тестированию	1	Тестирование
				подготовка к устному опросу	1	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости. Метод гармонической линеаризации. Метод функции Ляпунова. Линеаризация обратной связью.	5	10-12	КСР	2	Тест, контрольная работа, устный опрос
				подготовка к контрольной работе	2	Контрольная работа
				подготовка к тестированию	1	Тестирование
				подготовка к устному опросу	1	Устный опрос
5.	Тема 5. Системы большой размерности. Векторная функция Ляпунова. Метод синтеза систем управления. Метод обратной задачи динамики.	5	13-15	подготовка к контрольной работе	2	Контрольная работа
				подготовка к тестированию	2	Тестирование
				подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
6.	Тема 6. Методы теории оптимального управления. Метод динамического программирования. Синтез оптимальных детерминированных систем управления. Адаптивные системы управления.	5	16-18	подготовка к контрольной работе	2	Контрольная работа
				подготовка к тестированию	2	Тестирование
				подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
Итого				36		

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются следующие формы учебной работы: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации, проектные работы, тесты.

Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийного комплекса, также позволяющего наглядно получать студентам всю необходимую информацию.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Основные понятия и принципы управления. Структура системы управления. Типовые законы управления. Классификация систем управления.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Типовые законы управления.

Тест, контрольная работа, устный опрос , примерные вопросы:

Классификация систем управления.

Тестирование , примерные вопросы:

Основные понятия и принципы управления.

Устный опрос , примерные вопросы:

Основные понятия систем управления.

Тема 2. Математическое описание непрерывных систем управления. Уравнение динамики и статики. Граф системы управления. Устойчивость, качество и синтез непрерывных систем управления.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Граф систем управления.

Тест, контрольная работа, устный опрос , примерные вопросы:

Математическое описание непрерывных систем управления.

Тестирование , примерные вопросы:

Устойчивость, качество и синтез непрерывных систем управления

Устный опрос , примерные вопросы:

Уравнение динамики и статики.

Тема 3. Математическое описание дискретных систем управления. Различные типы дискретных систем. Дискретные модели цифровой системы управления, ШИМ-системы управления. Устойчивость, оценка качества и синтез дискретных систем управления.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Математическое описание дискретных систем управления. Различные типы дискретных систем.

Тест, контрольная работа, устный опрос , примерные вопросы:

Различные типы дискретных систем.

Тестирование , примерные вопросы:

Дискретные модели цифровой системы управления,

Устный опрос , примерные вопросы:

Устойчивость, оценка качества и синтез дискретных систем управления.

Тема 4. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости. Метод гармонической линеаризации. Метод функции Ляпунова. Линеаризация обратной связью.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Метод гармонической линеаризации.

Тест, контрольная работа, устный опрос , примерные вопросы:

Нелинейные системы управления.

Тестирование , примерные вопросы:

Метод функции Ляпунова.

Устный опрос , примерные вопросы:

Линеаризация обратной связью.

Тема 5. Системы большой размерности. Векторная функция Ляпунова. Метод синтеза систем управления. Метод обратной задачи динамики.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Системы большой размерности.

Тестирование , примерные вопросы:

Векторная функция Ляпунова.

Устный опрос , примерные вопросы:

Метод синтеза систем управления.

Тема 6. Методы теории оптимального управления. Метод динамического программирования. Синтез оптимальных детерминированных систем управления. Адаптивные системы управления.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Метод синтеза систем управления.

Тестирование , примерные вопросы:

Синтез оптимальных детерминированных систем управления.

Устный опрос , примерные вопросы:

Адаптивные системы управления.

Итоговая форма контроля

экзамен

Примерные вопросы к экзамену:

Теория и системы управления

Структура системы управления.

Типовые законы управления.

Оценить прямым методом устойчивость системы, описываемой дифференциальным уравнением

Проанализировать ПИД регулятор.

Классификация систем управления.

Математическое описание непрерывных систем управления. Уравнение динамики и статики.

Найти предельный коэффициент усиления для системы при $T_1 = 0,5$ с; $T_2 = 1$ с; $T_3 = 0,2$ с. .

Передаточная функция ПИД регулятора.

Граф системы управления.

Передаточная функция и амплитудно- фазовая характеристика апериодического звена $T \frac{dy}{dt} + y = Kx$.

Устойчивость, качество и синтез непрерывных систем управления.

При воздействии $x(t) = 2\sin 10t$ найти сигнал на выходе системы с передаточной функцией $W(s) = 4/(0,1s + 1)$.

Записать формулы для вычисления АЧХ и ФЧХ системы .

Описать формулой частотную реакцию $y(t)$ на входное гармоническое воздействие $x(t) = 3\sin t$, если передаточная функция фильтра равна

Исследовать колебательное звено:

$T_1^2 \frac{d^2 y}{dt^2} + T_2 \frac{dy}{dt} + y = Kx$.

Математическое описание дискретных систем управления. Различные типы дискретных систем.

Дискретные модели цифровой системы управления, ШИМ-системы управления. АИМ-системы управления.

Устойчивость, оценка качества и синтез дискретных систем управления.

Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости.

Метод гармонической линеаризации.

Линеаризация обратной связью.

Метод динамического программирования. Синтез оптимальных детерминированных систем управления. Адаптивные системы управления.

7.1. Основная литература:

1. Петраков Ю.В., Драчев О.И. Теория автоматического управления технологическими системами: учебное пособие для студентов вузов

Теория автоматического управления технологическими системами: учебное пособие для студентов вузов. Издательство 'Лань'. 2009.

https://e.lanbook.com/book/751#book_name

2. Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. Издательство 'Лань' 2013.

https://e.lanbook.com/book/5848#book_name

7.2. Дополнительная литература:

1. Веремей, Е.И. Линейные системы с обратной связью [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 448 с. - Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/68465>

2. Певзнер, Л.Д. Теория систем управления [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 424 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68469>

7.3. Интернет-ресурсы:

Control systems - <https://www.tutorialspoint.com>

Control systems - <https://www.controlsystems.ru/>

Control systems - <http://www.annualreviews.org/action/doSearch?target=default&SeriesKey=control>

Control systems - https://en.wikibooks.org/wiki/Control_Systems

Автоматизированная система управления -

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теория и системы управления" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Мультимедийная техника

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 27.03.05 "Инноватика" и профилю подготовки не предусмотрено.

Автор(ы):

Котов Н.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Тагиров Л.Р. _____

"__" _____ 201__ г.