

ISSN 2307- 5732

Науковий журнал

2. 2014



ВІСНИК

Хмельницького національного
університету

Технічні науки

Науковий журнал

2. 2014

ВІСНИК

**Хмельницького
національного університету**

Технічні науки

Scientific journal

HERALD

of Khmelnytskyi national university

Technical sciences, 2014, № 2, Volume 211

Хмельницький

УВАННІ

НИХ В

..... 7

..... 12

..... 16

..... 19

ЕННЯ ... 25

..... 30

..... 38

ИЙ НА

..... 42

..... 46

..... 50

ОЮ

..... 55

НІ

..... 59

..... 67

СКОГО

..... 73

ВІСНИК
ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
серія: Технічні науки

Затверджений як фахове видання
Постановою президії ВАК України від 10.02.2010 № 1-05/1
(http://vak.org.ua/docs//prof_journals/journal_list/whole.pdf)

Засновано в липні 1997 р.

Виходить 6 разів на рік

Хмельницький, 2014, № 2 (211)

Засновник і видавець: Хмельницький національний університет
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)

Включено до наукометричних баз:

РИНЦ	http://elibrary.ru/title_about.asp?id=37650
Index Copernicus	http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&id_lang=3
Google Scholar	http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=aIUP9OYAAAAJ
Polish Scholarly Bibliography	https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221

Головний редактор	Скиба М. Є. , заслужений працівник народної освіти України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, д.т.н., професор, ректор Хмельницького національного університету
Заступник головного редактора	Параска Г. Б. , д.т.н., професор, проректор з наукової роботи Хмельницького національного університету
Відповідальний секретар	Гуляєва В. О. , завідувач відділом інтелектуальної власності і трансферу технологій Хмельницького національного університету

Члени редколегії

Технічні науки

Березненко М.П., д.т.н., Бубулис Алгимантас, д.т.н. (Литва), Гордеев А.І., д.т.н., Грабко В.В., д.т.н., Диха О.В., д.т.н., Жултовський Б., д.т.н. (Польща), Зубков А.М., д.т.н., Камбург В.Г., д.т.н. (Росія), Каплун В.Г., д.т.н., Карван С.А., д.т.н., Карташов В.М., д.т.н., Кичак В.М., д.т.н., Кіницький Я.Т., д.т.н., Коновал В.П., д.т.н., Коробко Є.В., д.т.н. (Білорусія), Костогриз С.Г., д.т.н., Кофанов Ю.М., д.т.н. (Росія), Мазур М.П., д.т.н., Мандзюк І.А., д.т.н., Мельничук П.П., д.т.н., Мясіщев О.А., д.т.н., Натріашвілі Т.М., д.т.н. (Грузія), Нелін Є.А., д.т.н., Павлов С.В., д.т.н., Пастух І.М., д.т.н., Поморова О.В., д.т.н., Пановко Г.Я., д.т.н. (Росія), Попов В., доктор природничих наук (Німеччина), Прохорова І.А., д.т.н., Рогатинський Р.М., д.т.н., Ройзман В.П., д.т.н., Рудницький В.Б., д.фіз.-мат.н., Сарібеков Г.С., д.т.н., Сілін Р.І., д.т.н., Славінська А.Л., д.т.н., Сорокатиї Р.В., д.т.н., Сурженко Є.Я., д.т.н. (Росія), Троцишин І.В., д.т.н., Шалапко Ю.І., д.т.н., Шинкарук О.М., д.т.н., Шклярський В.І., д.т.н., Щербань Ю.Ю., д.т.н., Юрков М.К., д.т.н. (Росія), Ясній П.В., д.т.н.

<i>Технічний редактор</i>	Горященко К. Л., к.т.н.
<i>Редактор-коректор</i>	Броженко В. О.

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,
протокол № 7 від 22.04.2014 р.

Адреса редакції: редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"
Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 29016

т	(038-22) 2-51-08	web:	http://journals.khnu.km.ua/vestnik
e-mail:	visnyk_khnu@rambler.ru		http://vestnik.ho.com.ua http://visniktup.narod.ru http://library.tup.km.ua/visnyk_tup.htm

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 9722 від 29 березня 2005 року (перереєстровано)
Бюлетень ВАК №2, 2006

© Хмельницький національний університет, 2014
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2014

ЗМІСТ

МАШИНОЗНАВСТВО ТА ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ В МАШИНОБУДУВАННІ

І.М. ПАСТУХ, Г.М. СОКОЛОВА, О.С. ЗДИБЕЛЬ МІКРОТВЕРДІСТЬ МОДИФІКОВАНОГО ШАРУ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ, АЗОТОВАНИХ В ТІЛЮЧОМУ РОЗРЯДІ	7
Ю.А. ЛУК'ЯНЧУК, В.Ю. ДЕНИСЮК, В.Т. МИХАЛЕВИЧ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕРИВЧАСТИХ ШЛІФУВАЛЬНИХ КРУГІВ НА ОПЕРАЦІЯХ БЕЗЦЕНТРОВОГО ШЛІФУВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ РОЛИКІВ ПІДШИПНИКІВ	12
С.О. КОШЕЛЬ, Г.В. КОШЕЛЬ АНАЛІЗ СКЛАДНОГО ДВОКРИВОШИПНОГО ШЕСТИЛАНКОВОГО МЕХАНІЗМУ ОСНОВОВ'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ	16
Д.А. МАКАТЬОРА, І.В. ПАНАСЮК ВИЗНАЧЕННЯ ПОГОННОГО ЗУСИЛЛЯ РІЗАННЯ МІКРОПОРИСТОЇ ГУМИ НОЖЕМ З ОДНОСТОРОННЬОЮ ЗАТОЧКОЮ	19
Б.Ф. ППА, В.В. ЧАБАН ВПЛИВ РЕЖИМУ ПУСКУ КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ НА ДИНАМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ	25
Л.Г. КОЗЛОВ, М.П. КОРИНЕНКО, А.О. АНТОНЮК ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГАЛЬМІВНОГО КЛАПАНА МЕХАТРОННОГО ПРИВОДА ГІДРОМАНІПУЛЯТОРА	30
Б.Ф. ППА, О.В. ЧАБАН ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МАХОВИКА ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В ПРИВОДІ РУКАВИЧНОГО АВТОМАТУ	38
С.П. ГРЕКОВ, А.А. ВСЯКИЙ, В.Б. РУДНИЦКИЙ ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ УГЛЕНОСНОЙ ТОЛЩИ В ЗОНАХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ НА ЭНДОГЕННУЮ ПОЖАРООПАСНОСТЬ	42
Н.П. БАДЬОРА, І.В. КОЦ АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ІН'ЄКЦІЙНОГО ЗАКРІПЛЕННЯ ҐРУНТОВИХ МАСИВІВ	46
Т. KULIK, O. BURMISTENKOV, B. ZLOTENKO MATHEMATICAL MODELING OF INTRUSION MOLDING	50
В.П. ТКАЧУК ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЗНИЖЕННЯ ВІБРАЦІЙ ПРАЛЬНИХ МАШИН З ГОРИЗОНТАЛЬНОЮ ВІССЮ ОБЕРТАННЯ	55

ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВОЇ ТА ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

О.В. ГОЛОВНЯ, Г.Б. ПАРАСКА КЛАСИФІКАЦІЯ ТРИКОТАЖУ КУЛІРНИХ ПРЕСОВИХ ПЕРЕПЛЕТЕНЬ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ (повідомлення II)	59
С.А. КАРВАН, А.Я. ГАНЗЮК, О.А. ПАРАСКА, Г.М. СОКОЛ ВИВЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУМІШІ ПОЛІЕТИЛЕНГЛІКОЛІВ РІЗНОЇ МОЛЕКУЛЯРНОЇ МАСИ У ЯКОСТІ АНТИСТАТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ	67
А.В. КОРОЛЕНКО, В.А. МАСЛОВ, С.Н. ТРИГУБ, О.Н. ТОВСТОКОРЫЙ МАСКИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ПЕНОСТЕКЛА ОТ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО И РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЙ	73

І.А. ПРОХОРОВА, О.Ю. РЯЗАНОВА, Г.М. ШУЛІЧЕНКО ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА СПОЖИВАЦЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТКАНИНИ ПРИ ЇЇ ПРОЕКТУВАННІ ...	
О.Р. МОКРОУСОВА, С.А. КАРВАН, О.П. КОЗАРЬ ФОРМУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШКІРЯНИХ МАТЕРІАЛІВ МІНЕРАЛЬНИМИ НАПОВНЮВАЧАМИ	
Л.В. ПЕЛИК ПРІОРИТЕТНЕ ВИКОРИСТАННЯ ТЕРМОСТІЙКИХ ВОЛОКОН У ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ	
С.В. ПЕТЕГЕРИЧ, К.О. ПРИСЯЖНА, Т.В. ІВАНШИНА, І.А. МАНДЗІЮК ОЦІНКА ЗМІН ТОКСИКОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШТУЧНИХ ШКІР ПРИ ЇХ СТАБІЛІЗАЦІЇ КОМПОЗИЦІЙНИМИ МАТЕРІАЛАМИ НА ОСНОВІ ВІДХОДІВ ПОЛІЕТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТУ	
С.Г. КУЛЕШОВА, А.Л. СЛАВІНСЬКА РОЗРОБКА МЕТОДИКИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЗОВНІШНЬОГО ВИГЛЯДУ СПОЖИВАЧА	
Е.В. БАЗИЛЮК, І.М. БАННОВА ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МІЖ ПАРАМЕТРАМИ РУКАВА ТА ПРОЙМИ В ЖІНОЧИХ ПЛЕЧОВИХ ВИРОБАХ	
О. М. КАЗЬМІРОВА, О. Й. ЯНЦАЛОВСЬКИЙ, О. М. ЛУЩЕВСЬКА, О. М. ТРОЯН ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЧОЛОВІЧОЇ НАТІЛЬНОЇ БІЛИЗНИ ДЛЯ ПРОФІЛАКТИКИ УРОЛОГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ	
Н.В. КУДРЯВЦЕВА ВИЗНАЧЕННЯ МАСИ ТІЛА ЖІНОК МОЛОДШОЇ ВІКОВОЇ ГРУПИ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ОДЯГУ	12
А.Я. ГАНЗЮК ВОДОРОЗЧИННІ ПОЛІМЕРИ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА У ЯКОСТІ ЕФЕКТИВНИХ АНТИСТАТИЧНИХ АГЕНТІВ	19
О.І. КУЛАКОВ, В.О. КУШНІР ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ КОАГУЛЯНТУ ІЗ САПОНІТОВИХ АРГІЛІТІВ	12
Л.С. СТЕПАНОВА, І.Г. БРЮХОВА, І. ГЛОВА ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДАЛЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ ВОДНИМИ РОЗЧИНАМИ СМЗ	13
Н.М. ЗАЩЕПКИНА, К.О. ЗАЩЕПКИНА, А.Г. ІЛЛЯШЕНКО ВИЗНАЧЕННЯ НАТЯГУ ОСНОВНИХ ТА УТОКОВИХ НИТОК ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БАЗАЛЬТОВИХ ТКАНИН	13
І.О. ЗАСОРНОВА, О.С. ЗАСОРНОВ РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ "VISHIVANKA" ДЛЯ ЗАПОВНЕННЯ ДОВІЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ОРНАМЕНТУ ВИШИВКИ ПОДВІЙНИМИ ХРЕСТОПОДІБНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ І СТВОРЕННЯ ПКВМ	13
О.С. ПОЛІШУК, С.Л. ГОРЯЩЕНКО, Є.О. ГОЛІНКА МОДЕЛЮВАННЯ ЧАСТОТНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА В СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЮ ШВЕЙНОЮ МАШИНОЮ	134
N. ZASHCHERKINA, N. TEREHTIEVA PROTECTION OF HUMAN RESPIRATORY SYSTEM FROM THE NEGATIVE EFFECTS OF ENVIRONMENT	143
РАДІОТЕХНІКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ	
О.В. ОСАДЧУК, Я.О. ОСАДЧУК ДЕФОРМАЦІЙНІ ЕФЕКТИ У НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СТРУКТУРАХ	155

В.І. СТЕЦЮК ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСНИХ РЕЗОНАНСНИХ ЧАСТОТ КОНСТРУКЦІЙ КВАРЦОВИХ РЕЗОНАТОРІВ	150
В.Р. ЛЮБЧИК, О.М. КИЛИМНИК, В.М. ЛЕСИК ПРАКТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОЧАСТОТНОГО ФАЗОВОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ДАЛЬНОСТІ БАГАТЬОХ ОБ'ЄКТІВ	154
С.М. РУДАК, С.І. МЕЛЬНИЧУК АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ФОРМУВАННЯ ШИРОКОСМУГОВИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ НА ОСНОВІ ЕНТРОПІЙНИХ ОЦІНОК ШУМІВ НЕЗАВИХРЕННОГО ТА ЗАВИХРЕННОГО ПОТОКІВ	158
V.R. LIUBCHUK, O.M. SHIYNKARUK, A.V. KLEPIKOVSKIY USING OF SIGNALS WITH RECTANGULAR ENVELOPE OF SPECTRUM WITH A MINIMUM PEAK- FACTOR FOR INFORMATION SECURITY	163
В.Г. КРАСИЛЕНКО, Д.В. НІКІТОВИЧ МОДЕЛЮВАННЯ СУМІЩЕНОГО З САМОНАВЧАННЯМ МЕТОДУ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ФРАГМЕНТІВ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ЇХ СТРУКТУРНО-ТОПОЛОГІЧНИМИ ОЗНАКАМИ	165
І.С. ПЯТІН, Р.В. СОРОКАТИЙ, Ю.В. ЛАВРЕНЮК ДОСЛІДЖЕННЯ ШИРОКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ З ДВОПОЗИЦІЙНОЮ ФАЗОВОЮ МАНІПУЛЯЦІЄЮ	170
О.І. ПОЛІКАРОВСЬКИХ, В.В. МІШАН, П.О. ВИШНЕВЕЦЬКИЙ ПРЯМИЙ ЦИФРОВИЙ СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТИ ДЛЯ ФАЗОВАНОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ ІЗ ЧАСТОТНИМ СКАНУВАННЯМ	176
В.С. ПЕТРУШАК, М.О. КРАВЧУК АНАЛІЗ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ МИТТЄВИХ ЗНАЧЕНЬ НАПРУГИ ПЕРІОДИЧНОГО СИГНАЛУ В ЦИФРОВИЙ КОД	181
І.С. КАТЕРИНЧУК, Д.О. ІВАНЬКОВ, Ю.О. БАБІЙ МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ШИРОКОСМУГОВИХ ІМПУЛЬСНО- КОДОВИХ МОДУЛЯТОРІВ	185
В.В. НИКИТЮК, В.Г. ДОЗОРСЬКИЙ, Г.М. ШАДРИНА ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ВІДБОРУ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ СТОМАТОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ	189
Т.О. ГОВОРУЩЕНКО МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ ПІДТРИМКИ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА СЕРЕДОВИЩА ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	193
О.А. PASTUKH MATHEMATICAL MODEL OF INFORMATION TECHNOLOGY OF TRANSFER FUZZY INFORMATION BY QUANTUM COMMUNICATION CHANNEL	201
Ю.М. БОЙКО, О.І. ЄРЬОМЕНКО, В.О. НАВРОЦЬКИЙ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЛЬТРУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ В ЦИФРОВИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ЗА НАЯВНОСТІ КОМПЛЕКСУ ЗАВАД З МЕТОЮ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ	204
О.В. БОРОВИК, Ю.О. БАБІЙ, В.В. БОЯРЧУК ЕКСПЕРТИЗА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗА УМОВ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	214
О.В. ОСАДЧУК, О.С. ЗВЯГІН, А.Ю. САВИЦЬКИЙ МІКРОЕЛЕКТРОННИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ	218

В.М. ЛИСОГОР, А.А. ШТУЦЬ, Я.Г. БОРОДЯНЕЦЬ, Ю.А. ШУЛЛЕ
МОДЕЛЮВАННЯ ДІЇ ОПЕРАТОРІВ БАГАТОСТАДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ З
ЛЮДИНО-МАШИНИМ УПРАВЛІННЯМ В АПК

В.Т. КОНДРАТОВ

ТЕОРИЯ ИЗБЫТОЧНЫХ И СВЕРХИЗБЫТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ: ФОРМАЛИЗОВАННОЕ
ОПИСАНИЕ ТРЕТЬЕЙ ГРУППЫ ПРАВИЛ ВЫВОДА УРАВНЕНИЙ ИЗБЫТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ
КРУТИЗНЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ. СООБЩЕНИЕ 7.2

О.І. ШАПОВАЛОВ

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МАГНІТОДИНАМІЧНОГО ПОТОКУ В ЗОНІ РЕОЛОГІЧНОГО
ПЕРЕХОДУ МАГНІТОСТРИКЦІЙНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА

О.В. БОНДАРЕНКО, А.И. РЯБУШЕЙ, И.И. РЯБУШЕЙ

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ КОМБИНИРОВАННОЙ ИЗОЛЯЦИИ ЖИЛ КАБЕЛЯ
ТИПА КСПП-1×4×1,2

Н.А. ФИЛИНЮК, Л.Б. ЛИЦИНСКАЯ, Р.Ю. ЧЕХМЕСТРУК

АНАЛИЗ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ
ИММИТАНСНЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

МОДЕЛЮВАННЯ ДІЇ ОПЕРАТОРІВ БАГАТОСТАДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ З ЛЮДИНО-МАШИНИМ УПРАВЛІННЯМ В АПК

Поставлена загальна задача про моделювання багатостанційних технологічних процесів з людино-машинним управлінням в умовах наявності помилок операторів. Побудована модель для вирішення цієї задачі, а також описано алгоритм реалізації та проведено імітаційне моделювання за умови, коли координатор виконує «усереднюючу» функцію.

Ключові слова: багатостанційний технологічний процес, оператор, координатор, помилка.

V.M. LYSOGOR, A.A. SHTUTS, A.G. BORODYANETS, Y.A. SHULLYE

Vinnitsa National Agrarian University

MODELLING OPERATORS MULTISTAGE TECHNOLOGICAL PROCESSES WITH MAN-MACHINE MANAGEMENT IN AGRICULTURE

The stated overall problem of simulation of multiple processes with man-machine control in the presence of operator error. The model for this task as well as on the algorithm implementation and simulation carried out provided that the coordinator performs "averaging" function.

Keywords: Multiple manufacturing process operator, coordinator of the error.

Вступ

Підходи, що ґрунтуються на концепції багатостадійних технологічних процесів (БСТП), все частіше використовуються при моделюванні широкого кола виробничих процесів. Прикладами можуть слугувати процеси хімічного та нафтохімічного синтезу, атомна енергетика, літако- та автомобілебудування тощо.

Сьогодні зростає необхідність враховувати специфіку діяльності людини, яка проявляється при прийнятті рішень або на ключових стадіях, або ж при узгодженні стадій технологічного процесу між собою, що призводить до необхідності розглядати БСТП з людино-машинним управлінням (ЛМУ). Разом із тим поки що відсутній потужний апарат для моделювання одночасно особливостей як стадій технологічного процесу, так і діяльності операторів. Таким чином, задача моделювання БСТП з ЛМУ є сьогодні актуальною.

Моделювання БСТП розвинуто як потужний науковий напрямок у працях наукової школи професора В.М. Лисогора [1–3], розроблено потужні математичні моделі для опису БСТП, що дозволило отримати потужні засоби для підвищення ефективності широкого кола конкретних технологічних процесів [2, 3].

Разом із тим і моделювання ЛМУ та оптимізації організаційних структур управління також тривалий час розвивається як самостійний підхід до моделювання [4, 5]. При цьому оператори («агенти» в теорії активних систем [4,5]) є тотожними за своїми характеристиками, що безумовно, не підтверджується практично управління персоналом. До того ж підходи [4, 5] не поширені на випадок БСТП. Таким чином, задача про моделювання діяльності БСТП з ЛМУ залишається активною і сьогодні.

Постановка задачі

У системах БСТП використовуються автоматизовані системи управління, які не вимагають для прийняття рішень використання спеціальних знань. Проявляється це в тому, що для контролю за стадією БСТП вони використовують інформацію у *символьному* вигляді: піктограми, кольори тощо. Оператор, спостерігаючи за цими показниками, узагальнює їх та сповіщає агреговану інформацію *координатору* – людині, яка здійснює управління БСТП в цілому.

Сучасні технології вимагають від оператора переважно не знань деталей процесів, якими він управляє, а швидше *способів та правил* для прийняття рішень за значеннями інтервалів декількох спеціальним чином виробничих параметрів, якими описується процес. Саме ця особливість діяльності операторів і надає можливість зіставити за даними заданим інтервалам певних параметрів ті *символьні* значення, які слугують оператору *основою* для прийняття рішень.

Оскільки основною задачею оператора є прийняття рішень, то існує декілька каналів для генерації помилок. Перший – це помилки, зумовлені недостатньою кваліфікацією оператора: наприклад, коли він не встигає опрацювати інформацію за відведений для цього час. Другий – це помилки, які зумовлені неуважністю оператора: він може *відволікатися* та не помітити значення певного показника, він може *забути* значення одного із параметрів, з використанням якого йому потрібно приймати рішення, тощо. Нарешті, оператор може в різний час приймати *різні* рішення при одному й тому ж розподілі значень показників внаслідок різниці у його власному емоційному стані. Помилки операторів передаються до координатора, який повинен прийняти рішення щодо всього БСТП на основі такої нечіткої інформації. Моделювання впливу наведених вище каналів помилок операторів на результат БСТП можливе лише при використанні нечіткої логіки [6].

Таким чином, виникає задача про моделювання впливу помилок у діяльності операторів на

результативність БСТП з ЛМУ з використанням методів нечіткої логіки у прийнятті рішень.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ

Формуємо множину первинних показників x_{ij} , $i=\overline{1, n}$, $j=\overline{1, m}$ для визначення n функцій f_i , які є домінуючими для досягнення правильності результату. Математична модель набуває такого процесу:

$$X \rightarrow K, X = (x_{ij}), i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, K = (k_s), s = \overline{1, 3}. \tag{1}$$

$$F = F(f_1, f_2, f_3); \tag{2}$$

$$Op_1 = Op(x_{11} \dots x_{19}); \tag{3}$$

$$Op_2 = Op(x_{21} \dots x_{29}); \tag{4}$$

$$Op_3 = Op(x_{31} \dots x_{39}); \tag{5}$$

Функція відображення набирає вигляду (2)–(7), де Op_1 – перший оператор; Op_2 – другий оператор; Op_3 – третій оператор. Система організації інформаційних потоків зображення на рис. 1. Кожен оператор отримує інформацію від трьох пристроїв, узагальнює та на її основі приймає рішення, яке повідомляє координатору. Координатор на підставі повідомленого йому рішення координаторів, знаючи, що воно є нечітким, приймає рішення щодо рівня використання БСТП.

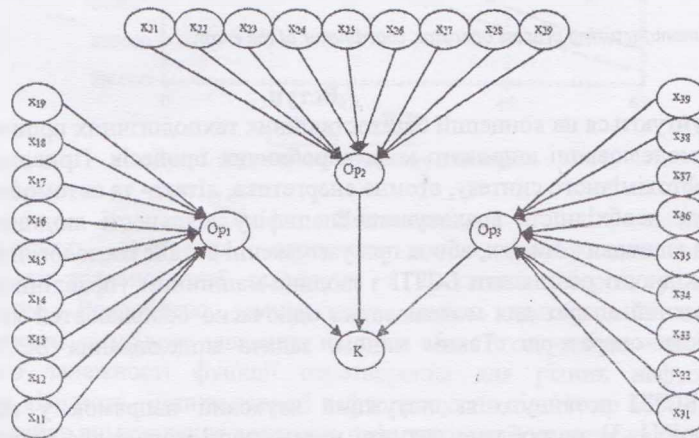


Рис. 1. Нечітка модель багатостадійного технологічного процесу з людино-машинним управлінням

Для оцінювання значень параметрів, отриманих оператором від пристроїв, що характеризують задану стадію БСТП, використовуємо шкалу лінгвістичних термінів: Н – низьке значення (0), С – середнє (1), В – високе (2). Оскільки для оцінювання значень функцій незалежності оцінювальних параметрів необхідно мати значення лінгвістичних термів цих показників, то для якісних параметрів пропонується наступний підхід.

Розглядаємо параметр Op_1 , який відповідає лінгвістичним термам, що змінюються залежно від таких характеристик оператора, як його кваліфікація, досвід роботи, наявність відповідної освіти, емоційний стан (який визначається, наприклад, рівнем втоми тощо). Для обчислення параметра Op_n , де n – кількість операторів, що беруть участь у виконанні управлінням БСТП, можна використовувати, наприклад, алгоритм, блок-схема якого наведена на рис.2.

Для координатора, який узагальнює повідомлені йому значення від операторів, множину вихідних параметрів $K=(k_s)$, $s=\overline{1, 3}$ визначаємо таким чином: y_1 – високий рівень підготовки оператора (рівень 2); y_2 – середній рівень підготовки оператора (1); y_3 – низький рівень підготовки оператора (відповідно 0). Після оцінювання значень множини вхідних параметрів обчислюємо значення функцій їх належності. Для цього визначаються функції належності з ненормованими значеннями для кожного параметра окремо [6].

Графік функцій належності значень якісних параметрів лінгвістичним термам, тобто спосіб агрегування інформації координатором, для нашої задачі показано на рис.3.

Математичні вирази, що описують таку функцію належності якісних параметрів:

$$\mu^H(x) = \begin{cases} 2, & x \in [0; 0,4], \\ \frac{2-x}{1,6}, & x \in (0,4; 2] \end{cases} \tag{6}$$

$$\mu^C(x) = \begin{cases} \frac{x}{1}, & x \in [0; 1], \\ \frac{2-x}{1}, & x \in (1; 2]; \end{cases} \tag{7}$$

$$\mu^B(x) = \begin{cases} \frac{x}{1,6}, & x \in [0; 1,6], \\ 2, & x \in (1,6; 2]; \end{cases} \quad (8)$$

Рис. 2. Алгоритм визначення параметрів оператора

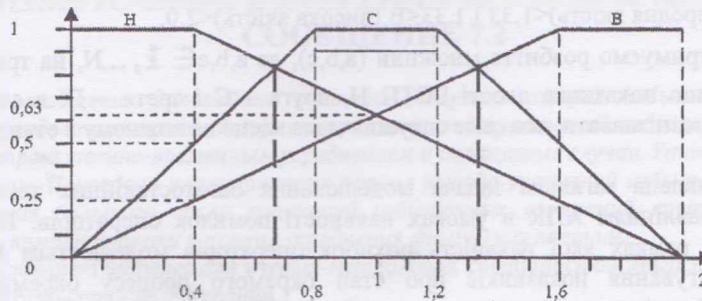


Рис. 3. Функція належності

Відповідні значення потрібних точок, зображений на рис. 3, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Значення точок перетину на рис. 3

	$\mu^H(x)$	$\mu^C(x)$	$\mu^B(x)$
H	1	0,5	0,25
C	0,63	1	0,63
B	0,25	0,5	1

Використовуючи стандартні вирази для суми нечітких множин [6], із рис.3 знаходимо значення для лінгвістичних змінних, якими користується координатор у рамках нашої моделі: $0 < H < 0,66$, $0,66 < C < 1,33$ і $1,33 < B < 2,0$.

Імітаційне моделювання

Для того, щоб провести імітаційне моделювання, потрібно ще задати спосіб прийняття рішень кожним із операторів. Ця таблиця, по суті, буде визначати, як конкретний оператор *узагальнює аргумент* значення трьох параметрів, які він дізнається, спостерігаючи діагностичні пристрої для своєї стадії БСТП.

У табл. 2 в рядку для відповідного оператора і відповідного номера реалізації ситуації наведено, як по-різному всі три оператори оцінюють одну й ту саму ситуацію – залежно від кваліфікації, досвіду роботи, наявності відповідної освіти, емоційного стану тощо.

Таблиця 2

Приклад вибору узагальнення (агрегування) інформації операторами (матриця підсумовування)

№ пор.	Значення показників пристроїв контролю			Op1	Op2	Op3
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	2	0	1	2
3	0	0	1	0	1	2
4	1	1	1	1	1	2
5	1	1	0	0	1	2
6	1	1	2	1	2	2
7	2	2	2	2	2	2
8	2	2	1	1	2	2
9	2	2	0	1	2	2

Всього можливо, як неважко побачити, 9 основних варіантів значень показників для трьох пристроїв. У рамках цієї моделі моделювання лише *сукупність трійки показників*, але не їх значення для заданого процесу (це приведе до більш складного вигляду табл. 2, але не до появи нових ефектів).

Моделювання здійснюється таким чином

Вибирається спосіб агрегування інформації трійкою операторів, тобто вибирається і фіксується реалізація трьох останніх стовпчиків для табл. 2.

Записується послідовно 729 трійок чисел із набору $N=1, \dots, 9$ (саме для них і сформована табл. 2). Наприклад, це буде (1,1,1), (1,1,2), ... (9,4,7) тощо. Перший номер вказує на реалізації значення показників

пристроїв контролю для першого оператора, другий – для другого і третій – для третього.

За табл. 2 визначається значення агрегованих показників для першого, другого і третього операторів відповідно. У результаті, наприклад, отримуємо такі трійки чисел: $(1,1,1) \rightarrow (0,0,0)$ або $(9,4,7) \rightarrow (1,1,2)$ тощо.

Моделюючи координатор як «усереднювач» результатів операторів, знаходимо середнє значення для всіх 729 реалізацій трійок чисел N . Наприклад, отримуємо відповідність: $(1,1,1) \rightarrow (0,0,0)$ або $(9,4,7) \rightarrow (1,1,2) \rightarrow 4/3$ тощо.

Кожному із отриманих чисел ставимо у відповідність значення показника якості БСТП: $0 < N$ (низька якість) $< 0,66$, $0,66 < C$ (середня якість) $< 1,33$ і $1,33 < B$ (висока якість) $< 2,0$.

У результаті отримуємо розбиття множини (a,b,c) , де $a,b,c \in 1, \dots, N$, на три підмножини, перша з яких відповідає значенню показника якості БСТП N , друга – C і третя – B . в середині цих підмножин координатор не в стані розпізнавати, яка саме ситуація мала місце на кожному з етапів.

Висновки

У статті поставлена загальна задача моделювання багатадійних технологічних процесів з людино-машинним управлінням АПК в умовах наявності помилок операторів. Побудована модель для вирішення цієї дачі, у рамках якої наявність похибок операторів моделюється як спадковим вибором реалізації спроби агрегування показників про стан окремого процесу окремим оператором, так з використанням нечіткої логіки для координатора, який агрегує інформацію, отриману вже від операторів. Описано алгоритм реалізації та проведено імітаційне моделювання за умови, коли координатор виконує «усереднюючу» функцію (усереднене значення показників, отриманих від окремих операторів з подальшим використанням нечіткої логіки).

Узагальнення на інші моделі як матриці переваг операторів і координатора (наприклад, вводючи «вагу значення характеристики» при агрегуванні для кожного із них) є очевидними.

Література

1. Зубарев В.В. Моделирование различения стадий многостадийного технологического процесса / В.В. Зубарев, В.Н. Лысогор, Р.В. Селезнева // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1994. – № 1. – С. 13–17.
2. Марущак В.Ю. Структурный синтез информационно-измерительной системы многостадийных динамических технологических процессов / В.Ю. Марущак. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1994. – 111 с.
3. Лысогор В.М. Модели керування технологічними процесами в аварійних ситуаціях : монографія / В.М. Лысогор, Р.В. Селезнева. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1997. – 92 с.
4. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами / Новиков Д.А. – М. : Издательство физико-математической литературы, 2007. – 584 с. ISBN 9875-94052-139-8.
5. Новиков Д.А. Математические модели формирования и функционирования команд / Новиков Д.А. – М. : Издательство физико-математической литературы, 2008. – 184 с. ISBN 9875-94052-146-0.
6. Пономарев А.С. Нечеткие множества в задачах автоматизированного управления и принятия решений: навчальний посібник / Пономарев А.С. – Харків : НТУ «ХПІ», 2005. – 232 с. ISBN 966-383-3
7. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Заде Л.А. – М. : Мир, 1976.

References

1. Zubarev V.V. Modelyrovanye razlycheniya stadyi mnohostadyinogo tekhnolohycheskoho protsesssa / V.V. Zubarev, V.N. Lysogor, R.V. Selezneva // Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu. - 1994. Vol. 1. - С. 13-17.
2. Marushchak V.Yu. Strukturnyisintez informatsyonno-izmerytelnoi systemy mnohostadyinykh dynamycheskykh tekhnolohycheskykh protsesssov / V. Yu. Marushchak. - Vynnytsa: UNIVERSUM-Vynnytsa, 1994. - 111 s.
3. Lysogor V.M. Modeli keruvannya tekhnolohichnyimi protsesamy v avariinykh sytuatsiiakh: monohrafiia / V.M. Lysogor, R.V. Selezneva. - Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia, 1997. - 92 s.
4. Novykov D.A. Teoryia upravleniya orhanyzatsyonnyimi systemamy / D. A. Novykov. - M.: Izdatelstvo fizyko-matematycheskoi lyteratury, 2007. - 584 s. ISBN 9875-94052-139-8.
5. Novykov D.A. Matematycheskye modeli formirovaniya u funktsyonyrovaniya komand. / D.A. Novykov. - M.: Izdatelstvo fiziko-matematycheskoi lyteratury, 2008. - 184 s. ISBN 9875-94052-146-0.
6. Ponomarev A.C. Nechetkye mnozhestva v zadachakh avtomatyzyrovannoho upravleniya y pryniatyia reshenyi: navchalnyi posibnyk / A.C. Ponomarev. - Kharkiv: NTU «KhPI», 2005. - 232 s. ISBN 966-383-3
7. Zade L.A. Poniatyie lynhvystycheskoi peremЕННОй y eho prymeneneye k pryniatyiu pryblyzhennykh reshenyi/ L.A. Zade. - M.: Myr, 1976.

Рецензія/Peer review : 3.2.2014 р. Надрукована/Printed :9.4.2014 р.
Рецензент: Матвійчук В.А., д.т.н., проф.

За зміст повідомлень редакція відповідальності не несе

Повні вимоги до оформлення рукопису
<http://visniktup.narod.ru/rules/>

За зміст повідомлень редакція відповідальності не несе

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ХНУ, протокол № 7 від 22.04.2014

Підп. до друку 30.04.2014. Ум. друк. арк. 29,67. Обл.-вид. арк. 28,22
Формат 30×42/4, папір офсетний. Друк різнографією
Наклад 100, зам. № 49/14

Тиражування здійснено з оригінал-макету, виготовленого
редакцією журналу “Вісник Хмельницького національного університету”
редакційно-видавничим центром Хмельницького національного університету
29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 7/1, тел. (03822) 2-51-08
Свідоцтво про внесення в Державний реєстр, серія ДК № 4489 від 18.02.2013 р.