

## Література

1. Гайворонський М. В. Безпека інформаційно-комунікаційних систем / М.В. Гайворонський, О.М. Новіков. – К.: Видавнича група ВНУ, 2009. – 608 с.
2. Богуш В.М. Теоретичні основи захищених інформаційних технологій: навч. посіб. / В.М. Богуш, О.А. Довидьков, В.Г. Кривуца. – К.: ДУІКТ, 2010. – 454 с.
3. Юдін О.К. Захист інформації в мережах передачі даних / Юдін О.К., Корченко О.Г., Конахович Г.Ф. – К.: Вид-во ТОВ «НВП»ІНТЕРСЕРВІС», 2009. – 716 с.
4. Управление риском / [Электронный ресурс] под ред. Г.Г. Малинецкого. – М.: РАН, 2000. – 249 с. – Режим доступа: <http://risk.keldysh.ru/risk/risk.htm>.
5. Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики. Хаос, структура, вычислительный эксперимент. – М.: КомКнига, 2005. – 312 с. (Синергетика : от прошлого к будущему).
6. Шампайн Л.Ф. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием МАТЛАБ: Учебное пособие / Л.Ф. Шампайн, И. Гладвел, С. Томпсон. Пер. с англ. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 304 с. (Учебники для вузов. Специальная литература).
7. Кононович І. В. Динаміка кількості інцидентів інформаційної безпеки / І.В. Кононович // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – Одеса, 2014, Т. 3, № 3. – С. 35-43.

## References

1. Hayvoronskyi M. V. Bezpeka informatsiyno-komunikatsiynykh system / M.V. Hayvoronskyi, O.M. Novikov. – K.: Vydavnycha hrupa VNU, 2009. – 608 s.
2. Bohush V.M. Teoretychni osnovy zakhyshchennykh informatsiynykh tekhnolohiy: navch. posib. / V.M. Bohush, O.A. Dovydkov, V.H. Kryvutsa. – K.: DUKIT, 2010. – 454 s.
3. Yudin O.K. Zakhyst informatsiyi v merezhakh peredachi danykh / Yudin O.K., Korchenko O.H., Konakhovich H.F. – K.: Vyd-vo TOV «NVP»INTERSERVIS», 2009. – 716 s.
4. Upravleniye riskom / [Elektronnyy resurs] pod red. G.G. Malinetskogo. – M.: RAN, 2000. – 249 s. – Rezhim dostupa: <http://risk.keldysh.ru/risk/risk.htm>
5. Malinetskiy G.G. Matematicheskiye osnovy sinergetiki. Khaos, struktura, vychislitel'nyy yeksperiment. – M.: KomKniga, 2005. – 312 s. (Sinergetika : ot proshlogo k budushchemu)
6. Shampayn L.F. Resheniye obyknovennykh differentsial'nykh uravneniy s ispol'zovaniyem MATLAB: Uchebnoye posobiye / L.F. Shampayn, I. Gladvel, S. Tompson. Per. s angl. – SPb.: Izdatel'stvo «Lan'», 2009. – 304 s. (Uchebniki dlya vuzov. Spetsial'naya literatura).
7. Kononovich I. V. Dynamika kil'kosti intsydentiv informatsiynoyi bezpeky / I.V. Kononovich // Informatyka ta matematichni metody v modelyuvanni. – Odesa, 2014, T. 3, № 3. – S. 35-43.

Рецензія/Peer review : 15.1.2015 р.

Надрукована/Printed :24.1.2015 р.  
Стаття рецензована редакційною колегією

УДК 681.518:667.6

О.О. КОВАЛЮК

Вінницький національний технічний університет

Д.О. КОВАЛЮК, П.М. ЧУБАРОВ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

## КЕРУВАННЯ ПОЛІМЕРИЗАЦІЙНОЮ КОЛОНОЮ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ РІЗНИХ МАРОК ПРОДУКТУ

*У статті розглядається керування полімеризаційною колоною для отримання заданої марки продукції. Проаналізовано полімеризаційну колоною як об'єкт автоматизації. Запропоновано структурну схему системи керування та описано алгоритм її роботи. Наведено постановку задач для реалізації системи керування.*

*Ключові слова: система керування, алгоритм керування, полімеризаційна колона, прогнозування, клас якості.*

О.О. KOVALIUK

Vinnytsia National Technical University

D.O. KOVALIUK, P.M. CHUBAROV

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

## CONTROL OF POLYMERIZATION COLUMN OF THE VARIOUS PRODUCT BRANDS PRODUCTION

*The paper presents the control of polymerization column of the various product brands production. The polymerization column is analyzed. A block diagram of the control system is proposed and the algorithm of its work is described. List of tasks for the implementation of the control system is shown.*

*Key words: control system, control algorithm, polymerization column, forecasting, quality class.*

### Вступ

Полістирол є важливою складовою промислового виробництва. З полістиролів виробляють широку гаму виробів, які в першу чергу застосовуються в побутовій сфері (одноразовий посуд, упаковка, дитячі

іграшки), в будівельній промисловості (теплоізоляційні плити, сандвіч панелі, облицювальні та декоративні матеріали, клейові основи), в медицині (частини систем переливання крові, одноразові інструменти) та ін. [1]. Високі електротехнічні показники полістиролу в області надвисоких частот дозволяють застосовувати його у виробництві діелектричних антен та опор кабелів.

### Аналіз проблеми

Попит та асортимент виробів з полістиролу постійно зростає, шовимагає налагодження ефективного виробництва. Кожний тип виробів виготовляється з відповідної марки полістиролу [2]. У таблиці 1 наведена відповідність між маркою полістиролу та виробами, які з неї виготовляють.

Таблиця 1

#### Вироби, що виготовляють з певної марки полістиролу

Марка	Полістирол загального призначення
Полістирол загального призначення, марка 500	Призначений для виготовлення столових приладів, чашок і ємностей для зберігання харчових продуктів
Полістирол загального призначення, марка 525	Використовується для виробів медичного та лабораторного призначення, чашок, ювелірних шкатулок, футлярів компакт-дисків
Полістирол загального призначення, марка 535	Використовується для виробництва упаковки електроніки, екструдованих розсіювачів світла і офісного приладдя.
Полістирол загального призначення, марка 585	Використовується для пресування спінених виробів, таких як тара для яєць, лотки для м'яса і пристосування, для виробництва листового полістиролу з орієнтованою структурою.

Зрозуміло, що потрібно виготовляти відповідну марку продукту, для конкретного замовлення. Це дозволить:

1. Зробити виробництво більш гнучким.
2. Забезпечити кращі можливості для збуту полістиролу.
3. Зменшити вартість полістиролу, і як наслідок кінцевого продукту.

На сьогоднішній день питання отримання необхідної марки полістиролу досліджено недостатньо, тому постає актуальна задача розробки системи керування для отримання заданої марки виробів.

**Метою роботи** є підвищення ефективності виробництва полістиролу за рахунок керування маркою продукту.

### Розробка схеми та алгоритму керування

Після завершення технологічного процесу виробництва полістирол підлягає лабораторним випробуванням, за результатами яких визначаються його властивості (табл. 2) і продукт отримує відповідну марку [2].

Таблиця 2

#### Показники полістиролу, що визначають марку

Найменування показника	Норма для марки				
	625	680	740	825	830
1. Показник плинності розплаву, г / 10 хв., При 200 °С на 5 кг навантаження, в межах	12,0±2,0	2,0±1,0	4,0±1,0	7,5±1,5	13,0±2,0
2. Температура розм'якшення по Віка, °С, не нижче	80,0	91,0	85,0	84,0	92,0
3. Міцність при розриві, МПа, не менше	20,0	40,0	18,0	17,0	22,0
4. Відносне подовження при розриві, %, не менше	27,0	5,0	20,0	40,0	45,0
5. Ударна в'язкість по Ізоду, з надрізом, Дж/м, не менше	63,0	41,0	40,0	96,0	112,0
6. Міцність при вигині, МПа, не менше	40,0	80,0	40,0	37,0	39,0
7. Глянець під кутом 60°, не менше	70,0	65,0	60,0	70,0	70,0
8. Масова частка залишкового стирулу, %, не більше	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Як було зазначено вище, для підвищення економічної ефективності виробництва необхідно забезпечити широку номенклатуру виробів, тобто виготовляти полістирол різних марок, залежно від замовлень покупців. Оскільки марка полістиролу визначається вже після закінчення процесу, то постає задача прогнозування марки виробів. Фактично це буде класифікатор, який може бути використаний як в реальному масштабі часу для оперативного керування, так і в режимі планування.

Аналізуючи технологічний процес можна зробити висновок, що найбільше на марку виробів впливає останній етап – полімеризаційна колона[3], в яку подається стирол та при певній температурі проходить реакція.

На вході колони:

- Витрата первінополімеризованого стиролу з форполімеризатора.
- Витрата конденсованого стиролу з холодильника.
- Витрата динілу на вході до полімеризаційної колони.

На виході колони:

- Витрата парів стиролу.
- Витрата полістиролу.
- Витрата охолодженого динілу.

За канал керування доцільно прийняти температуру або витрату нагрівального агенту, в даному випадку динілу. Керованою величиною в даному випадку буде інтегральний показник – марка полістиролу. З огляду на це пропонується схема керування, наведена на рис. 2.

Алгоритм роботи системи керування, яка реалізує запропоновану схему, зображено на рис. 3.

Розглянемо докладніше кроки алгоритму.

1. В модель прогнозування надходять поточні значення параметрів процесу: температура та витрата первінополімеризованого стиролу з форполімеризатора, температура та витрата конденсованого стиролу з холодильника.
2. Один з факторів моделі прогнозування – це керована величина, температура в колоні. Для першої ітерації її значення вибирається довільно з відомого діапазону.
3. Модель прогнозує марку продукту, що отримується за цих параметрів.
4. Прогнозована марка порівнюється з потрібною. Якщо значення співпадають, це означає, що знайдено необхідну температуру, яку необхідно подати як завдання регулятора. Якщо прогнозована марка відрізняється від заданої, то значення температури змінюється.
5. Кроки 2-4 повторюються, доки прогнозована марка не буде дорівнювати заданій.
6. Регулятор здійснює підтримання заданої температури в колоні.
7. Після отримання продукції і проведення лабораторних досліджень визначається реальна марка продукту.
8. Модель класифікації навчається по нових даних процесу для підвищення своєї точності.

Схема на рис. 2 є схемою випереджувального керування [4] або схемою керування з еталонною моделлю. Для подальшої реалізації системи керування необхідно:

1. Розробити модель класифікації марки стиролу.

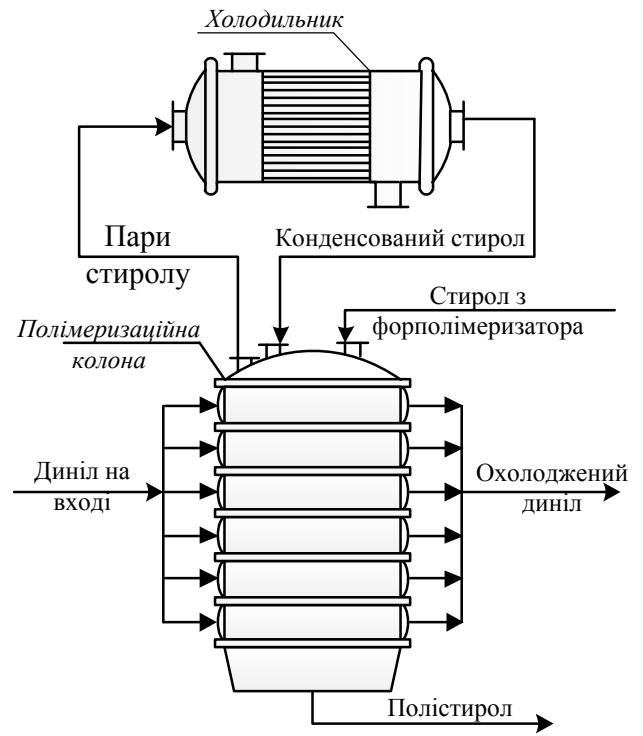


Рис. 1. Полімеризаційна колона – схема матеріальних потоків

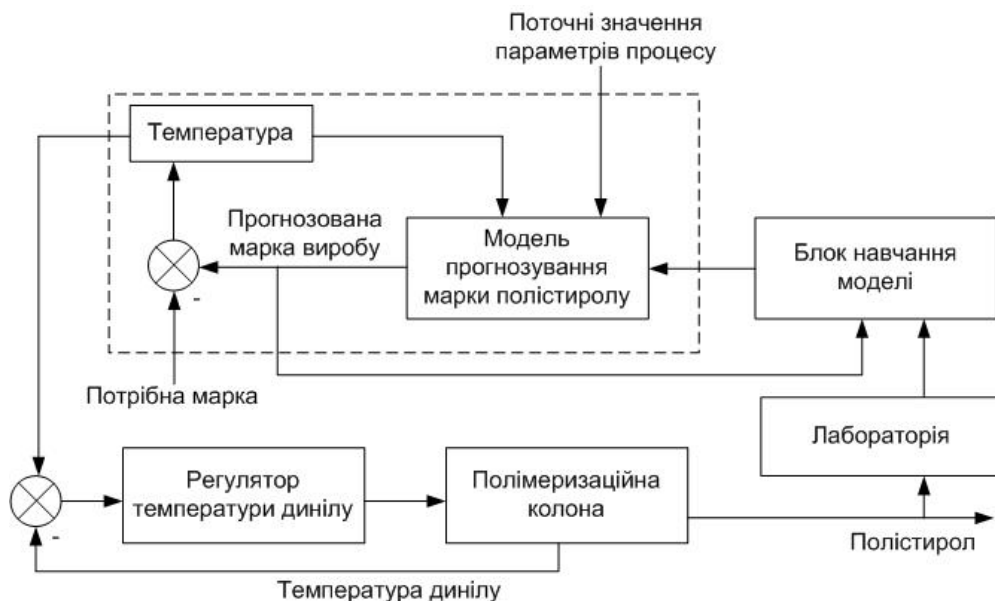


Рис. 2. Схема керування процесом полімеризації з використанням блоку прогнозування марки продукту

2. З використанням моделі класифікації розв'язати задачу знаходження оптимальних параметрів керування.

3. Отримати математичну модель каналу керування (витрата динілу – температура в колоні).

4. Розрахувати параметри регулятора.

#### Аналіз методів реалізації алгоритму

Для реалізації поставлених задач класифікації та керування пропонуються наступні підходи. Класифікація може бути виконана статистичними методами (лінійна та логістична регресія, байєсівський класифікатор) та методами машинного навчання (дерева рішень, вирішальні правила, нейронні мережі, метод найближчого сусіда) [5]. Для подальших досліджень обрано метод дерев рішень, що має ряд переваг – висока точність, швидкий процес навчання, зрозумілий вигляд моделі, можливість застосування даних різних типів, зручність програмної реалізації.

Для контуру керування пропонується використати аналітичний підхід при отриманні моделі каналу керування та контролер на основі нейронної мережі [6]. Це пояснюється тим, що нейронні мережі знайшли успішне застосування для проектування систем управління динамічними процесами. Універсальні можливості апроксимації за допомогою багатосарового персептрона роблять їх корисним інструментом для вирішення завдань ідентифікації, проектування і моделювання нелінійних регуляторів.

#### Висновки

Таким чином, в сучасних ринкових умовах необхідно забезпечити гнучкість виробництва та відповідний асортимент продукції. Для технологічного процесу отримання полістиролу такий підхід можливий за допомогою системи керування маркою продукції. В статті розроблено структуру системи керування та наведено алгоритм її функціонування. Наукова та практична значущість розв'язання задачі полягає у створенні схеми та алгоритму адаптивної системи керування процесом полімеризації стиролу та визначенні методів розробки математичних моделей для реалізації кроків алгоритму. Реалізація кроків запропонованого алгоритму є предметом подальших досліджень.

Запропонований підхід дозволить підвищити економічні показники за рахунок прогнозування марки продукції.

#### Література

1. Кулезнев В.Н. Основы технологии переработки пластмасс / В.Н. Кулезнев. – М.: «Химия», 2004. – 184 с. – Библиогр.: с. 197–183. – 2000 экз. – ISBN 5-94157-087-2
2. ГОСТ 20282-86 Полистирол общего назначения. Технические условия.
3. Дж. Уайт, Д. Чойд. Полиэтилен, полипропилен и другиеполиолефины / Пер. с англ. яз. под. ред. Е. С. Цобкалло — Санкт-Петербург, Професия, 2006. — 256 с. – Библиогр.: с. 249–255. – ISBN 978-966-96178-2-0
4. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления : Учебник / Под ред. Н.Д. Егупова, издание 2-ое, стереотипное. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.-744с.
5. Барсегян А.А. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining / Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.–336с. - ISBN: 5-94157-522-X.
6. Сигеру Омагу, Нейроуправление и его приложения / Сигеру Омагу, Марзуки Халид, Рубия Юсоф – М.: ИПРЖР, 2000. – 272 с. – ISBN: 5-93108-006-6.

#### References

1. Kuleznev V.N. Osnovy tehnologii pererabotki plastmass / V.N. Kuleznev. – М.: «Himija», 2004. – 184 s. – Bibliogr.: s. 197–183. – 2000 jekz. – ISBN 5-94157-087-2
2. GOST 20282-86 Polistirool obshhego naznachenija. Tehnicheskie uslovija.



Рис. 3. Алгоритм роботи системи керування процесом полімеризації

3. Dzh. Uajt, D. Chojd. Polijetilen, polipropilen i drugiepoliolefiny / Per. s angl. jaz. pod. red. E. S. Cobkallo — Sankt-Peterburg, Profesija, 2006. — 256 s. — Bibliogr.: s. 249–255. — 300 jekz. — ISBN 978-966-96178-2-0
4. Metody robastnogo, nejro-nechetkogo i adaptivnogo upravlenija : Uchebnik / Pod red. N.D. Egupova, izdanie 2-oe, stereotipnoe. — M.: Izd-vo MGTU im. N.Je. Baumana, 2002.-744s.
5. Barsegjan A.A. Metody i modeli analiza dannyh: OLAP i Data Mining / Barsegjan A.A., Kuprijanov M.S., Stepanenko V.V — SPb.: BHV-Peterburg, 2004.—336s. - ISBN: 5-94157-522-H.
6. Sigeru Omatu, Nejrouravlenie i ego prilozhenija / Sigeru Omatu, Marzuki Halid, Rubija Jusof — M.: IPRZhR, 2000. — 272 s. — ISBN: 5-93108-006-6.

Рецензія/Peer review : 6.1.2015 р. Надрукована/Printed :24.1.2015 р.  
Стаття рецензована редакційною колегією

**УДК 621.391.8**

**Д.В. МИХАЛЕВСЬКИЙ, М.Д. ГУЗЬ**  
Вінницький національний технічний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РУХУ АБОНЕНТІВ НА ЕФЕКТИВНУ ШВИДКІСТЬ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ У МЕРЕЖАХ СТАНДАРТУ WI-FI**

*В даній роботі проведено дослідження впливу ефекту доплерівського зміщення частоти на основний критерій якості каналу передачі для безпроводних мереж стандарту 802.11 Wi-Fi. Для цього, насамперед, проведено аналіз особливостей поширення хвиль у діапазоні 2.4 ГГц та встановлено, що ефект Доплера залежить від характеристик носійної частоти сигналу та швидкості руху приймального обладнання. Тому, будь-які системи передачі із OFDM модуляцією є досить чутливими до переміщень у просторі.*

*Виконано аналіз доплерівського зміщення частоти, як негативного фактора при передачі інформації, так і для методів, які дають змогу використовувати це явище для виявлення об'єктів та їх положення у просторі. Це дало змогу визначити оптимальні умови для проведення досліджень та запропонувати структуру мережі. Після проведення експериментальних досліджень було виявлено, що будь-яке переміщення прийомо-передавального обладнання стандарту 802.11 у просторі, вносить суттєвий вплив на ефективну швидкість передачі інформації у каналі. Найбільша зміна критерію ефективності починається при швидкості руху 1 м/с та більше.*

*Ключові слова: доплерівське зміщення частоти, безпроводний канал, ефективна швидкість передачі інформації.*

D. MICHALEVSKIY, M. GUZ  
Vinnytsia national technical university

### **INVESTIGATION OF INFLUENCE OF THE SUBSCRIBERS MOVEMENT ON EFFECTIVE DATA TRANSFER SPEED IN WI-FI NETWORKS**

*Abstract. In this paper, a study of the influence of Doppler frequency shift effect on the main criterion of channel quality of the wireless network standard 802.11n was carried out. However, as the 802.11x family of standards is a wireless technology, it is necessary to pay attention to the losses associated with the mobility of subscribers. In this case, at the input of subscriber's receiver it will be observed the slowly changing signal strength, which depends on the position in space, and the rapid change, which depends on the time and velocity. Exactly the rapid change in signal strength is called the Doppler shift frequency effect.*

*The results of studies proved that using MIMO, the total radiation power of transmitting antennas is less than 100 mW. Any displacement of the transceiver equipment of standard 802.11 makes a significant impact on the effective information transmission rate in the channel.*

*At speeds of 1 m/s it is observed a significant decrease of the efficiency criterion, and at speeds two or more meters per second – the falling reaches value of 1,5... 2 times.*

*Key words: Doppler frequency shift, wireless channel, effective data rate.*

#### **Вступ**

Мережі сімейства стандартів 802.11x характеризуються постійним розвитком в напрямку підвищення головного критерію якості – ефективної швидкості передачі інформації. В загальному випадку, цей критерій має прямо пропорційну залежність від рівня потужності сигналу на вході приймального пристрою та визначає параметр якості сигналу. Як відомо [1], на такий параметр мають вплив наступні фактори: енергетичні параметри і тип модуляції, затухання сигналу у безпроводному середовищі передачі, стан та властивості навколишнього середовища, обмеження потужності сигналу передавачів, зниження рівня ортогональності у сигналах OFDM із-за ефекту багатопроменевого поширення хвиль у приміщеннях, використання методів просторового кодування сигналів (MIMO), наявність ефекту Доплера для рухомих абонентів, інтерференційні та шумові завади і інш.

Оскільки, сімейство стандартів 802.11x є безпроводною технологією, то необхідно звернути увагу на втрати, що пов'язані із мобільністю абонентів. В такому випадку, на вході приймача абонента, будуть спостерігатись явища повільної зміни потужності сигналу, що залежить від положення у просторі, та швидкої зміни, що залежить від часу та швидкості руху. Саме швидка зміна потужності сигналу отримала назву ефекту доплерівського зміщення частоти.

Найбільш чутливими до ефекту зміщення частоти каналу передачі від швидкості руху приймача є системи що використовують OFDM модуляцію, до яких належать мережі сімейства стандартів 802.11x [2].