ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

Ф А К У Л Т Е Т А В Т О М А Т И К А

УТВЪРЖДАВАМ:

Декан : .....
/доц. д-р инж. Д/ Димитров/

УЧЕБНА ПРОГРАМА

по дисциплината: ЦИФРОВИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ
Код от учебния план съгласно ЕСТК: **BAICE43**
Брой кредити: **5 /пет/**
Образователно-квалификационна степен: **БАКАЛАВЪР**
Професионална квалификация: **Инженер по автоматика**
Специалност: **Автоматика, информационна и управляваща техника**
Професионално направление: 5.2. **Електротехника, електроника и автоматика**
Катедра: **Системи и управление**

1. ЦЕЛ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО УЧЕБНАТА ДИСЦИПЛИНА.

Идентификация на системи е избираема учебна дисциплина за студентите от специалност “Автоматика, информационна и управляваща техника” на Факултет Автоматика за образователно-квалификационна степен “бакалавър”.

Целта на учебната дисциплина е запознатите с основите на теорията на автоматичното управление студенти да задълбочат познанията си за функционирането на линейните цифрови (дискретни) системи и методите за проектиране на аналогови (непрекъснати) и цифрови (дискретни) регулатори в тях.

Значителна част от лекционния материал обхваща описанието и настройването на цифрови регулатори чрез тяхната параметрична и структурна оптимизация на базата на точни модели на обектите на управление, в т.ч. ПИД регулатори в различни модифицирани форми, регулатори със специфично поведение: с компенсация на полюсите (модални регулатори), с крайно време на преходните процеси в САУ (апериодични регулатори), с минимална дисперсия на регулируемата величина (стохастични регулатори), с минимална квадратична грешка в САУ (линейно-квадратични регулатори), с предсказващо управление (предсказващи регулатори) и др. В курса се акцентира върху свойствата на получените алгоритми за проектиране на регулатори и вариациите на характеристиките им при различни типове динамични обекти. Изследва се изчислителната сложност на изучаваните методи за проектиране. Разглеждат се практическите аспекти при функциониране на цифровите системи за управление в условията на смущаващи въздействия, променливи задания, грешки от квантоването и т.н. В края на обучението си студентът:

- ще познава теоретично и ще може да прилага в практически задачи основни методики за настройване на различни типове аналогови и цифрови регулатори;
- ще моделира различни по сложност схемни решения на непрекъснати, дискретни и дискретно-непрекъснати системи за управление и ще изследва динамичното им поведение чрез средствата на симулиране на сигналите в тях;
- ще демонстрира уменията си за програмиране в средата на MATLAB/SIMULINK чрез създадени собствени функции, които са предпоставка за успешното използване на програмните средства за конфигуриране и настройване на промишлените регулатори.

2. УЧЕБНО СЪДЪРЖАНИЕ

2.1 Извадка от учебния план за учебната дисциплина.

№ по ред	**Вид на занятията**	**Семестър**	**Хорариум,** ч.	
			седмично	Общо за семестъра
1.	*Лекции*	VII	2	30
2.	*Лабораторни упражнения*	VII	1.5	22.5
3.	*Семинарни упражнения*	-	-	-
4.	*Курсов проект*	-	-	-
5.	*Курсова работа*	VII	1.4	21
6.	*Самоподготовка*	VII	3.5	52.5
	Всичко		8.4	**126**
	Кредити	VII		**5**

2.2. Входно-изходни връзки:

2.2.1. Необходими предварителни знания по основни елементи на: идентификация на системи, автоматизация на технологични процеси, моделиране и симулиране на процеси и системи, преобразуване и обработване на данни и сигнали, програмни средства за изследване на системи за управление.

2.2.2. Учебни курсове, ползващи дисциплината: Управляващи изчислителни системи, Адаптивно и оптимално управление, Проектиране и реализиране на системи за управление.

2.3. Лекции

1. Въведение ..... 2 ч
   Принципи на управление на системи с помощта на изчислителни устройства. Дискретни сигнали. Фиксиращи елементи. Дискретни предавателни функции, свойства. Анализ на устойчивост на дискретни системи. Построяване на дискретни модели на базата на непрекъснати. Моделиране и идентификация на системи. Класификация на основни критерии за проектиране на цифрови (дискретни) регулатори.
2. Аналогови ПИД регулатори ..... 5 ч
   Проектиране на аналогови ПИД регулатори. Стандартни и модифицирани ПИД алгоритми. Методи за настройване на П, ПИ и ПИД регулатори. Проблеми при реализиране на ПИД алгоритми. Изследвания на непрекъснати системи за управление с ПИД регулатори.
3. Цифрови ПИД регулатори ..... 5 ч
   Цифрова реализация на ПИД регулатори. Стандартни и модифицирани ПИД алгоритми. Косвено и пряко настройване на П, ПИ и ПИД регулатори. Проблеми при реализиране на ПИД алгоритми. Изследвания на дискретно-непрекъснати и дискретни системи за управление с ПИД регулатори.
4. Цифрови регулатори от компенсационен тип ..... 4 ч
   Обобщен метод за синтез на цифрови компенсационни регулатори при зададен модел на обекта. Синтез на регулатор на Далин (Dahlin). Стандартен метод за проектиране на апериодични регулатори. Алгоритъм на апериодичен регулатор от нормален ред. Синтез на регулатор на Калман (Kalman). Алгоритъм на апериодичен регулатор от повишен ред. Синтез на регулатор на Изерман (Izermann). Изследвания на системи за управление с компенсационни регулатори.
5. Класически цифрови предсказващи регулатори ..... 3 ч
   Регулатор, осигуряващ минимално време за установяване на преходните процеси в системата. Регулатор, осигуряващ предварително зададено поведение на преходните процеси в системата. Регулатор, осигуряващ ограничено управление в системата. Синтез на инкрементален регулатор. Синтез на компенсатор на измерими смущения. Синтез на предиктор на Смит (Smith).
6. Цифрови модални регулатори ..... 4 ч
   Обобщен метод за синтез на регулатори, осигуряващи желано разположение на полюсите на затворената САУ. Подходи за решаване на диофантови уравнения и съответстващите им алгоритми за реализиране на модални регулатори. Модален регулатор за САУ по задание и по смущение. Ограничителни условия. Изследвания на системи за управление с модални регулатори.
7. Цифрови регулатори за управление с минимална или обобщена дисперсия .....3 ч
   Обобщен метод за синтез на дисперсионен регулатор. Модификации на дисперсионни регулатори. Изследвания на системи, осигуряващи управление с минимална дисперсия.
8. Съвременни дискретни предсказващи регулатори ..... 2 ч
   Синтез на обобщен предсказващ регулатор (GPC – General Predictive Controller). Разновидности на предсказващи регулатори.
9. Практически аспекти на дискретните САУ ..... 2 ч
   Ефекти от квантоване по ниво в САУ. Филтриране на външните смущения. Динамични характеристики на изпълнителните устройства. Програмни системи за проектиране и реализация на дискретни САУ.

2.4. Лабораторни упражнения

1. Моделиране на схеми на аналогови ПИД регулатори в MATLAB и SIMULINK ..... 3 ч
2. Графоаналитично настройване на аналогови ПИД регулатори ..... 3 ч
3. Оптимално настройване на аналогови ПИД регулатори ..... 3 ч
4. Моделиране на дискретни аналози на ПИД регулатори ..... 3 ч
5. Изследване на САУ с модифицирани ПИД регулатори ..... 6 ч
6. Изследване на цифрови компенсационни регулатори ..... 4 ч

3. ПРЕПОДАВАНЕ И УЧЕНЕ

3.1. Лекционно обучение. Лекциите се представят пред студентите чрез слайдове за шрайбпроектор и се допълват с пояснящ материал по традиционния начин върху учебната дъска. Процесът на усвояване на учебния материал се следи от преподавателя чрез домашни работи по време на семестъра.

3.2. Лабораторните упражнения. Цялата лабораторна група изпълнява една тема със съдействието на ръководителя на упражнението. Студентите предварително изучават теоретичната част от лекционните записки / учебника и самостоятелно се подготвят за изпълнение на отделните задачи, описани в ръководството. При необходимост изследванията от лабораторното упражнение се довършва самостоятелно извън учебните часове. Всеки работен екип от лабораторната група изготвя общ протокол за реализираните задачи. Заверка за лабораторните упражнения се получава, само ако студентът е изработил всички планирани задачи и индивидуално е защитил пред ръководителя на упражнението съответните протоколи.

3.3. Специфични особености на разписанието на занятията: Лекциите задължително предшестват упражненията.

3.4. Форми на сътрудничество между студентите и преподавателския екип по дисциплината: консултации в приемните часове на преподавателите, електронна поща, съвместна работа с преподавателския екип по научни и професионални задачи.

4. РЕСУРСИ ПО ДИСЦИПЛИНАТА

4.1 Академични ресурси

Преподавателите по дисциплината следва да имат научна специалност от направление 02.21.00 *Автоматика, изчислителна техника и системи за управление.*

Титуляр на учебната дисциплина е доц. д-р Емил М. Гарипов. Член е на Съюза по информатика и автоматика към Федерацията на научно-техническите съюзи. За контакти: тел. 965 34 59; emgar@tu-sofia.bg

Упражненията по дисциплината се ръководят от титуляра и от:

- докторант маг.инж. Лъчезар Пл. Томов. За контакти: тел. 965 2322;

4.2 Информационни ресурси:

Основна литература

1. Гарипов Е. *Цифрови системи за управление – част I и II*. ТУ-София, 2004.
2. Гарипов Е. *Ръководство за лабораторни упражнения по цифрови системи за управление*. ТУ-София, (под печат).
3. Astrom, K and T. Hagglund. *PID Controllers* (2nd ed.). Instrument Society of America, 1995.

Допълнителна литература

1. Гарипов, Е. *Решени задачи по проектиране на системи за управление в MATLAB/SIMULINK*. ТУ-София, 1997, 1999.
2. Велев К. *Адаптивни системи*. Аркас, С., 1995
3. Куо Б. *Теория и проектирование цифровых систем управления*. Машиностроение, М., 1986.
4. Astrom, K. J. and B. Wittenmark. *Computer Controlled Systems* (2nd ed.). Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1993. (На руски: Острем, К. и Б. Виттенмарк. *Системы управления с ЕВМ*. Мир, М., 1987.)

4.3. Материални ресурси:

Компютърен клас с учебен софтуер MATLAB/SIMULINK и осигурени 5-6 работни места за лабораторна група от 10-15 студенти. Предстои реализиране на работни места с промишлени контролери от типа SIMATIC – 300 за решаване на задачи в курсовите работи.

5. СИСТЕМА ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА СТУДЕНТИТЕ

5.1. Форма и начин за оценяване

Оценяването на знанията по учебната дисциплина се извършва чрез две домашни работи по време на семестъра, защита на протоколи от лаботаторните упражнения, защита на курсова работа и писмен изпит.

Всяка **домашна работа** включва 3-4 тематични въпроса и задачи, писмените отговори на които са индивидуални за всеки студент. Реализацията на тази форма на текущ контрол и самостоятелна самоподготовка подържа интереса към дисциплината по време на семестъра и засилва посещаемостта на лекциите. Преподавателят извършва по разширена шестобална система средноаритметично оценяване на домашните работи, като санкционира с “1” представянето на заимствани от други студенти отговори. Представянето на домашните работи в указаните от преподавателя срокове е условие за семестриална лекционна заверка.

Изследванията в **лабораторните упражнения** се оформят в групови протоколи за всеки работен екип, които се защитават индивидуално пред ръководителя на упражнението като условие за семестриална заверка на упражненията. Той изготвя обощена оценка по разширена шестобална система за лабораторните упражнения по дисциплината, която отразява активността на студента по време на семестъра, качеството на оформените в протоколи резултати и нивото на знания, показани по време на защита на протоколите.

Темите на **курсовата работа** се задават на студентите не по-късно от 5-тата седмица на семестъра. Защитата на извършената научно-изследователската работа предшества изпита по дисциплината, а успешното й провеждане е условие за допускане до него.

Изпитът се провежда в два кръга. Първият продължава 2 часа и представлява писмено изложение без ползване на литература, лекционни записки и други спомагателни материали на отговори на 10 тематични въпроса, разпределни по равно в двете части на учебната програма и аналогични или дори идентични с тези от домашните работи, и решаване на две задачи. От резултатите в първия кръг преподавателят преценява кои студенти са преодоляли минималните изисквания за допускане до изпита във втория кръг. В него студентите развиват писмен отговор на 1 обобщен въпрос от учебния материал и решават 2 задачи в продължение на още 1.5 часа. Те могат да ползват литературни материали през този период от изпита.

5.2. Изисквания за формиране на оценките по шестобалната скала.

Оценките на отделните компоненти се определят по разширена шестобална система и се съхраняват с точност до 0.25 след десетичната точка. Крайната оценка се закръглява към цяло число.

5.3. Схема за образуване на крайната оценка в съответствие с т. 5.1.

Крайната оценка по учебната дисциплина се извършва чрез тегловно претегляне на оценките на четирите компоненти в следното съотношение: писмен изпит с кратко събеседване (ако преподавателят го изисква) (50%), лабораторни упражнения с протоколи и защита (20%), защита на курсова работа (20%) и писмени отговори на въпроси за домашна работа (10%).

	Компонент	**Оценка** **[n]**	**Коефициент на тежест** **[k]**	**Претеглена оценка** **[n*k]**
1.	Домашна работа	n1	0.10	0.1*n1
2.	Лабораторни упражнения	n2	0.20	0.2*n2

3.	Курсова работа	n3	0.20	0.2*n3
4.	Изпит	n4	0.50	0.5*n4
		Крайна оценка:		0.1*n1+0.2*n2+0.2*n3+0.5*n4

СЪСТАВИЛ: .....
(доц. д-р Емил М. Гарипов)

Програмата е обсъдена и приета от Катедрения съвет на

катедра СИСТЕМИ И УПРАВЛЕНИЕ -

(Протокол No 417/08.11.2002 год.).

Ръководител катедра :.....
/доц. д-р Емил М. Гарипов/

Учебната програма е приета от ФС на ФА (Протокол №... /25.02.2003 г)
Учебната програма е оформена в съотвтетствие с изискванията на СОПКО и е утвърдена от ФС на ФА (Протокол №... /26.09.2006 г)