



ый лист рабочей
ой программы

Форма
Ф СО ПГУ 7.18.3/30

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова
Кафедра Автоматизации и управления

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Адаптивные системы управления

для магистрантов специальности 6М070200
Автоматизация и управление



утверждения
учебной программы
и, разработанной на
основании государственного
образовательного стандарта
высшей школы по специальности и
типовой программы

Форма
Ф СО ПГУ 7.18.3/31

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

_____ Н.Э. Пфейфер

«___» _____ 20__ г.

Составитель: _____ ст. преподаватель Исабеков Ж.Б.

Кафедра Автоматизации и управления

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Адаптивные системы управления
для магистрантов специальности 6M070200 «Автоматизация и управление»

Рабочая программа разработана на основании рабочего учебного плана и каталога
элективных дисциплин специальности 6M070200 – Автоматизация и управление,
утверждена на заседании Ученого совета ПГУ им. С. Торайгырова "___" _____
20__ г., протокол № ___.

Обсуждена на заседании кафедры Автоматизация и управление

от "___" _____ 20__ г. Протокол № ___

Заведующий кафедрой _____ Кибартас В.В. "___" _____ 20__ г.

Рекомендована учебно-методическим советом энергетического факультета

"___" _____ 20__ г. Протокол № ___.

Председатель УМС ЭФ _____ Кабдуалиева М.М. "___" _____ 20__ г.

Декан ЭФ _____ Кислов А.П. «___» _____ 20__ г.

Начальник УМО _____ Жуманкулова Е.Н. «___» _____ 20__ г.

Одобрено учебно-методическим советом университета

от «___» _____ 20__ г. протокол № ___.

1 Цель преподавания дисциплины – подготовить специалистов, глубоко понимающих актуальность задач автоматизации современного производства и технических объектов, значение теории оптимальных и адаптивных систем в решении этой задачи, владеющих методами теории и умеющих выполнять расчетно-исследовательские работы по проектированию и эксплуатации адаптивных систем управления.

Задачи дисциплины – в результате изучения дисциплины магистранты должны иметь представление:

об основных схемах систем оптимального и адаптивного управления, их состав и особенности функционирования;

владеть теоретическими основами, основными принципами и математическими методами построения оптимальных и адаптивных систем;

владеть методами расчета и проектирования оптимальных и адаптивных систем с использованием современных средств вычислительной техники и автоматизации научных исследований;

уметь содействовать внедрению и широкому распространению современных принципов оптимально управления в системах автоматического и автоматизированного управления техническими объектами и технологическими процессами;

быть способными осваивать новые достижения теории оптимального и адаптивного управления и применять их в своей производственной деятельности.

2 Пререквизиты

Для освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, приобретенные при изучении следующих дисциплин:

теория линейных систем автоматического управления;

теория нелинейных систем автоматического управления.

3 Постреквизиты

Знания, умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения следующих дисциплин:

системы автоматизации производства.

4 Содержание дисциплины

Тематический план дисциплины «Адаптивные системы управления» «6M070200 «Автоматизация и управление»

№ п/п	Наименование тем дисциплины	Лек	Прак	Лаб	СРС
1	2	3	4	5	6
1	Введение	6	3		10
2	Методы теории оптимального управления	6	3		20
3	Оптимальные по быстродействию системы управления	6	3		20
4	Оптимальные системы управления линейными объектами с квадратическими критериями качества	6	3		20
5	Адаптивные методы управления	6	3		20
	Итого	30	-	90	

№ п/п	Наименование тем дисциплины	Лек	Прак	Лаб	СРС
		15			

5 Содержание дисциплины

Введение. Общая характеристика проблемы повышения эффективности управления технологическими процессами и техническими объектами. Содержательные примеры, значение оптимизации. Формализация задач оптимизации, критерии качества, функционалы, ограничения. Классы задач. Оптимальные системы управления. Возрастание сложности условий и задач функционирования систем управления. Управление в условиях неопределенности. Адаптивное управление. Роль оптимизации в задачах адаптивного управления. Классы адаптивных систем.

Тема 1. Методы теории оптимального управления. Сильный и слабый экстремум, вариации функционала. Необходимые условия экстремума. Основная лемма вариационного исчисления. Уравнения Эйлера. Другие условия экстремума. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.

Принцип максимума Л.С. Понтрягина. Вариационные задачи Майера, Лагранжа и Больца как задачи теории управления. Ограничения на значения управлений. Открытые и замкнутые области значений. Управление конечным состоянием объекта со свободным концом траектории на заданном интервале времени (задача Майера). Допустимые управления. Игольчатая вариация. Вариации функционала и необходимые условия оптимальности. Сопряженные переменные, гамильтониан системы. Теорема принципа максимума Л.С. Понтрягина, другие задачи теории оптимального управления. Теоремы принципа максимума для задач Лагранжа и Больца. Задачи оптимального управления объектом с нефиксированным временем управления и подвижными концами траектории. Условия трансверсальности.

Метод динамического программирования. Оптимизация дискретных процессов управления. Принцип оптимальности. Функциональное управление методом. Дискретизация задачи оптимального управления непрерывным объектом и применение метода динамического программирования. Метод динамического программирования для непрерывных систем.

Тема 2. Оптимальные по быстродействию системы управления быстродействия. Условия управляемости и общности положения. Принцип максимума как необходимое и достаточное условие оптимальности. Основные теории линейного быстродействия.

Построение оптимального по быстродействию управления. Двухточечная краевая задача. Применение теоремы о переключениях, управления моментов переключения. Построение оптимального по быстродействию управления в форме обратной связи (задача синтеза). Поверхность переключения.

Тема 3. Оптимальные системы управления линейными объектами с квадратическими критериями качества. Управление линейным объектом на заданном конечном интервале времени. Формирование критериев качества с помощью квадратических форм. Свободный и заданный конец траектории. Оптимальное управление объектом со свободным правым концом. Алгоритм оптимального управления. Уравнения Риккати.

Обобщение задачи оптимальное воспроизведение заданного воздействия (оптимальное слежение). Управление объектом с фиксированным правым концом

траектории. Другие задачи. Управление стационарными объектами на бесконечном интервале времени. Стабилизация стационарных управляемых и наблюдаемых объектов. Основные результаты решения задач линейно-квадратической оптимизации. Алгебраическое уравнение Риккати и методы его решения. Синтез оптимальной замкнутой системы управления по квадратическому критерию качества. Оптимальное управление линейными стационарными объектами при случайных возмущениях.

Тема 4. Адаптивные методы управления. Синтез замкнутого контура управления. Формализация задачи адаптивного управления. Проблема неопределенности в системах управления, неопределенность характеристик объектов управления и условий функционирования. Связь адаптивного и стохастического управления. Критерии качества адаптивных систем управления. Проблема оптимальности в адаптивных системах управления. Взаимодействие процессов идентификации и управления. Дуальное управление.

Функционально-адаптивные системы (ФАС) управления. Роль априорной информации в формировании функционально-адаптивного управления. Основные подходы и схемы построения, выбор структуры управляющего устройства и алгоритмов адаптации. Стохастические адаптивные автоматы. Функционально-адаптивные системы, использующие методы стохастической аппроксимации. Применение методов случайного поиска в ФАС управления. Понятие об обучающих системах и системах управления с элементами искусственного интеллекта.

Характеристика качества функционирования адаптивных систем управления. Проблема устойчивости. Время адаптации, быстродействие адаптивных систем. Задачи технической реализации адаптивных систем управления. Роль вычислительных устройств в адаптивных САУ.

6 Практические занятия

Тема 1. Представление задачи синтеза оптимального управления как задачи на безусловный экстремум. Уравнение Эйлера. Условие трансверсальности, условие Лежандра.

Тема 2. Представление задачи синтеза оптимального управления как задачи на условный экстремум. Уравнение Эйлера-Лагранжа. Задачи с голономными и неголономными связями.

Тема 3. Синтез оптимального управления на основе принципа максимума. Синтез оптимального управления на основе метода динамического программирования.

Тема 4. Синтез оптимального по быстродействию системы управления. Аналитическое конструирование регуляторов методом динамического программирования и на основе принципа максимума.

7 Самостоятельная работа студентов

Тема 1. Методы теории оптимального управления.

Сильный и слабый экстремум, вариации функционала. Необходимые условия экстремума. Основная лемма вариационного исчисления. Уравнения Эйлера. Другие условия экстремума. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.

Принцип максимума Л.С. Понтрягина. Вариационные задачи Майера, Лагранжа и Больца как задачи теории управления. Ограничения на значения управлений. Открытые и замкнутые области значений. Управление конечным состоянием объекта со свободным концом траектории на заданном интервале времени (задача Майера). Допустимые управления.

Игольчатая вариация. Вариации функционала и необходимые условия оптимальности. Сопряженные переменные, гамильтониан системы. Теорема принципа максимума Л.С. Понтрягина, другие задачи теории оптимального управления. Теоремы принципа максимума для задач Лагранжа и Больца. Задачи оптимального управления объектом с нефиксированным временем управления и подвижными концами траектории. Условия трансверсальности. Применение принципа максимума для построения оптимального управления. Характеристика задачи разрешения условия максимума. Двухточечная краевая задача теории оптимального управления.

Оптимальное управление дискретными системами. Уравнение состояний дискретных систем и критерии качества. Принцип максимума для дискретных систем. Метод динамического программирования. Оптимизация дискретных процессов управления. Принцип оптимальности. Функциональное управление методом. Дискретизация задачи оптимального управления непрерывным объектом и применение метода динамического программирования. Метод динамического программирования для непрерывных систем.

Тема 2. Оптимальные по быстродействию системы управления быстродействия. Условия управляемости и общности положения. Принцип максимума как необходимое и достаточное условие оптимальности. Основные теории линейного быстродействия.

Построение оптимального по быстродействию управления. Двухточечная краевая задача. Применение теоремы о переключениях, управления моментов переключения. Построение оптимального по быстродействию управления в форме обратной связи (задача синтеза). Поверхность переключения.

Тема 3. Оптимальные системы управления линейными объектами с квадратическими критериями качества. Управление линейным объектом на заданном конечном интервале времени. Формирование критериев качества с помощью квадратических форм. Свободный и заданный конец траектории. Оптимальное управление объектом со свободным правым концом. Алгоритм оптимального управления. Уравнения Риккати.

Обобщение задачи оптимальное воспроизведение заданного воздействия (оптимальное слежение). Управление объектом с фиксированным правым концом траектории. Другие задачи.

Управление стационарными объектами на бесконечном интервале времени. Стабилизация стационарных управляемых и наблюдаемых объектов. Основные результаты решения задач линейно-квадратической оптимизации. Алгебраическое уравнение Риккати и методы его решения. Синтез оптимальной замкнутой

системы управления по квадратическому критерию качества. Оптимальное управление линейными стационарными объектами при случайных возмущениях.

4. Адаптивные методы управления. Синтез замкнутого контура управления.

Формализация задачи адаптивного управления. Проблема неопределенности в системах управления, неопределенность характеристик объектов управления и условий функционирования. Связь адаптивного и стохастического управления. Критерии качества адаптивных систем управления. Проблема оптимальности в адаптивных системах управления. Взаимодействие процессов идентификации и управления. Дуальное управление.

Управление статическими режимами. Системы экстремального управления. Основные схемы функционирования. Формирование поисковых воздействий. Анализ устойчивости в периодических режимах в экстремальных системах управления. Системы управления с пассивной адаптацией. Системы управления с большими коэффициентами усиления. Автоколебательные системы с релейным управлением. Системы управления с переменной структурой.

Параметрически-адаптивные системы (ПАС) управления, основные принципы и схемы построения. Бесписковые адаптивные системы. ПАС управления с явной идентификацией модели объекта. Алгоритмизация процесса управления. ПАС управления с настраиваемой моделью. Адаптивные системы управления с косвенной идентификацией объекта. Системы с эталонной моделью, Использование моделей функций чувствительности в адаптивных системах управления.

Функционально-адаптивные системы (ФАС) управления. Роль априорной информации в формировании функционально-адаптивного управления. Основные подходы и схемы построения, выбор структуры управляющего устройства и алгоритмов адаптации. Стохастические адаптивные автоматы. Функционально-адаптивные системы, использующие методы стохастической аппроксимации. Применение методов случайного поиска в ФАС управления. Понятие об обучающих системах и системах управления с элементами искусственного интеллекта.

Характеристика качества функционирования адаптивных систем управления. Проблема устойчивости. Время адаптации, быстродействие адаптивных систем. Задачи технической реализации адаптивных систем управления. Роль вычислительных устройств в адаптивных САУ.

Литература

Основная литература:

- 1 Иванов В.А., Фалдин Н.В. Теория оптимальных систем автоматического управления. - М.: Наука, 3981.- 336 с.
- 2 Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы. - М.: Высш. шк, 980.-288 с.
- 3 Чураков Е.П. Оптимальные и адаптивные системы. - М.; Высш, шк., 1987.-256с.
- 4 Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. - М.: Высш. шк.,1989.-263 с.

Дополнительная литература:

- 1 Фомин В.Н., Фрадков А.Л., Якубович В,А. Адаптивное управление динамическими объектами, - Наука, 1981. - 447 с.
- 2 Саридис Дж. Самоорганизующиеся стохастические системы управления. - М.:Наука, 1980.-400 с.
- 3 Ключев А.С., Колесников А.А. Оптимизация автоматических систем управления по быстродействию. - М.: Энергоиздат, 1982.- 239 с.
- 4 Устойчивость адаптивных систем.; Пер. с англ./ Андерсон Б., Битмид К и др.-М:Мир, 1989.-263 с.



рабочего
плана
ности

Форма
Ф СО ПГУ 7.18.3/32

Выписка из учебного рабочего плана специальности «Адаптивные системы управления» 6М070200 «Автоматизация и управление»

№	Форма обучения	Формы контроля						Объем работы студ. в часах			Распределение часов по курсам и семестрам (часов)							
		экз.	зач.	кп.	кр.	РГР	рабкон	всего			лек	пр.	лаб	срс	лек	пр.	лаб	срс
								общ	ауд	срс								
1.	очная на базе ВПО.	2						135	45	90	Семестр 1				Семестр 2			
														30	15	-	90	

Заведующий кафедрой _____ Кибартас В.В. 29.08.2013.