

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВІСНИК

АГРАРНОЇ НАУКИ ПРИЧОРНОМОР'Я

Науковий журнал

*Виходить 4 рази на рік
Видається з березня 1997 р.*

Випуск 1 (71) 2013

Миколаїв
2013

<http://visnyk.mnau.edu.ua/>

Засновник і видавець: Миколаївський національний аграрний університет.

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ №19669-9469ПР від 11.01.2013.

Згідно з Постановою ВАК України від 14.04.2010 р. № 1-05/3 видання включено до переліку фахових видань.

Головний редактор: В.С. Шебанін, д.т.н., проф., чл.-кор. НААНУ

Заступники головного редактора:

І.І. Червен, д.е.н, проф.
В.І. Гавриш, д.е.н., проф.
В.П. Клочан, к.е.н., доц.
М.І. Гиль, д.с.-г.н., проф.
В.В. Гамаюнова, д.с.-г.н., проф.

Відповідальний секретар: Н.В. Потриваєва, к.е.н., доц.

Члени редакційної колегії:

Економічні науки: О.В. Шебаніна, д.е.н., проф.; Н.М. Сіренко, д.е.н., проф.; О.І. Котикова, д.е.н., проф.; Джулія Одбрайт, PhD, проф. (США); І.В. Гончаренко, д.е.н., доц.; О.М. Вишневська, д.е.н., доц.; А.В. Ключник, д.е.н., доц.; О.Є. Новіков, д.е.н., доц.; О.В. Скрипнюк, д.ю.н., проф.; О.Д. Гудзинський - д.е.н., проф.; О.Ю. Єрмаков, д.е.н., проф.; В.І. Топіха, д.е.н., проф.; В.М. Яценко, д.е.н., проф.; М.П. Сахацький, д.е.н., проф.; В.С. Дога, д.е.н., проф. (Молдова).

Технічні науки: Б.І. Бутаков, д.т.н., проф.; К.В. Дубовенко, д.т.н., проф.; К.М. Думенко, д.т.н., доц.; В.Д. Будаков, д.т.н., проф.; С.І. Пастушенко, д.т.н., проф.; А.А. Ставинський, д.т.н., проф.; В.П. Лялякіна, д.т.н., проф. (Росія).

Сільськогосподарські науки: В.С. Топіха, д.с.-г.н., проф.; Т.В. Підпала, д.с.-г.н., проф.; А.С. Патрева, д.с.-г.н., проф.; В.П. Рибалко, д.с.-г.н., проф., академік НААН України; І.Ю. Горбатенко, д.б.н., проф.; І.М. Рожков, д.б.н., проф.; В.А. Захаров, д.с.-г.н., проф. (Росія); С.Г. Чорний, д.с.-г.н., проф.; М.О. Самойленко, д.с.-г.н., проф.; А.К. Антипова, д.с.-г.н. доц.; В.І. Січкарь, д.б.н., проф.; А.О. Лимар, д.с.-г.н., проф.; А.П. Орлюк, д.б.н., проф.; В.Я. Щербаков, д.с.-г.н., проф.; Майкл Бьоме, проф. (Німеччина).

Рекомендовано до друку вченою радою Миколаївського національного аграрного університету. Протокол № 6 від 26.02.2013 р.

Посилання на видання обов'язкові.

Точка зору редколегії не завжди збігається з позицією авторів.

Адреса редакції, видавця та виготовлювача:

54020, Миколаїв, вул. Паризької комуни, 9,

Миколаївський національний аграрний університет,

тел. 0 (512) 58-05-95, www.mnau.edu.ua

© Миколаївський національний аграрний університет, 2013

ДИСКРЕТИЗАЦІЯ БЕЗПЕРЕРВНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ЗА МЕТОДОМ ЕЙЛЕРА

О.С. Кириченко, кандидат технічних наук
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Описано дискретизацію безперервної системи автоматичного керування за прямим методом Ейлера в програмі *Matlab Simulink*.

Ключові слова: дискретизація, система автоматичного керування, прямий метод Ейлера, безперервно-дискретна система.

Постановка проблеми. Для забезпечення необхідних показників якості керування в автоматичних системах, які застосовуються в промисловості та сільському господарстві, виникає необхідність застосування цифрових регуляторів [1, 2]. Параметри цифрових регуляторів можна визначити за перерахунком синтезованих безперервних регуляторів. Проте іноді ця заміна викликає певні труднощі.

Таким чином, виникає проблема, що пов'язана з вибором ефективного методу перерахунку безперервних регуляторів до цифрових регуляторів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що проектування сучасних автоматичних систем керування для різних галузей промисловості та сільського господарства слід здійснювати з використанням сучасних САПР та програмного забезпечення, в якому реалізовані чисельні методи для побудови цифрових регуляторів.

Метою статті є висвітлення результатів досліджень моделювання безперервно-дискретних систем з використанням прямого методу Ейлера, що реалізований в програмі **Simulink** пакету програм **Matlab**.

Викладення основного матеріалу. Прямий метод Ейлера продемонстровано на рис. 1. Він дозволяє провести чисельне інтегрування та реалізований в програмі **Simulink** пакету програм **Matlab**.

Значення вихідного сигналу в момент $t = nT$ знаходимо з виразу

$$x[nT] = x[(n-1)T] + Tu[(n-1)T]. \quad (1)$$

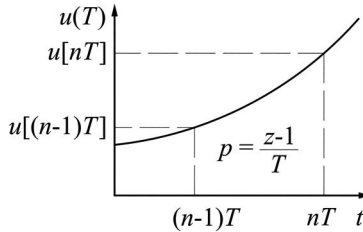


Рис.1. Інтегрування за прямим методом Ейлера

При підстановці оператора запізнювання у вираз (1) отримуємо:

$$x[nT] = x[(n-1)T] + Tu[(n-1)T]. \quad (2)$$

Сигнал на виході може бути представлений у вигляді:

$$x[nT] = \frac{T}{z-1} u[nT]. \quad (3)$$

Таким чином, при використанні прямого методу Ейлера здійснюється заміна змінної:

$$\frac{1}{p} \approx \frac{T}{z-1} \quad \text{або} \quad p \approx \frac{z-1}{T}. \quad (4)$$

Розглядуваний об'єкт регулювання описується передаточною функцією $W(p) = \frac{k_{об}}{T^2 p^2 + 2\xi Tp + 1}$ з такими параметра-

ми: $T = 0,07$ с, $\xi = 0,5$, $k_{об} = 2$.

Для керування таким об'єктом синтезується ПІД-регулятор з реальною диференціальною ланкою

$$W_p(p) = \frac{k_p (T_{об}^2 p^2 + 2T_{об} \xi p + 1)}{p(T_d p + 1)},$$

параметри якої повинні задоволювати умовам:

$$\frac{k_p T_d + k_d}{k_i} = T_{об}^2; \quad \frac{k_i T_d + k_{пi}}{k_i} = 2\xi T_{об}.$$

Звідки $k_i = k_p$, $k_{пi} = k_i (2\xi T_{об} - T_d)$, $k_d = k_i T_{об}^2 - k_{пi} T_d$.

Для перетворення вихідної замкнутої системи використовується команда **Tools/Control Design/Linear Analysis/Model Diskretizer**. При цьому відкривається вікно **Simulink Model Diskretizer**, яке дозволяє вибрати блоки для дискретизації і задати параметри дескретизації. Модель системи після перетворення регулятора із застосуванням рівнянь (1)-(4) прямого метода Ейлера показано на рис. 2.

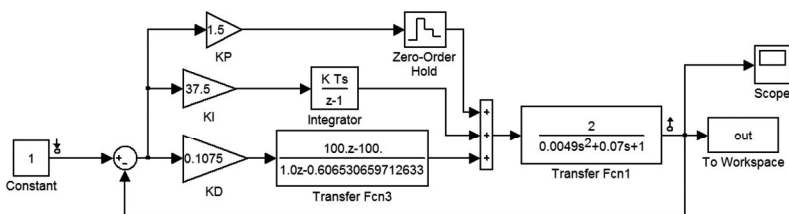


Рис.2. Модель змішаної безперервно-дискретної системи

При $T_d = 0,01$ с, яка менша за добуток $2\xi T = 0,07$, та $k_{зз} = 1$ параметри безперервного ПІД-регулятора для $\bar{k}_p = 3$ дорівнюють $k_i = 37,5$, $k_{пi} = 1,5$, $k_d = 0,1075$.

Для отримання динамічних характеристик змішаної безперервно-дискретної системи зручно при моделюванні реалізувати перехідний процес, записати його в робочий простір **Matlab** з наступною програмною обробкою для отримання необхідних динамічних характеристик.

Перехідний процес в системі при дискретизації представлено на рис. 3.

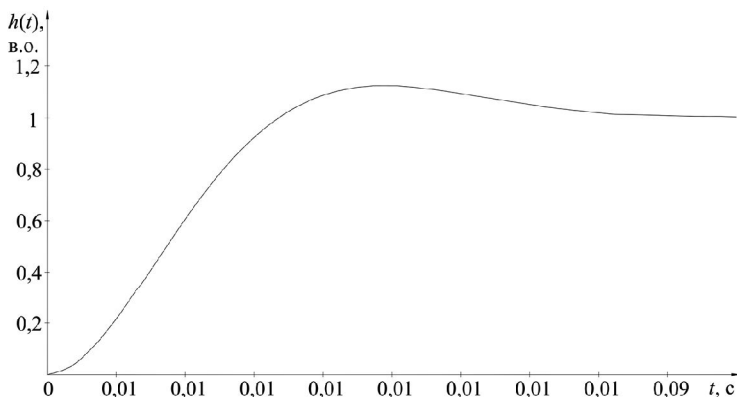


Рис.3. Перехідна характеристика безперервно-дискретної системи

Таким чином, використавши блоки **Model Diskretizer** програми **Simulink**, виконано дискретизацію безперервної системи.

Висновки.

1. У результаті моделювання отримано такі показники якості керування для розглядуваного об'єкта: час перехідного процесу становить близько **0,09** с, перерегулювання є незначним і не перевищує **30%**.

2. Використання програми **Simulink** пакету програм **Matlab** спрощує побудову безперервно-дискретних систем.

3. Прямий метод Ейлера є ефективним способом перерахунку безперервних регуляторів у цифрові.

Список використаних джерел:

1. Герман-Галкин С. Г. *Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК* / С. Г. Герман-Галкин. — СПб. : КОРОНА-Век, 2008. — 368 с.
2. Проектирование по теории автоматического управления / [В. Ю. Аркадьев, А. И. Папченко, А. Г. Попруга, В. П. Боярчук]. — Херсон : Херсонский государственный технический университет, 2002. — 272 с.

А.С. Кириченко. Дискретизация непрерывных систем автоматического управления методом Эйлера.

Выполнена дискретизация непрерывной системы автоматического управления с использованием прямого метода Эйлера в программе Matlab Simulink.

O.S. Kyrychenk. Discretization of continuous automatic control systems with Euler method.

Discretization of continuous system with using the direct method Euler in Matlab Simulink software are performed.

ЗМІСТ

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

О.І. Котикова. Структура управління освітою в Україні.....	3
Julie A. Albrecht. Worldwide Food Safety Issues	9
М.Н. Малиш, В.І. Гаєриш, В.І. Перебийніс. Аналіз енергетичної ефективності виробництва соняшнику в умовах півдня України	18
І.В. Гончаренко. Світовий досвід подолання проблем охорони здоров'я у формуванні людського капіталу сільських територій України	26
С.М. Шкарлет, А.М. Коробка. Стан та тенденції діяльності підприємств галузі льонарства України.....	35
І.С. Смага, І.В. Савчук. Ефективність використання землі за різних типів спеціалізації особистих приватних господарств населення Городенківського району Івано-Франківської області.....	42
Т.В. Порудєєва. Функціонування фермерських господарств Миколаївської області.....	48
І.Г. Гуров, В.В. Гречкосій. Формування та функціонування інфраструктури аграрного ринку	54
О.А. Мамалюк. Реалізація концепції екомережі в регіональному аспекті	60
Т.В. Шевченко. Кон'юнктура ринку України за реалізацією продовольчої продукції.....	66
С.С. Стецюк. Фактори впливу на прибуток м'ясопереробних підприємств Черкаської області.....	72
О.А. Літвак. Екологічна оцінка земельних ресурсів підприємств аграрного сектора	82
Є.О. Павлюк. Інтеграційні процеси в економіці: сутність та переваги.....	90
І.Г. Волкова. Сутнісні характеристики інноваційної діяльності аграрних ВНЗ.....	97

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

В.В. Гамаюнова, А.В. Томницький. Баланс основних елементів живлення у ґрунті залежно від внесення мінеральних добрив під нут	103
---	-----

В.Д. Солодкий, Р.І. Беспалько, І.І. Казімір. Лісогосподарські заходи у збереженні ґрунтового покриву гірських схилів	109
К.М. Карпенко, В.В. Калитка. Економічна та біоенергетична ефективність застосування регулятора росту АКМ при вирощуванні помідора	122
Н.М. Осокіна, К.В. Костецька. Вплив умов зберігання на втрати маси плодів овочів	128
О.І. Заболотний. Вплив гербіциду трофі 90 на чисту продуктивність фотосинтезу та врожайність кукурудзи	134
А.О. Рожков, В.К. Пузік. Масові показники міжвузлів префлоральної зони рослин тритикале ярого залежно від ценотичної напруги у посівах.....	141
О.Г. Жуйков. Агроекологічні передумови вирощування гірчиці чорної в незрошуваних сівозмінах півдня України.....	149
В.П. Коваленко. Значення обробітку ґрунту в технології одержання високопродуктивних посівів люцерни	157
Р.В. Борищук, Р.А. Вожегова. Вплив способів основного обробітку ґрунту на забур'яненість посівів ячменю озимого в умовах зрошення.....	162
С.С. Байберова, М.Є. Сердюк. Вплив погодних умов вегетаційного періоду на збереженість яблук в умовах південного степу України.....	171
Д.Т. Семен. Гарбуз на насіння – прибуткова культура	178

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

В.Г. Богза, В.С. Шибанін, А.П. Шибаніна. Експериментальні дослідження пружно-деформованого стану силосу ємністю 50 т	184
В.Е. Зубков. Совершенствование процесса сепарации корнеклубнеплодов от примесей	189
О.С. Кириченко. Дискретизація безперервних систем автоматичного керування за методом Ейлера.	195
К.М. Деркач. Оптимізація параметрів процесу змішування комбікорму з жиромісткою добавкою в гвинтовому змішувачі.	199
В.А. Грубань. Обґрунтування компоновочної схеми технологічного модуля для збирання кукурудзи	204

Наукове видання

Вісник аграрної науки Причорномор'я
Випуск 1(71) – 2013

Технічний редактор: *О.М. Кушнарьова.*
Комп'ютерна верстка: *Ю.В. Антонович.*

Підписано до друку 26.02.2013. Формат 60 x 84 1/16.
Папір друк. Друк офсетний. Ум.друк.арк. 13,63.
Тираж 300 прим. Зам. № _____. Ціна договірна.

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м.Миколаїв, вул.Паризької комуни, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.