

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗВ'ЯЗКУ



**Дванадцята Всеукраїнська науково-практична
конференція молодих учених і студентів**

**«ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, МЕТРОЛОГІЯ,
ЯКІСТЬ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТА
ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

03-04 червня 2021 р.

Одеса

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ І ЗВ'ЯЗКУ



*Дванадцята Всеукраїнська науково-практична
конференція молодих учених і студентів*

**«ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, МЕТРОЛОГІЯ,
ЯКІСТЬ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ТРАНСПОРТНІ
ТЕХНОЛОГІЇ»**

*Координатор конференції:
Факультет метрології, автоматизації та електроніки*

03-04 червня 2021 р.

Одеса

Технічне регулювання, метрологія, якість, інформаційні та транспортні технології: матеріали Дванадцяті Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів. (Одеса, 03-04 червня 2021 р.) / ред. М. О. Манзарук. Одеса: ДУІТЗ, 2021. 133 с.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради факультету метрології, автоматизації та електроніки Державного університету інтелектуальних технологій і зв'язку Міністерства освіти і науки України від 20.05.2021 р, протокол №9

В конференції беруть участь студенти, аспіранти та молоді учені закладів вищої освіти та підприємств, зокрема:

- Військова академія, м. Одеса
- ВСП «Фаховий коледж вимірювань», м. Одеса
- Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса
- Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ
- Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ
- Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ
- Національний авіаційний університет, м. Київ
- Національний аерокосмічний університет ім. М.Є Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків
- Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів
- Національний університет цивільного захисту України, м. Харків
- Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
- Український науковий центр екології моря (УкрНЦЕМ), м. Одеса
- Харківська філія Державної наукової установи «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва ім. Л. Погорілого
- Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, м. Черкаси
- Черкаський державний технологічний університет, м Черкаси

Організатори конференції:

- Департамент технічного регулювання та метрології Мінекономрозвитку
- Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів
- Міжнародна Академія Стандартизації
- ВГО "Союз споживачів України"
- Міжнародна Академія інформаційних технологій
- ВГО «Союз споживачів України»
- Технічний комітет стандартизації України ТК 163 «Якість освітніх послуг»
- ПАТ «Одесакабель»
- Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку
- Чорноморський національний університет ім. Петра Могили
- Херсонський національний технічний університет

Програмний комітет

Голова: Коломієць Леонід Володимирович, д.т.н., професор, проректор ДУІТЗ з навчальної роботи, перший віце-президент Міжнародної Академії Стандартизації, Заслужений працівник сфери послуг України, м. Одеса

Члени комітету:

Васіліу Євген Вікторович, д.т.н., професор, декан факультету кібербезпеки, комп'ютерних та радіо технологій ДУІТЗ;

Гордієнко Тетяна Богданівна, д.т.н., професор, завідувач кафедри стандартизації, оцінки відповідності та освітніх вимірювань ДУІТЗ;

Новіков Володимир Миколайович, д.ф.-м.н., професор, директор ВСП «Інститут підвищення кваліфікації фахівців в галузі технічного регулювання та споживчої політики» ДУІТЗ;

Флейта Юрій Вікторович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологічних процесів і виробництв ДУІТЗ.

Оргкомітет конференції

Голова:

Назаренко Олександр Аскольдович, к.ф.-м.н., доцент, в.о. ректора ДУІТЗ

Заступники Голови:

Братченко Геннадій Дмитрович, д.т.н., професор, проректор ДУІТЗ з навчально-наукової роботи та міжнародної діяльності;

Грабовський Олег Вікторович, к.т.н., доцент, декан факультету метрології, автоматизації та електроніки ДУІТЗ.

Члени оргкомітету:

Банзак Оксана Вікторівна, д.т.н., професор завідувач кафедри електроніки та мікросистемної техніки ДУІТЗ;

Боряк Костянтин Федорович, д.т.н., професор, завідувач кафедри метрології та метрологічного забезпечення ДУІТЗ;

Волков Сергій Леонідович, д.т.н., доцент, завідувач кафедри автоматизованих систем та інформаційно-вимірювальних технологій ДУІТЗ;

Манзарук Марія Олександрівна, старший викладач кафедри метрології та метрологічного забезпечення ДУІТЗ;

Меленчук Тетяна Михайлівна, д.т.н., професор, завідувач кафедри транспортних технологій та менеджменту ДУІТЗ;

Янковський Олег Георгійович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри загальної підготовки ДУІТЗ.

ЗА ЗМІСТ ПУБЛІКАЦІЇ НЕСЕ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ АВТОР

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ, ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ РИЗИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ ВИПРОБУВАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ <i>Коробко А.І.</i>	8
АУДИТИ ЯК СКЛАДОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ <i>Антюшко Д.П.</i>	10
ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ НАССР НА ЕЛЕВАТОРАХ СИЛОСНОГО ТИПУ <i>Чорна О. Р., Байцар Р. І.</i>	12
РЕГЛАМЕНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК З ПОРШНЕВИМИ КОМПРЕСОРАМИ <i>Лисий Ю. І., Буданов В.О.</i>	14
ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ У ЗАБЕЗПЕЧЕНІ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ <i>Паладі О.С., Сичов М.І., Янковський О.Г.</i>	16
МАРКУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОСНОВНИХ СКЛАДОВИХ ВЗУТТЯ, ЯКЕ НАДХОДИТЬ ДЛЯ ПРОДАЖУ СПОЖИВАЧУ <i>Шевченко В.А., Жеребцова Л.М.</i>	19
ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ХОЛОДИЛЬНИХ КОМПРЕСОРІВ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ВИСОКОЇ ЯКОСТІ <i>Мілованов В.І., Рамазанов Р.</i>	21
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ОРГАНІЗАЦІЙ ЧЕРЕЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ <i>Медведєва Н.А., Добржанська Б.В.</i>	24

СЕКЦІЯ 2. МЕТРОЛОГІЯ ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ <i>Новикова А.І., Чумак А.Ю.</i>	27
ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ <i>Миргород О.В., Беседовская Т.П.</i>	30

ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ З МЕТОЮ ОЦІНКИ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ <i>Сорока С.В., Волянський С.В., Романова Ю.І.</i>	35
ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ПОГРЕШНОСТЕЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ <i>Рудаков С.В., Шибяев И.С.</i>	39
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ «ЗА СТАНОМ» З ФІКСОВАНОЮ ПЕРІОДИЧНІСТЮ КОНТРОЛЮ <i>Банзак Г.В., Тарасенко С.М.</i>	44
МЕТРОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕРМОПАРНОГО ВАКУУМЕТРА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТОРЦЬОВИХ УЩІЛЬНЕНЬ <i>Чеховський С. А., Піндус Н. М., Шаар Мурад.</i>	46
УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ОСЬОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА АВТОШЛЯХАХ <i>Подлесна К.І., Боряк К.Ф., Манзарук М.О.</i>	48
СЕКЦІЯ 3. ІННОВАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ	
ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЯКІСТЬ ЖИТТЯ ЛЮДИНИ <i>Габер А.А., Шевельова І.О., Габер В.С.</i>	51
АЛГОРИТМ АДАПТАЦІЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНКИ ДОСТОВІРНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДАНИХ В КАНАЛАХ АСУТП <i>Бондар І. І., Мунтян С. С.</i>	54
ПЕРСПЕКТИВИ І ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ <i>Кордіяка Ю.М., Байцар Р.І.</i>	56
РОЗРОБКА РЕГУЛЯТОРА ПАРАМЕТРА СИСТЕМИ НА БАЗІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ <i>Сорока С.В., Волянський С.В., Постарніченко К.Ю.</i>	62
СПОСОБИ ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕНЕРУВАННЯ ЕНЕРГІЇ ОТРИМАНОЇ СОНЯЧНИМИ ПАНЕЛЯМИ <i>Заріцький В. О., Кузнєцова Л.В.</i>	67
ПРОБЛЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ СТОХАСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ МЕТОДОМ ЗВОРотної ФУНКЦІЇ <i>Георгієв В.М., Буценко В.О., Незгода Д.В., Сауленко Р.В.</i>	69

СЕКЦІЯ 4. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН. НАНОВИМІРЮВАННЯ

ОСОБЛИВОСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ВАРІАТОРА В АВТОМОБІЛЯХ <i>Чумак А.Ю., Ломенко Д.С., Любимов А.Я.</i>	73
ПРОЕКТУВАННЯ ДВОФАЗНОГО СИНХРОННОГО ДЕТЕКТОРА <i>Прокопець В.М., Метельов В.М.</i>	76
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМУ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ <i>Котов Ю.А., Врублевський Р.Є.</i>	80
ФЛЮОРЕСЦЕНТНА ТЕРМОМЕТРІЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ МІКРОХВИЛЬОВОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ <i>Редькін М.О., Якунов А.В.</i>	82
ПРИСТРОЇ СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ <i>Кучеренко М.І., Городецька В.О.</i>	85
ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ МАЛОГО ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА ЗА ДОПОМОГОЮ ДОМІШОК НАНОЧАСТОК <i>Мілованов В.І., Балашов Д.О.</i>	87
АВТОМАТИЗОВАНИЙ СПЕКТРОЕЛІПСОМЕТРИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ В ОПТИЧНІЙ МЕТРОЛОГІЇ НАНООБ'ЄКТІВ <i>Кованжі П.О., Прокопець В.М., Поперенко Л.В., Бондаренко В.А.</i>	89
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАЛОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ ПРИ ПЕРЕХОДІ НА АЛЬТЕРНАТИВНІ ХОЛОДОАГЕНТИ З НИЗЬКИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ <i>Яковлев Ю.О., Сирбу М.І.</i>	94
ОПТИМАЛЬНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ CdZnTe-ДАТЧИКІВ В ДОЗИМЕТРІ ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ <i>Банзак О.В., Романова Ю.І.</i>	96
АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОРАБЕЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК <i>Ігнатенко О.А., Садковська І.Ю.</i>	98

СЕКЦІЯ 5. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

ЛОГІСТИКА ЯК ОСНОВА МЕНЕДЖМЕНТУ ТРАНСПОРТНИХ МОРСЬКИХ ТЕХНОЛОГІЙ <i>Сичов М.І., Бадалян Д.С.</i>	102
--	-----

СИСТЕМНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЛОГІКО-ДИНАМІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ <i>Підгорний М.В., Мельник В.П., Рахімі Я.....</i>	104
ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ <i>Ганєва Т.І., Кирилюк Є.В., Димов К.В.....</i>	107
ОБґРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО МАНЕВРНОСТІ СИЛ І ЗАСОБІВ АВТОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ <i>Тесля С. Р., Братченко О. С., Братченко Г. Д.....</i>	110
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВАНТАЖНОЇ СИСТЕМИ СУДНА - ГАЗОВОЗУ ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ <i>Мілованов В.І., Василенко Є.В.....</i>	114
ДОСЛІДЖЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ АКТІВ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ В СФЕРІ ТРАНСПОРТУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ <i>Арцибашева Н.М., Меленчук Т.М., Гладка Т.О.....</i>	117
СЕКЦІЯ 6. ВПЛИВ ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ ТА ГУМАНІТАРНИХ ДИСЦИПЛІН НА ЯКІСТЬ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ВНЗ ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ	
КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЯК ЗАСІБ НАБУТТЯ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК З БАЗАМИ ДАНИХ <i>Хлівний М.О., Янковський О.Г.....</i>	122
ЗАСТОСУВАННЯ ВИЗНАЧЕНОГО ІНТЕГРАЛУ В ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ <i>Бурмака В.В., Гарбуз А.І.....</i>	124
ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ЧИСЕЛ ДЛЯ РІШЕННЯ ДЕЯКИХ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ <i>Мірошниченко О.І.....</i>	126
ЗАСТОСУВАННЯ ВЕКТОРІВ В ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІНАХ <i>Шелудько Є.О., Гарбуз А.І.....</i>	128
ЛІНІЙНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТА МАТРИЦІ <i>Русєва С.С., Лінкова О.В.....</i>	130

СЕКЦІЯ 1

**ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ
ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ, ОЦІНКИ
ВІДПОВІДНОСТІ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ
ЯКОСТІ**

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ РИЗИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ ВИПРОБУВАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

Коробко А.І., к.т.н., доцент

**Харківська філія Державної наукової установи «Український науково-дослідний інститут прогнозування і випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого»,
м. Харків**

Постановка проблеми. Згідно зі стандартом ISO/IEC 17025 [1], випробувальна або калібрувальна лабораторія повинна «...приймати до уваги ризики та можливості, пов'язані з діяльністю лабораторії, ...». Разом з тим, лабораторія повинна планувати: дії щодо ризиків та можливостей, яким чином включити та впровадити ці дії у свою систему управління та оцінювати результативність цих дій.

Мета дослідження. Метою дослідження є розробка принципів класифікації ризиків діяльності випробувальної лабораторії на основі миследіяльної методології.

Виклад основного матеріалу. Будь-який ризик є сукупністю різних факторів. Перш за все – це деяка проблема, коли є загроза відхилення фактичного стану системи управління від «ідеального» (оптимального). Ця загроза пов'язана із певними умовами функціонування. В сукупності це можна назвати умовою виникнення загрози. В залежності від того, наскільки точно будуть проаналізовані проблема і умови її виникнення, буде вироблено одне із керівних рішень – допустиме або оптимальне, яке буде визначати ефективність від впровадження превентивних дій та рівень залишкового (невизначеного) ризику.

Застосування миследіяльної методології [2] дає можливість сформулювати у загальному виді класифікацію ризиків діяльності випробувальної лабораторії. Рівні ієрархії визначаються рівнем наслідків (низький, високий, середній) від настання негативної ситуації. Фази визначаються видом (категорією) ризику за етапом його визначення. Прогнозовані ризики визначаються методом прогнозування на визначений майбутній період часу (наприклад, наступний календарний рік). Фактично виявлені – ризики, які виявлені і направлені на короткострокову перспективу їх появи. Не виявлені – ризики, що залишаються не ідентифікованими та виникають від впровадження неправильних превентивних заходів. Ці ризики обумовлюються невизначеністю вхідної інформації при аналізуванні ризиків та недостатністю заходів для усунення можливих негативних наслідків. Види функцій визначають джерело походження ризику в системі управління.

З огляду на вище сказане, інформаційну модель формування ризиків можна представити універсальною алгеброю

$$R = \langle A, B, C, D \rangle, \quad (1)$$

де A – множина з описом рівнів ризиків

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}; \quad (2)$$

B – множина з описом видів (категорій) ризиків

$$B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}; \quad (3)$$

C – множина з описом джерела походження ризику

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}; \quad (4)$$

D – множина з описом можливих ризиків від впровадження превентивних дій

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}; \quad (5)$$

n – кількість ризиків.

Обґрунтуємо межі між низьким, середнім і високим рівнем ризику.

Система управління лабораторією функціонує у перемінному середовищі (персонал може звільнитись, у засобів вимірювальної техніки завершується термін калібрування тощо). Нехай n_{ij} – деякий об'єкт системи управління, що є джерелом ризику (i – множина об'єктів системи управління: $i = \{1; N\}$, де N – кількість об'єктів системи управління лабораторії; j – множина станів об'єкту системи управління: $j = \{j_{\min}; j_{\max}\}$, де j_{\min} – стан об'єкту системи управління за якого ризик отримання недостовірних результатів є максимальним, j_{\max} – стан об'єкту системи управління за якого ризик отримання недостовірних результатів є мінімальним). Послідовність виникнення різних станів об'єкту в межах $\{j_{\min}; j_{\max}\}$ є випадковою характеристикою і залежить від умов середовища функціонування. Для зручності роботи із об'єктами системи управління і їх станами зробимо їх приведення до однієї шкали з інтервалом $\{0; 1\}$:

$$n'_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_{ij\max}}, \quad (6)$$

За максимально-необхідного значення параметру $n'_{ij} = 1$ ризик буде мінімальним; за мінімального значення параметру $n'_{ij} = 0$ ризик буде максимальним (лабораторія не зможе функціонувати).

Наступним етапом проводиться соціологічне дослідження серед керівного та інженерно-технічного персоналу випробувальних лабораторій. Під час опитування ставиться запитання: яка ймовірність отримання недостовірною результату чи неможливості функціонування лабораторії при зменшенні від необхідного елементів системи управління: персоналу, випробувального устаткування чи засобів вимірювальної техніки, нормативної документації тощо.

Висновки. Запропонована система класифікації та інформаційна модель ризиків діяльності випробувальної лабораторії дозволяє скласти «ризик-профіль» лабораторії за яким буде можливість отримати об'єктивну інформацію про поточний стан системи управління лабораторії та візуалізувати можливі шляхи покращення.

Література

1. ДСТУ ISO/IEC 17025:2017. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (ISO/IEC 17025:2017, IDT). [Чинний від 2017-07-01]. Київ, 2017. VI, 28 с. (Національний стандарт України)
2. Тернюк Н. Э. Структура системомыследеятельностного комплекса для моделирования транспортных систем. *Механіка та машинобудування*. 2011. №1. С. 141–148.

АУДИТИ ЯК СКЛАДОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

Антюшко Д.П., к.т.н., доцент

Київський національний торговельно-економічний університет,
м. Київ

Забезпечення належних умов для ведення успішної ділової діяльності, що буде максимально відповідати очікування клієнтів і демонструвати довготермінові плани щодо функціонування на ринку, ведення бізнесу, обумовлює необхідність впровадження та використання організаціями різноманітних систем управління, у першу чергу якістю, що базуються на засадах, викладених у стандартах Міжнародної організації стандартизації (ISO) серії 9000.

Із метою забезпечення належного рівня функціонування систем управління, зокрема якістю, що є найбільш поширеною в організаціях у сучасних умовах, забезпечення впевненості та довіри зацікавлених сторін, належних умов для сталого розвитку й своєчасного реагування на запити сучасного ринкового середовища проводяться внутрішні та зовнішні аудити [1-3]. Відповідно до положень, викладених у стандарті ДСТУ ISO 9000:2015 [4], аудит визначається як “систематичний, незалежний і задокументований процес отримання об’єктивних доказів та їх об’єктивного оцінювання, щоб визначити ступінь дотримання критеріїв аудиту”.

Основним нормативним документом, який поширюється на дану сферу діяльності є стандарт ДСТУ ISO 19011:2019 “Настанови щодо проведення аудитів систем управління” [5], практичне застосування якого дає організаціям можливість визначати дієвість систем управління, оптимізувати основні процеси та забезпечувати підвищення продуктивності загальної діяльності та задоволення потреб зацікавлених сторін.

Відповідно до положень документа [5] передбачено, що при реалізації аудитів мають застосовуватися наступні принципи:

- дотримання етичних норм і моралі;
- чесності при поданні результатів;
- належної професійної ретельності осіб, які проводять аудит;
- конфіденційності даних – захищеності одержаної інформації;
- незалежності – основі для формулювання об’єктивних і неупереджених висновків;

➤ ризик-орієнтованого мислення – передбачає врахування можливих варіантів подій при плануванні, проведенні та забезпеченні звітності про дану діяльність із метою гарантування зосередженості на питаннях, важливих для замовника аудиту, ефективного досягнення усіх цілей його передбаченої програми.

Передбачено, що при аудитах систем управління мають включатися необхідні норми, зокрема щодо:

- цілей;
- обсяг / кількості / типів / тривалості / ділянок / графіку проведення заходу;

- методик, що використовуються;
- критеріїв та методів;
- відповідних внутрішніх і зовнішніх факторів;
- потреб і очікувань зацікавлених сторін;
- формування цільової групи аудиту;
- забезпечення необхідних ресурсів;
- забезпечення належної інформаційної безпеки, умов безпеки та гігієни тощо.

Також визначено, що при плануванні та реалізації аудитів передбачено враховувати необхідність звітування про одержані результати, ведення протоколів і іншої інформації потрібно відображати в задокументованій формі. Керівництво, що безпосередньо відповідальне за певну ділянку, аудит якої проводиться, має забезпечити виконання дій щодо усунення встановлених невідповідностей і їх причин без зайвих часових затримок, а при подальших заходах має забезпечити перевіряння виконаних дій, а також подальше звітування про одержані результати.

При проведенні аудитів має бути враховано факт, що для результативного проведення даних заходів залучені спеціалісти мають володіти належними компетентностями, у т.ч. для обговорення стратегічних питань із вищим керівництвом організації, з метою визначення, чи враховувало воно питання щодо оцінки ризиків і можливостей. Також при аудитах представники, які їх проводять, мають систематично оцінювати встановлені результати запланованих перевірок, а якщо перевіряння не показує відповідності визначеним заходам, організація в подальшому має одержати приписи щодо виконання дій для досягнення необхідної відповідності.

За результатами проведених заходів щодо аудитів керівництво організацій має забезпечувати стале поліпшення ефективності функціонування систем управління, використовуючи їх як одних із основних джерел інформації.

Таким чином, на основі проведеного аналізу встановлено, що для забезпечення та підвищення результативності функціонування систем управління, зокрема якістю, у сучасній практиці активно використовуються аудити. Результати їх проведення дозволяють організаціям досягати постійне поліпшення та підвищувати рівень задоволеності зацікавлених сторін.

Література

1. Naden C. Auditing standard for management system standards now updated. URL : <https://www.iso.org/news/ref2304.html>.
2. Антюшко Д. Імплементация положень стандарту ISO 9001:2015 для вдосконалення систем управління якістю. *Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки"*. 2016. № 1 (21). С. 71–79.
3. ISO 9000 family. Quality management. URL: <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>
4. ДСТУ ISO 9000:2015. Системи управління якістю. Основні положення і словник термінів. (ISO 9000:2015, IDT). [Чинний від 2016-07-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.
5. ДСТУ ISO 19011:2019. Настанови щодо проведення аудитів систем управління. (ISO 19011:2018, IDT). [Чинний від 2021-01-01] введ. 18.12.2019. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 40 с.

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ НАССР НА ЕЛЕВАТОРАХ СИЛОСНОГО ТИПУ

**Чорна О. Р., магістр, Байцар Р. І., д.т.н., професор
Національний університет «Львівська політехніка»,
м. Львів**

Надійне зберігання зерна елеваторах та зернохосовищах – запорука економічної безпеки будь-якої країни, стабільний фундамент всього зернового ринку. Галузь і підприємства цього сектору безперервно розвиваються та удосконалюються. У нас час це багатофункціональні комплексні системи, спрямовані не тільки на збереження, але і на сушіння, доопрацювання, калібрування зерна. Партнерами цих підприємств є великі і малі агропромислові компанії України, сільгоспвиробники, фермерські господарства і зернотрейдери. Забезпечуючи як внутрішні економічні потреби, так і можливість експортних операцій, зернові термінали відіграють важливу роль в зовнішньоторговельній діяльності України. Щорічно через них проходять мільйони топ зерна та сільгосппродукції. Враховуючи зміну технічних, організаційних та економічних чинників, для більш ефективної діяльності важливо відслідковувати інновації та тенденції у цій галузі [1].

У сучасних умовах кожен новозбудований елеватор є унікальним і повинен відповідати низці вимог. По-перше, він повинен бути універсальним і виконувати будь-яку операцію (приймання, очищення, сушіння, відвантаження) максимально ефективно та продуктивно, без затримок і простоїв, адже кожна хвилина затримки у піковий сезон принесе збитки. По-друге, враховуючи, що це основна маса виробленого зерна в Україні – це пшениця, кукурудза та соняшник, а також те, що збільшуються обсяги виробництва сої та ріпаку, сучасний елеватор має забезпечити належну технологічну гнучкість у своїй роботі. Насамперед, це можливість швидко переходити від однієї культури на іншу, забезпечувати паралельне приймання й доробку декількох культур й одночасне відвантаження. Наступний параметр, якому повинен відповідати сучасний елеватор, – це, звичайно, збереження якості зерна і мінімізація його втрат. Враховуючи, що більшість продукції відправляється на експорт, вимоги до якості постійно змінюються і посилюються. І не в останню чергу елеваторні потужності мають відповідати всім необхідним критеріям безпеки, екології та благоустрою [2]. Для забезпечення якісної конкурентоспроможної аграрної продукції елеватори повинні впроваджувати систему безпечності харчових продуктів, що базуються на принципах НАССР.

Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [3] приводить українське законодавство у сфері харчових продуктів у відповідність до законодавства Європейського Союзу. Згідно із законом, з вересня 2016 року усі оператори ринку харчових продуктів повинні обов'язково впровадити на виробництві гігієнічні вимоги, так звані програми-передумови, втілити процедури, які базуються на принципах НАССР.

Наказ №590 Міністерства Аграрної Політики «Про затвердження Вимог щодо розробки впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових

продуктів» [4], містить деталізовані вимоги щодо запровадження системи НАССР: визначає весь блок програм-передумов системи на підприємстві, деталізує положення Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» щодо застосування спрощених процедур системи НАССР, містить інформацію про процедури, які забезпечують ефективне функціонування даної системи.

Система НАССР це інструмент управління, який можна застосовувати до широкого кола простих та складних операцій, і не обмежується великими організаціями. Основною метою впровадження системи НАССР є забезпечення безпеки харчової продукції та кормів на всіх етапах харчового ланцюга «від лану – до столу». Таким чином, впровадження такої системи на елеваторах не лише гарантуватиме безпечність вітчизняного зерна під час зберігання та транспортування, але і забезпечить конкурентні переваги та інвестиційну привабливість підприємства, а також забезпечить підвищення економічного інтересу до українського зерна на зовнішніх ринках. Дана система знижує ризик виникнення інцидентів з безпекою продуктів, проте не ліквідує ризик в цілому.

Впровадження процедур, що ґрунтуються на принципах системи НАССР, є інструментом, який дозволяє проаналізувати всі відомі загрози безпечності продукції, виправити невідповідності на якомога ранніх етапах процесу та повинен врахувати попередні, перевірені часом практики на підприємстві. Система НАССР знижує ризик виникнення інцидентів з безпекою продукції, проте не ліквідує ризик в цілому.

На основі 7-ми принципів та 12 кроків впровадження системи НАССР розробляються документи для організації, наводиться опис продукції згідно всіх санітарних норм та нормативно-правових актів, проводиться аналіз усіх потенційно-небезпечних чинників та їх граничні межі, встановлюються систему моніторингу до кожної критичної точки контролю, описуються коригувальні дії та процедуру аудиту системи, котрі в свою чергу забезпечують стійку основу для забезпечення максимальної безпечності продукту.

Література

1. "У чому силос, брате?" *ЗЕРНО "Журнал сучасного агропромисловця"* : веб-сайт. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2020/kviten-2020/u-chomu-silos-brate/>.
2. Статистичний збірник «Сільське господарство України» за 2015 рік / Відп. за вип. О.М. Прокопенко. — Київ: Державна служба статистики України, 2016.
3. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 01.01.2016 р. №771/97-ВР.
4. Про затвердження Вимог щодо розробки впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів: наказ Міністерства Аграрної Політики від 01.10.2012 р. №590. *Законодавство України*. 2012.

РЕГЛАМЕНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК З ПОРШНЕВИМИ КОМПРЕСОРАМИ

**Лисий Ю. І., студент, Буданов В.О., к.т.н., доцент
Одеська національна академія харчових технологій,
м. Одеса**

Головним завданням, що стоїть в наш час перед виробниками холодильних і кліматичних установок різного призначення, є підвищення продуктивності і ефективності застосованих у них компресорах і теплообмінного устаткування. Ця ідея не втратила своєї актуальності за увесь час розвитку холодильного устаткування з моменту зародження цієї галузі промисловості до наших днів. Сьогодні, коли вартість енергоресурсів, а також розмір парку експлуатованого і холодильного устаткування, що вводиться в експлуатацію, досягли таких вражаючих висот, підвищення ефективності систем виробляючих і споживаючих холод стало актуальною світовою проблемою. З врахуванням того, що проблема ця носить комплексний характер, чинні законодавства більшості європейських держав стимулюють розроблювачів холодильних систем на підвищення їхньої ефективності і продуктивності.

Більше того, у новітній історії урядами багатьох країн з високорозвиненою холодильною промисловістю були прийняті закони, що регламентують розвиток холодильного устаткування. Ці спеціальні директиви пропонують розробникам холодильних систем крім удосконалювання схем установок, що виготовляються, урахувати також природоохоронні вимоги і наголошувати на використанні сучасних озонобезпечних з низьким парниковим ефектом холодоагентів.

У даний момент передовими розроблювачами холодильного устаткування накопичений колосальний досвід створення надійних установок різних схем і призначень, у яких функціонування всіх вхідних елементів максимально оптимізоване і ефективне.

Вченими ведучих профільних американських і європейських університетів створена струнка наукова база проектування холодильних систем, розроблені коректні програми термодинамічного розрахунку різних холодильних циклів для установок на різних сучасних холодоагентах.

Фірми-виробники холодильних компонентів випустили свої функціональні програми підбора устаткування, за якими користувачі одержали можливість розраховувати в статиці і динаміці робочі параметри компресорів, теплообмінників і автоматики, а також усього холодильного комплексу в цілому.

Все це дозволило компаніям-виробникам холодильних систем, що працюють у тісній взаємодії з виробниками вхідних компонентів, за останні кілька десятиліть істотно збільшити холодопродуктивність і ефективність установок з компресорами тої ж об'ємної продуктивності, що і їхні колишні модифікації, але мають значно більшими значеннями COP.

Переохолодження рідкого холодоагенту після конденсатора – істотний спосіб збільшення холодопродуктивності холодильної установки. Зниження температури переохолодженого холодоагенту на один градус відповідає

підвищенню продуктивності нормально функціонуючої холодильної установки приблизно на 1% при тім же рівні енергоспоживання. Ефект досягається за рахунок зменшення при переохолодженні частки пари в парорідинній суміші, що представляє собою сконденсований холодоагент, що надходить до ТРВ випарника навіть із ресивера.

У низькотемпературних холодильних установках застосування переохолодження особливо ефективно. У них переохолодження сконденсованого холодоагенту до значних негативних температур дозволяє збільшувати холодопродуктивність установки більш ніж в 1,5 рази.

Залежно від розмірів і конструкції холодильних установок реалізувати цей фактор можна в додатковому теплообміннику, встановлюваному на рідинній лінії між ресивером і ТРВ випарника, різними способами.

Переохолодження холодоагенту за рахунок зовнішніх джерел холоду:

- у водяному теплообміннику за рахунок використання доступних джерел дуже холодної води;

- у повітряних теплообмінниках у холодну пору року;

- у додатковому теплообміннику холодними парами від зовнішньої або допоміжної холодильної установки;

- переохолодження за рахунок внутрішніх ресурсів холодильної установки;

- у теплообміннику – переохолоджувачу за рахунок розширення частини фреону, що циркулює в основному холодильному контурі – реалізується в установках із двоступінчастим стиском і в сателітних системах, а також в установках із гвинтовими, поршневіми і спіральними компресорами, що мають проміжні порти усмоктування;

- у регенеративних теплообмінниках холодними парами, усмоктуваними в компресор з основного випарника – реалізується в установках, що працюють на холодоагентах з низьким значенням показника адіабати, головним чином HFC (ГФВ) і HFO (ГФО).

В останні роки, коли необхідність підвищення ефективності холодильних і кліматичних установок, а також зниження їх TEWI значно загострилася, найбільш обговорюваними стали вискоелективні установки, у яких реалізований один або відразу всі фактори підвищення їх поточного і середньорічного COP:

- застосування компресорів, повітряних конденсаторів і маслоохолоджувачів з інверторним регулюванням продуктивності;

- робота компресорів з мінімальним перепадом робочих тисків або з т.зв. «плаваючою» температурою конденсації;

- робота конденсаторів з мінімальним перепадом температур;

- застосування в установках різних систем переохолодження рідкого холодоагенту;

- застосування затоплених випарників;

- застосування регенеративних теплообмінників.

ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ У ЗАБЕЗПЕЧЕНІ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ

**Паладі О.С., студентка, Сичов М.І., к.х.н., доцент,
Янковський О.Г., к.т.н., доцент
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса**

Заклади ресторанного бізнесу є одним з видів закладів громадського харчування. Їх відмінність полягає в специфічній системі обслуговування відвідувачів, антуражності закладу (ресторану, кафе, бару та інш.), асортименту готової продукції (страви, напої), відмінність їх у назві або рецептурі, які можуть бути прив'язані як до національних особливостей, побажання відвідувачів, змісту запропонованого меню, наявності фірмових страв та напоїв. Якість продуктів харчування формується в процесі виробництва і залежить від багатьох факторів. Задача полягає в тому, щоб зберегти цю якість в процесі.

На відміну від виробників харчової продукції, в яких кожна партія сировини та готової продукції підлягає контролю заводської (фабричної) лабораторії, в закладах ресторанного бізнесу лабораторний контроль здійснюється періодично, а повсякденний контроль зводиться до органолептичної оцінки відповідності та якості готової продукції. У разі виникнення порушень, скарг, заявок споживачів проводиться перевірка санітарно-технологічними харчовими лабораторіями.

Якість ресторанної продукції визначається органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Контроль якості вхідної сировини і готової продукції здійснюється органолептичними методами (зовнішній вигляд, колір, аромат, смак, консистенція, форма), що дозволяє швидко оцінити якість сировини, а також приготовленої з неї готових до споживання виробів. Перевага органолептичного методу в його швидкості і у відсутності потреб у приладах та лабораторного обладнання.

Із всіх методів оцінки якості харчових продуктів органолептичний являється найстарішим. По мірі розвитку науки і техніки стали використовувати лабораторні методи із застосуванням ЗВТ та обладнання. Та незважаючи на лабораторні методи, що мають високу досконалість, органолептичний метод має ряд переваг у порівнянні з методами аналізів із застосуванням приладів та технічних пристроїв.

Органолептичний (сенсорний) аналіз виконується безпосередньо нашими чуттєвими органами зору, смаку, запаху, тактильними (дотичними) навичками та успішно доповнює інструментальні методи досліджень і дозволяє одержати доволі точні результати сенсорної оцінки при відповідних умовах дегустації та професійній кваліфікації дегустатора.

Ціль органолептичної оцінки полягає у виявленні рівня позитивної якості продукту, а не в його непридатності до споживання.

Для оцінки якості продуктів харчування у країнах Європи прийнята бальна система з п'ятьма рівнями якості: «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно». Для кожного рівня відводиться однакова кількість балів. Зазвичай при оцінці дегустатор порівнює якість тестуємої продукції з показниками, що зберігаються у його пам'яті. Має велике значення для дегустатора стан його здоров'я, його тренування, кількість продуктів для дегустації. Оцінку продукту проводять в цілих числах. Кожний учасник дегустаційної комісії заповнює свій дегустаційний лист, проставляючи в ньому оцінки по кожному показнику зразка продукту. Надалі обчислюється сума балів та виводиться середня оцінка. Надалі складаються всі оцінки дегустаторів і сума ділиться на кількість дегустаторів. При дегустації та обробці результатів існують основні підходи: «шкала бажань», «метод парних співвідношень», «метод трикутних порівнянь».

Для перевірки підготовленості дегустаторів і дегустаційних комісій застосовують простий метод порівняння оцінки дегустатора, тому що кваліфікований дегустатор при повторному дослідженні зразка виставить йому ті ж оцінки, що були на перший раз. Така перевірка проводиться як закрита, коли на повторну дегустацію подають ті ж самі зразки продукту, що і на першій дегустації. Висновки про кваліфікацію окремих дегустаторів та комісій можливо зробити, визначивши коефіцієнти рангової кореляції їх оцінок при повторній дегустації тих самих продуктів.

Органолептичний (сенсорний) аналіз готової продукції проводиться в дегустаційних залах або ж в окремих приміщеннях, виділених на час роботи дегустаційної комісії. На підприємствах харчових продуктів такі комісії збираються щомісячно, даючи оцінку виробленій продукції. До участі в дегустаційній комісії залучаються особи, що мають спеціальні знання товарознавства, рецептури і технології приготування страв. Для правильної оцінки необхідно витримувати певні умови і приміщення, а також суворий контроль індивідуальних особливостей дегустатора. Дегустацію проводять зазвичай у такій послідовності:

- загальна маса страви і маса основного компонента в ньому.

Перевірка правильності відпуску страв включає перевірку маси основних компонентів, якість по органолептичних показниках, вартість страв у відповідності до калькуляції та узаконеної рецептури:

- визначення зовнішнього виду, форми, кольору, відсутності, наявності готовності, відсутності бродіння, ознак сторонніх включень та домішок;

- визначення смаку;

- визначення запаху (аромату, відсутності сторонніх відтінків та запахів);

Зазвичай смак і запах досліджують одночасно.

- визначення консистенції проводять при температурі 15 – 20 °С;

При органолептичних випробуваннях зразки подаються анонімно, їх кількість не повинна бути більше 20.

Органолептичний аналіз окремих страв (кулінарних виробів) дозволяє швидко оцінити їх якість, виявити порушення рецептури і технологічного режиму приготування. Кожна нова партія страв до початку їх видачі споживачам (в ресторанах) піддається бракеражу. Органолептичні показники страви або кулінарного виробу повинні відображати особливості готової продукції. У більшості випадків оцінка проводиться по показниках зовнішнього вигляду, запаху, смаку і консистенції. Кожний показник оцінюється по п'ятибальній системі: 5 – відмінна якість; 4 – добра; 3 – задовільна; 2 – незадовільна; 1 – дуже погана. Бракераж починається з визначення маси виробу, як середньої із 10 штучних виробів. Контрольна перевірка проводиться тільки після подачі блюд споживачу (в ресторані) або після відпуску їх перевіряючим (споживачам).

При перевірці маси першої і другої страви визначається загальна маса страви і маса основного компонента в ньому. Перевірка правильності відпуску блюд включає перевірку маси основних компонентів, якість по органолептичних показниках, вартість страв у відповідності до калькуляції та узаконеної рецептури.

Література

1. Корецька Л. Технології міні – виробництва харчових продуктів в закладах ресторанного господарства: конспект лекцій для студентів спеціальності 7.05170112 „Технології харчування” денної та заочної форм навчання. Київ, НУХТ, 2013. 61 с.
2. ДСТУ 3862-99 Ресторанне господарство. Терміни та визначення. [Чинний від 26.03.1999 р.]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2000. 17 с.
3. Архіпов В.В., Іванникова Т.В., Архіпова А.В. Ресторанна справа: Асортимент, технологія і управління якістю продукції в сучасному ресторані. Київ: «Фірма «ІНКОС» Центр навчальної літератури, 2007. 382 с.

МАРКУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОСНОВНИХ СКЛАДОВИХ ВЗУТТЯ, ЯКЕ НАДХОДИТЬ ДЛЯ ПРОДАЖУ СПОЖИВАЧУ

**Шевченко В.А., студент, Жеребцова Л.М., старший викладач
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса**

В 2011 році постановою Кабінету Міністрів України був затверджений Технічний регламент маркування матеріалів, що використовуються для виготовлення основних складових взуття, яке надходить для продажу. Цей технічний регламент розроблений до вимог Директиви Європейського Парламенту і Ради 94/11/ЄС від 23 березня 1994 р. "Про наближення законів, підзаконних актів та адміністративних положень держав-членів про маркування матеріалів, що використовуються для виготовлення основних складових взуття, що надходить до продажу споживачам". Даний Технічний регламент був розроблений спеціалістами Науково-технічного центру підтвердження відповідності, стандартизації та випробувань продукції легкої промисловості і засобів індивідуального захисту ДП «Укрметртестстандарт».

В 2019 році дана постанова Кабінету Міністрів України втратила чинність у зв'язку з введенням в дію Закону України "Про технічні регламенти та оцінку відповідності", так як Технічний регламент містив посилання на нормативно-правові акти, які вже втратили чинність, що суперечило нормам Закону та положенням інших діючих на нормативно-правових актів.

У зв'язку з цим виникла необхідність приведення Технічного регламенту у повну відповідність із законодавством України. В 2020 набрав чинності новий Технічний регламент маркування матеріалів, що використовуються для виготовлення основних складових взуття, яке надходить для продажу споживачу, затверджений наказом Мінекономрозвику України.




Дія Технічного регламенту поширюється на взуття та інформацію, яка наноситься під час маркування на матеріали, що використовуються для виготовлення основних складових взуття, яке надходить для продажу, і не поширюється на взуття, що виготовляється за іншими технічними регламентами, було у вжитку (ношене) та іграшкове взуття [1].

Вимоги цього Технічного регламенту є обов'язкові для виробників, їх уповноважених осіб, які є резидентами, постачальників, які здійснюють введення взуття в обіг, Міністерства економічного розвитку і торгівлі, а також центральних органів виконавчої влади, що здійснюють ринковий нагляд.

На сьогодні встановити якість взуття за зовнішнім виглядом дуже складно і споживачів під час вибору і покупці товару вводять в оману. Тому даний Технічний регламент зобов'язує вітчизняних та закордонних виробників інформувати споживачів про сировину і матеріали з яких виготовлене взуття. Інформування з складу взуття вказується на маркуванні з використанням піктограм або текстових позначень. Це маркування повинно містити інформацію о трьох складових взуття, які наведено в таблиці 1.

На маркуванні повинна зазначатись інформація про матеріал, який би становив не менш як 80 відсотків площі поверхні верху взуття, підкладки та устілки, а також 80 відсотків об'єму зовнішньої підошви. Якщо немає жодного матеріалу, частка якого б перевищувала 80 відсотків, інформацію належить подавати про два основні матеріали, з яких виготовлено взуття (рис. 1) [1].

Таблиця 1 – Визначення основних складових взуття, яке надходить для продажу [1]

Піктограма	Текстове позначення	Складові взуття
	Верх взуття	Верх – зовнішня частина структурного елемента, що прикріплюється до підошви
	Підкладка заготовки та устілка	Підкладка й устілка – верхня частина взуття та устілка, що формують внутрішню поверхню взуття
	Підошва взуття	Підошва – зовнішня деталь низу взуття, що підлягає абразивному зносу та прикріплена до верху взуття

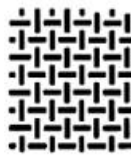
Визначення матеріалів верху взуття проводиться без урахування аксесуарів або елементів, що укріплюють, або таких, як шматки шкіри чи ремені для закріплення на щиколотці, прикрас, застібок, язичків, блочок або аналогічних елементів оздоблення та фурнітури.



шкіра



шкіра з покриттям

натуральний,
синтетичний або
нетканый текстиль

інші матеріали

Рисунок 1 – Значки і текстові позначення матеріалів

Маркування повинне бути не менш як на одній напівпарі з пари взуття. Маркування здійснюється шляхом тиснення, приклеювання, гофрування або прикріплення ярлика. Маркування повинне бути видимим, добре закріпленим та легко доступним. Крім того, розміри піктограми повинні бути достатніми для зручності розуміння інформації, зазначеної на маркуванні. Виробник або його уповноважена особа, яка є резидентом України, може вибирати визначені текстові позначення піктограми українською мовою. Якщо ні виробник, ні його уповноважена особа не є резидентами України, це зобов'язання покладається на постачальника. Продавець повинен стежити за тим, щоб взуття, яке він продає, мало маркування, передбачене Технічним регламентом [1].

Отже, Технічний регламент маркування матеріалів, що використовуються для виготовлення основних складових взуття, яке надходить для продажу споживачу направлений на забезпечення якості продукції, захист життя та здоров'я людей, інформування населення, а також попереджає дії, які вводять в оман споживачів. Встановлює вимоги до маркування взуття, що виготовляється вітчизняними виробниками і за кордоном і розміщується на ринку України.

Література

1 Про затвердження Технічного регламенту маркування матеріалів, що використовуються для виготовлення основних складових взуття, яке надходить для продажу споживачу: наказ Міністерства економічного розвитку України від 06.03.2019 р. № 358. *Офіційний вісник України*. 2019.

ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ХОЛОДИЛЬНИХ КОМПРЕСОРІВ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ВИСОКОЇ ЯКОСТІ

**Мілованов В.І., д.т.н., професор, Рамазанов Р., студент
Одеська національна академія харчових технологій,
м. Одеса**

Проблеми загострення екологічного стану нашого довкілля в останні десятиліття викликають велике занепокоєння світового суспільства. Такі проблеми, як руйнування озонового шару Землі і зростаючий глобальний парниковий ефект земної атмосфери, утворюють реальну загрозу подальшому існуванню людства і всього живого на планеті Земля. Постійні витoki традиційних холодоагентів із холодильних систем до атмосфери, а також астрономічні величини затрат електроенергії на забезпечення роботи компресорної техніки, приводять до серйозного ускладнення цих екологічних проблем, які мають явно виражений антропогенний характер.

Виходячи з цих причин, вченими та робітниками промисловості усіх технічно розвинених країн в останні роки виконуються значні роботи по переводу холодильно-компресорної техніки на нові холодоагенти, що дозволяє суттєво знизити їх екологічну шкідливість для довкілля. В результаті цих робіт запропоновано ряд альтернативних озононеруйнуючих і дружелюбних до атмосфери холодоагентів, які вже впроваджуються в холодильно-компресорну техніку для застосування в різних галузях народного господарства.

Вуглеводні, такі як пропан і ізобутан, - високоефективні холодоагенти, але вони вогнебезпечні. Вже багато років застосовуються в тих промислових ситуаціях, де все обладнання в конкретній зоні має бути вогнестійким, в силу інших причин. Приклади використання: побутові холодильники / морозильники, автономні комерційні системи охолодження, централізовані системи непрямого охолодження супермаркетів.

Більшість вуглеводнів, вживаних як холодоагенти, мають коефіцієнт глобального потепління (GWP) нижче 3, і це означає, що вони в малих концентраціях не становлять загрози для клімату Землі.

Інші натуральні холодоагенти також мають великі перспективи широкого застосування в холодильній техніці на базі подальшого розвитку холодильних машин і технологій.

На фоні розглянутих тенденцій переводу холодильних машин і компресорів на натуральні альтернативні холодоагенти зростає значення розробки і впровадження різних методів діагностики технічного стану поршневого компресорів, які працюють на таких холодоагентах, в умовах їх фактичної експлуатації.

З метою прискорення цих технічно-організаційних заходів доцільна розробка спеціальної методики діагностики технічного стану компресорних машин в умовах їх випробувань і експлуатації. Нами виконано суттєвий об'єм робіт по розробленню такої методики. Велике практичне значення такої методики пояснюється збільшенням впливу рівня якості кожного виробу на загальні експлуатаційні показники об'єкту. Так, в якому б виді устаткування малі холодильні компресори не застосовувалися, ресурс компресора обмежує дійсний ресурс об'єкту, в якому він встановлений. Неможливість ремонту

герметичного компресора в умовах експлуатації робить особливо актуальною проблему діагностики.

Особливе значення набуває розробка засобів та пристроїв для діагностики нових типів компресорів, призначених для роботи на альтернативних холодоагентах. Нові типи компресорних машин, які розробляються для альтернативних натуральних холодоагентів, потребують особливої уваги відносно їх теплоенергетичних показників в період виготовлення та експлуатації перших зразків та експериментальних партій нових компресорів, вельми чутливих до застосування в холодильних машинах нових конструкційних матеріалів, мастил та конструктивних елементів. Особливе значення мають такі роботи ще і тому, що заміна холодоагентів та мастил визначає суттєву зміну режимів роботи компресорних машин та умов роботи їх вузлів та деталей. Проведення своєчасної діагностики технічного стану цих компресорів в період освоєння значно скорочує цей період і підвищує якість та надійність холодильних машин і агрегатів, які розробляються та освоюються промисловістю в серійному виготовленні.

Проведений порівняльний аналіз різних способів визначення масової продуктивності поршневого холодильного компресора показав практичну можливість розробки методики діагностики технічного стану цих компресорів із застосуванням витратомірів, виконаних на базі звужуючих пристроїв. В ході розробки методики технічної діагностики, в першу чергу, необхідно виявити залежності продуктивності компресора від величини відпрацьованого ресурсу.

В першу чергу, необхідно розрахувати і побудувати залежності продуктивності компресора від величини проміжку в сполученні поршень-циліндр в різних режимах роботи машини. По загально відомим в холодильній техніці формулах розраховуємо і будуємо графічні залежності масової продуктивності і холодопродуктивності компресора від величини відносного мертвого простору.

Величина "В" є замикаючою ланкою розмірного ланцюга, визначаючого величину лінійного мертвого простору. Знос сполучень механізму руху компресора в процесі його експлуатації призводить до зростання проміжків, що входять в цей розмірний ланцюг в якості складових ланок, і до відповідного збільшення лінійного мертвого простору і відносного мертвого об'єму компресора с.

Знаючи характер роздільного впливу експлуатаційного зростання проміжку в сполученнях поршень-циліндр та проміжків в сполученнях механізму руху на продуктивність компресора, можна перейти до виявлення впливу сумарного зносу важливіших деталей компресора на його продуктивність. Для цього необхідно знати співвідношення інтенсивності експлуатаційного зростання усіх проміжків, величини яких відбиваються на продуктивності компресора, або інтенсивності зносу поверхонь тертя деталей, що утворюють ці проміжки. Значення цих характеристик зношування поверхонь деталей компресорів можна визначити в результаті спеціального експериментального дослідження або шляхом розрахунку.

Знаючи співвідношення інтенсивності зростання проміжків в різних сполученнях поршневого герметичного компресора, можна визначити сумарний вплив експлуатаційного зростання усіх проміжків на зниження

холодопродуктивності, що відповідає ресурсу роботи компресора. В результаті отримують зведену діаграму залежностей зміни продуктивності компресора від величини відпрацьованого ресурсу.

Знаючи розрахунковий ресурс компресора або допустиме зниження його продуктивності, наносимо на зведену діаграму ресурс компресора у вигляді вертикальної лінії, що обмежує зону його допустимої експлуатації.

Отримана діаграма може бути використана для виконання діагностики технічного стану компресора і визначення величини відпрацьованого ним ресурсу шляхом вимірювання витрати холодоагенту в одному з трубопроводів працюючої холодильної машини. Витрату холодоагенту найдоцільніше заміряти в рідинному трубопроводі перед регулюючим органом вбудованим витратоміром змінного перепаду тиску.

В якості звужуючого пристрою доцільно застосовувати діафрагму з вхідним конусом. Для періодичних вимірювань робочого перепаду тисків на діафрагмі необхідно оснастити її відбірниками тиску для підключення вимірювального пристрою. Такі відбірники тиску оснащуються самодіючими замковими елементами, які автоматично перекривають отвори в приєднувальних штуцерах.

При вимірюваннях продуктивності холодильного компресора в експлуатаційних умовах за допомогою діафрагми з вхідним конусом доцільно використовувати вимірювальний комплект з перетворювачем різниці тиску "Сапфир-22ДД".

Таким чином розроблена методика діагностики технічного стану холодильних компресорів, яка дозволяє в період освоєння серійного виробництва нових типів холодильних компресорів, призначених для експлуатації на натуральних альтернативних холодоагентах, виконувати їх діагностику і визначення остатнього ресурсу холодильної машини.

Впровадження розробленої методики діагностики в процес освоєння холодильно-компресорної техніки, працюючої на альтернативних холодоагентах, дозволить значно прискорити вирішення цієї актуальної народногосподарської проблеми.

Література

1. Мілованов В.І., Ярошенко В.М., Бондаренко Г.А. Технологія використання стиснених газів: підручник. Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2015. 448 с.
2. Федоров О.Г., Мілованов В.І., Єременко Д.М. Компресорні машини: підручник. Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2017. 154 с.
3. Мілованов В.І., Водяницька Н.І., Мельников В.Д. Компресори об'ємного стиснення: підручник. Одеса: «Зовнішрекламсервіс», 2015. 330 с.
4. Мілованов В.І., Водяницька Н.І., Компресорні машини: методичні вказівки до практичних занять. Одеса: ОНАХТ, 2019. 38 с.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ОРГАНІЗАЦІЙ ЧЕРЕЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕГРОВАНІХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ

**Мєдведєва Н.А., к.т.н., доцент, Добржанська Б.В., асистент
Національний авіаційний університет,
м. Київ**

Сталий розвиток відноситься до моделі людського розвитку, в рамках якої використання ресурсів спрямоване на задоволення людських потреб з одночасним забезпеченням сталості природних систем та навколишнього середовища, щоб ці потреби могли бути задоволені не тільки для нинішнього, а й для майбутніх поколінь.

На сьогодні організації (підприємства) стають перед вибором шляхів з досягнення своїх переваг над конкурентами в умовах нестабільного зовнішнього середовища та активізації євроінтеграційних процесів.

Але жодна організації не застрахована від природних, професійних, інформаційних, військових, харчових ризиків. Кожен ризик викликає собою відповідні втрати ресурсів, часу, здоров'я, безпеки й життя людей, репутації тощо. Одним із механізмів вирішення цієї проблеми є злиття різноманітних систем менеджменту в єдине ціле, тобто побудова інтегрованої системи менеджменту.

Саме системи менеджменту, зокрема серії стандартів ISO 50000 й ISO 14000, вимагають від організацій чіткого підходу до використання ресурсів, який пов'язаний з нашою здатністю розумно використовувати, створювати і фінансувати ресурси.

Процесний підхід, на якому побудовані всі системи менеджменту, ініціює синергетичний ефект у соціально-виробничій сфері і збереженні природно-ресурсної основи з метою сприяння сталого розвитку з урахуванням особливостей виробництва і взаємодії з природно-біологічними та природно-кліматичними умовами. Окрім того, впровадження інтегрованих систем менеджменту в організаціях є дієвим інструментом та механізмом з виявлення можливостей та усунення певних втрат – наслідків події ризику при виробництві продукції або наданні послуг.

Моделювання інтегрованих систем менеджменту будь-якого підприємства повинне враховувати особливі показники кожної системи і в спрощеному вигляді відображати її будову (рис. 1).

Розрахунок ефективності та результативності запропонованої моделі діючої ІСМ виглядає як сума отриманого ефекту від кожної з впроваджених систем менеджменту в організації:

$$E = E_{\text{ISO 9001}} + E_{\text{ISO 14001}} + E_{\text{ISO 45001}} + E_{\text{ISO 50001}} + \\ E_{\text{ISO 31000}} + E_{\text{ISO 26000}} + E_{\text{ISO 22000}} + \dots + E_{\text{ISO/IEC 27001}}$$

Продукція, послуги	Процеси				Ресурси							Взаємодія зі стейкхолдерами	Вимоги до об'єктів управління у стандартах на системи менеджменту
	Управлінські	Бізнес-процеси	Допоміжні	Забезпечувальні	Фінансово-економічні	Персонал	Матеріальні	Технології	Інформаційні	Інфраструктура	Комунікаційні		
+	+	+	+	+		+	+	+				+	ISO 9001
+	+	+						+		+			ISO 14001
	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+	ISO 45001
	+	+	+	+	+	+	+	+				+	ISO 50001
+		+	+	+		+	+		+		+	+	ISO/IEC 27001
+		+	+			+		+		+	+	+	ISO 22000
													Інша СМ
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Інтегрована СМ

Рисунок 1 – Різні процеси і види діяльності

Література

1. Поташник М. М. Управление качеством образования: практико-ориентированная монография и методическое пособие / под. ред.. М. М. Поташника. М.: Педагогическое общество России, 2000.
2. Петрухін В. Відкритий урок: Розробки. Технології. Досвід. *Освітнянський науково-методичний журнал*. 2009. № 2. С. 29-31.

СЕКЦІЯ 2
МЕТРОЛОГІЯ ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

**Новикова А.І., старший викладач, Чумак А.Ю., студентка
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса**

З введенням в дію в 2016 році Закону «Про метрологію та метрологічну діяльність» [1] в Україні розроблено декілька десятків Технічних регламентів еквівалентних Директивам Європейського Союзу.

На теперішній час в Україні діють три технічних регламенти, вимоги яких поширюються виключно на ЗВТ:

- Технічний регламент засобів вимірювальної техніки [2];
- Технічний регламент щодо неавтоматичних зважувальних приладів [3];
- Технічний регламент законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки [4].

Цілями прийняття цих технічних регламентів є захист життя та здоров'я людей, охорона довкілля та природних ресурсів, забезпечення енергоефективності, захист майна, забезпечення національної безпеки та запобігання підприємницькій практиці, що вводить споживача (користувача) в оману. Механізми ліквідації технічних бар'єрів в торгівлі базуються на взаємному визнанні результатів оцінки відповідності, що може бути забезпечено тільки в результаті технічної гармонізації.

В даній статті проведений порівняльний аналіз випробування засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) при переході системи сертифікації УкрСЕПРО на оцінку відповідності вимогам технічних регламентів.

До введення в дію оцінки відповідності проведення державних приймальних (ДПВ) та контрольних випробувань (ДКВ) стосовно ЗВТ проводились згідно ДСТУ 3400 [5].

Для подачі засобу вимірювальної техніки на державні приймальні випробування представлялась низка документів:

1. Проект технічних умов, підписаний керівником розробника – 2 прим.
2. Експлуатаційні документи – 2 прим. кожного експлуатаційного документа.
3. Проект документа на методику повірки чи калібрування засобів вимірювальної техніки – 2 прим (якщо методику повірки чи калібрування засобів вимірювальної техніки не викладено в експлуатаційному документі).
4. Матеріали попередніх випробувань засобів вимірювальної техніки, проведених її розробником (програма та методика попередніх випробувань, протоколи та акт за результатом цих випробувань) – 1 компл. (по одному примірнику кожного документа).
5. Матеріали, які підтверджують нормовані значення показників надійності засобу вимірювальної техніки – 1 прим.
6. Проект опису типу для Державного реєстру – 4 прим.
7. Фотографія загального вигляду засобів вимірювальної техніки.
8. Проект програми державних приймальних випробувань засобів вимірювальної техніки – 3 прим.

9. Матеріали за результатами біологічних та токсичних досліджень – 1 прим. (надають у разі проведення державних приймальних випробувань засобів вимірювальної техніки медичного призначення).

10. Висновок щодо вибухозахищеності засобі вимірювальної техніки – 1 прим. (надають у разі проведення державних приймальних випробувань засобів вимірювальної техніки вибухозахищеного виконання).

Після проведення ДПВ через певний проміжок часу (в основному 3 – 5 років) проводились ДКВ процедура проведення яких передбачала практично такий же комплект документів і була не менш трудомісною, ніж проведення ДПВ.

В Технічному регламенті засобів вимірювальної техніки оцінка відповідності проводиться за модулями.

В даному випадку для проведення оцінки та ідентифікації типу та / або засобу вимірювальної техніки потребується наступна документація:

1. Загальний опис засобу вимірювальної техніки.
2. Технічний проект і виробничі креслення, схеми розміщення компонентів, вузлів, електричні схеми тощо.
3. Дані про виробничі операції для забезпечення стабільного виготовлення засобів вимірювальної техніки.
4. Описи електронних приладів з кресленнями, діаграмами, зокрема діаграмами передачі логічної та загальної інформації програмного забезпечення, що пояснюють їх характеристики і функціонування (в разі потреби).
5. Описи та пояснення функціонування засобів вимірювальної техніки.
6. Перелік національних стандартів та/або нормативних документів Міжнародної організації законодавчої метрології, що застосовані повністю або частково.
7. Описи рішень, прийнятих з метою забезпечення відповідності суттєвим вимогам, якщо національні стандарти з переліку національних стандартів та / або нормативних документів Міжнародної організації законодавчої метрології не застосовані, у тому числі перелік інших відповідних технічних специфікацій, що застосовані.

8. Результати конструкторських розрахунків, досліджень тощо.

9. Результати відповідних випробувань (в разі потреби) для проведення оцінки та ідентифікації типу та / або засобу вимірювальної техніки: вимогам цього Технічного регламенту за нормованих робочих умов та впливу навколишнього середовища; показникам довговічності для лічильників газу, води, тепла, а також лічильників рідини, крім води.

10. Дані про сертифікати перевірки типу або сертифікати експертизи проекту стосовно засобів вимірювальної техніки, які містять складові частини, ідентичні тим, що в проектній документації.

У ДСТУ 3400 за результатами державних приймальних та контрольних випробувань складала акти випробувань. Терміни проведення державних приймальних та контрольних випробувань зазначались у листі – дорученні ЦОВМ. Датою закінчення випробувань вважалась дата затвердження акта державних приймальних випробувань.

У Технічному регламенті засобів вимірювальної техніки у разі відповідності засобу вимірювальної техніки вимогам цього регламенту видається сертифікат перевірки типу засобів вимірювальної техніки. Строк дії сертифіката перевірки типу становить 10 років від дати його видачі і може бути продовжений на кожні наступні 10 років.

Сьогодні модулі оцінки відповідності можуть вибиратися із пропонуваних конкретним ТР для конкретних категорій ЗВТ виробником в залежності від його можливостей і потреби чи необхідності. Виробник може вибирати сам процедури оцінки відповідності та їх комбінації.

Підсумовуючи наведене вище, можемо зазначити, що сьогодні модулі оцінки відповідності можуть вибиратись із пропонуваних конкретним ТР для конкретних категорій ЗВТ виробником в залежності від його можливостей і потреби чи необхідності. Виробник може вибирати сам процедури оцінки відповідності та їх комбінації і, що впровадження в Україні системи оцінки відповідності засобів вимірювальної техніки є ще одним кроком з гармонізації національної системи метрології та метрологічної діяльності з європейськими підходами та принципами, що сприятиме забезпеченню необхідного рівня захищеності кожного громадянина та суспільства в цілому від небезпечної продукції та наслідків недостовірних вимірювань, підвищенню конкурентоспроможності вітчизняних ЗВТ та усуненню технічних бар'єрів у торгівлі.

Література

1. Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України від 05.06.2014 р. № 1314-VII. *Офіційний вісник України*. 2014
2. Про технічні регламенти та оцінку відповідності: Закон України від 15.01.2015 р. № 124-VIII. *Офіційний вісник України*. 2015
3. Технічний регламент засобів вимірювальної техніки: Постанова Кабінету Міністрів України від 24.02.2016 р. № 163. *Офіційний вісник України*. 2016.
4. Технічний регламент щодо неавтоматичних зважувальних приладів: Постанова Кабінету Міністрів України від 16.12.2015 р. № 1062. *Офіційний вісник України*. 2015.
5. Технічний регламент законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки: Постанова Кабінету Міністрів України від 13.01.2016 р. № 94. *Офіційний вісник України*. 2016.
6. Про затвердження переліку національних стандартів, відповідність яким надає презумпцію відповідності засобів вимірювальної техніки суттєвим вимогам Технічного регламенту законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки: наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 01.09.2016 р. № 1435. *Офіційний вісник України*. 2016.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

**Миргород О.В., к.т.н., доцент, Беседовская Т.П., курсант
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Известно [1], что одним из эффективных методов идентификации законов распределения (ЗР) является графоаналитический метод, который позволяет оценить вид ЗР для выборки небольшого объема. С другой стороны, с помощью этого метода возможно оценить эффективность предложенной методики идентификации ЗР.

Суть метода состоит в следующем. На координатной сетке, оси которой закодированы в соответствующем масштабе для конкретного ЗР (вероятностная бумага), наносятся экспериментальные точки. Если эти точки «ложатся» на одну прямую, то их распределение согласуется с этим конкретным ЗР. Если априорно известно, что выборка может подчиняться одному из нескольких ЗР [1, 2], то такие построения выполняются на разных вероятностных бумагах, каждая из которых соответствует своему закону распределения [3]. Наилучшая степень близости прямой, проведенной через экспериментальные точки к теоретическим значениям, и является признаком наилучшего согласия теоретического ЗР с экспериментальными данными.

Недостатком метода является допущение о визуальном проведении прямой через экспериментальные точки, что может привести к ошибкам в интерпретации экспериментальных результатов прямой.

Цель работы – повышение достоверности методики идентификации вида ЗР случайной величины графоаналитическим методом.

Методика идентификации ЗР графоаналитическим методом. Реализация методики идентификации графоаналитическим методом осуществляется в четыре этапа:

- кодируются оси координат для каждого из возможных законов распределения;
- экспериментальные точки наносятся на преобразованные оси в соответствующем масштабе;
- через экспериментальные точки методом наименьших квадратов проводится прямая и уравнение этой прямой принимается теоретической функцией распределения;
- сравнивается теоретическое и экспериментальное распределение по критерию Смирнова-Колмогорова.

Рассмотрим построение преобразованных координатных осей для нескольких законов распределения, отличающихся существенно формой кривой плотности вероятности.

Экспоненциальный закон распределения.

Для определения выражений для Y и X (осей преобразованных координат) возьмем логарифм от левой и правой частей выражения $\ln(1-F) = -\lambda x$. Если $Y = \ln(1-F)$, то получим линейную функцию вида $Y = -\lambda x$. Принимая $X = x$, замечаем, что в координатах (Y, X) экспоненциальный ЗР

ізоображається прямою. Таким образом, если экспериментальные точки легли на одну прямую вида $Y = -\lambda x$, то можно однозначно утверждать, что их распределение подчинено экспоненциальному закону.

Нормальный закон распределения.

Так как связь между квантилю u и нормального ЗР и значением случайной величины x линейна $u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$, то полагая $Y = u$, а $X = x$, получим координатную плоскость для построения прямой, соответствующей нормальному ЗР. Следует отметить, что для нормально-логарифмического закона распределения вид “ u ” меняется $u = \frac{\ln x - \ln \bar{x}}{\sigma[\ln x]}$. Тогда $Y = u$, а $X = \ln x$

Равномерный закон распределения.

Для равномерного ЗР справедливо следующее соотношение $Y=y$, $X=x$.

Распределение Симпсона.

Для построения осей Y , X воспользуемся тем обстоятельством, что плотность вероятности имеет следующий вид (рис.1) и описывается такими выражениями:

$$f = kx + b_1, \quad x_1 \leq x \leq \bar{x}$$

$$f = -kx + b_1, \quad \bar{x} \leq x \leq x_n, \quad (1)$$

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_n}{2}. \quad (2)$$

$$h = (\bar{x} - x_1) \operatorname{tg} \alpha = k(\bar{x} - x_1), \quad (3)$$

а площадь заштрихованной области S_1 равна:

$$S_1 = 1/2(\bar{x} - x_1)h = \frac{k(\bar{x} - x_1)^2}{2} \quad (4)$$

С другой стороны, учитывая, что f – плотность вероятности, и она симметрична относительно высоты h , то $S_1 = 0,5$ (численно равна функции распределения в средней точке выборки).

Тогда

$$\frac{k(\bar{x} - x_1)^2}{2} = 0,5 \quad (5)$$

Откуда

$$k = \frac{1}{(\bar{x} - x_1)^2}, \quad (6)$$

или с учетом (2)

$$k = \frac{4}{(x_n - x_1)^2}.$$

Коефіцієнт b_1 определим из условия $x = x_1, f=0$

$$0 = kx_1 + b_1,$$

$$b_1 = -kx_1 = -\frac{4x_1}{(x_n - x_1)^2}.$$

Функция распределения на участке $(x_1; x)$ имеет вид:

$$F = \int_{x_1}^x (kx + b_1) dx = \frac{kx^2}{2} + b_1x - \frac{kx_1^2}{2} - b_1x_1 = \frac{2x^2}{(x_n - x_1)^2} - \frac{4x_1 \cdot x}{(x_n - x_1)^2} - \frac{2x_1^2}{(x_n - x_1)^2} + \frac{4x_1^2}{(x_n - x_1)^2} = 2 \left[\frac{x - x_1}{x_n - x_1} \right]^2 \quad (7)$$

$$\text{Если обозначить } Y = \sqrt{0,5F}, X = x, \quad (8)$$

то Y будет линейной функцией \bar{X} на интервале $x_1 \leq x \leq x_n$.

Найдем вид Y для интервала $x \leq x \leq x_n$. Коеэффициент k не изменится. Найдем коэффициент b_2 из условия $x=x_n, f=0$.

$$0 = -kx_n + b_2, \quad b_2 = \frac{4x_n}{(x_n - x_1)^2}. \quad (9)$$

Функция распределения на участке $x \leq x \leq x_n$ имеет вид:

$$F = \int_{\bar{x}}^x (-kx + b_2) dx + 0,5 = -\frac{kx^2}{2} + b_2x + \frac{k\bar{x}^2}{2} - b_2\bar{x} + 0,5 = -\frac{2x^2}{(x_n - x_1)^2} + \frac{4x \cdot x_n}{(x_n - x_1)^2} + \frac{2\bar{x}^2}{(x_n - x_1)^2} - \frac{4x_n\bar{x}}{(x_n - x_1)^2} + 0,5 = -2 \left[\frac{x - x_n}{x_n - x_1} \right]^2 + 1. \quad (10)$$

$$\text{Преобразуем (10) к виду } \sqrt{0,5(1 - F)} = \frac{x - x_n}{x_n - x_1}.$$

$$\text{Обозначим } Y = \sqrt{0,5(1 - F)}. \quad (11)$$

Тогда Y будет линейной функцией \bar{X} на интервале $x \leq x \leq x_n$.

Таким образом, для закона распределения Симпсона ось ординат Y строится по формулам (8) и (11).

Арсинусоидальный закон распределения.

Учитывая, что функция распределения случайной величины изменяется по закону $\arcsin x$, а именно $F = \arcsin x$, то взяв \sin от обеих частей равенства, получаем $\sin F = x$. Если принять $Y = \sin F$, а $X = x$, то Y будет линейной функцией x .

Функция распределения Вейбулла достаточно часто применяется на практике для описания распределения отказов систем со слабыми звеньями и имеет вид:

$$1 - F = e^{-\left(\frac{x}{a}\right)^b}, \quad (12)$$

где a – параметр масштаба, b – параметр формы.

Если принять $Y = \ln[-\ln(1-F)]$, а $X = \ln x$, то Y будет линейной функцией X .

Построение теоретических функций распределения осуществляется путем наилучшего приближения к экспериментальным точкам. Так как оси Y и X в кодированных значениях являются осями с равномерной шкалой, то построение прямых через экспериментальные точки на каждой из «вероятностных бумаг» можно осуществить методом наименьших квадратов [2].

При этом, если через экспериментальные точки провести прямую $Y = aX + b$, то значения a и b определяются следующими выражениями:

$$a = \frac{-\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right) + \sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{1}{n} \cdot a \sum_{i=1}^n X_i}, \quad (13)$$

$$b = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right) - \frac{1}{n} \cdot a \sum_{i=1}^n X_i,$$

где n – объем выборки.

После нахождения уравнений прямых для каждой из вероятностных бумаг определяется наибольшее отклонение D экспериментальных данных от найденной прямой

$$D_j = \max |(F_{Ti} - F_i)_j|, \quad (14)$$

где F_{Ti} , F_i – соответственно значения теоретической и экспериментальной функции распределения в каждой i -той точке, соответствующей i -тому экспериментальному значению случайной величины;

j – номер закона распределения.

Тот закон, у которого значение D_j окажется минимальным, будет точнее остальных соответствовать экспериментальному распределению. Оценку достоверности согласия выбранного закона осуществляется по критерию Смирнова-Колмогорова [4] для заданного уровня значимости по величине

$$D_j \sqrt{n} < \lambda,$$

где λ – определяется из справочных таблиц.

Методика реализована в редакторе электронных таблиц *Excel Microsoft* с автоматическим выбором лучшего согласующего ЗР по величине D_j и построением графиков для всех законов распределения.

Выводы:

1. Уточнена методика идентификация ЗР графоаналитическим методом путем построения теоретической зависимости ЗР на вероятностной бумаге с помощью метода наименьших квадратов.

2. Разработан компьютерный вариант обработки экспериментальных данных с одновременным сравнением и выбором лучшего из 5 законов распределения.

Література

1. Сотсков Б.С. Основы теории и расчета надежности элементов и устройств автоматики и вычислительной техники. М.: Наука, 1990. 270 с.
2. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике. М: Наука, 1970. 722 с.
3. Р. Рунион. Справочник по непараметрической статистике. Современный подход. М.: Финансы и статистика, 1982. 198 с.
4. Н.Ш. Кремер. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для ВУЗов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. 543 с.
5. Rudakov V.V., Albova I.M., Gorelov V.S. The term of service life of high voltage pulsed capacitors depending on the embedding degree. Prog. 9-th Intern. Symp. H.V.E. – GRAZ (Austria). 1995. sub.1. p. 1904 (1-4).
6. Zakharov I.P., Vodotyka S.V. Application of Monte Carlo simulation for the evaluation of measurements uncertainty. Metrology and Measurement Systems, 2008, vol. 15, no. 1, pp. 118–123.
7. Zakharov I.P., Botsyura O.A. Calculation of Expanded Uncertainty in Measurements Using the Kurtosis Method when Implementing a Bayesian Approach. Measurement Techniques, 2019, vol. 62 (4), pp. 327–331. doi: <https://doi.org/10.1007/s11018-019-01625-x>
8. International Vocabulary of Metrology — Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM). 3rd Edition, 2007. 146 p.
9. ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, 2017. 38 p.
10. EURACHEM/CITAC Guide CG4, 3rd Edition (2012). Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. Available at: <http://www.citac.cc/guides.html>
11. ISO 10576–1:2003(E). Statistical methods — Guidelines for the evaluation of conformity with specified requirements. Part 1: General principles. ISO, Geneva, Switzerland, 2003. 15 p.
12. EURACHEM/CITAC Guide, First Edition (2007). Use of uncertainty information in compliance assessment. Available at: <http://www.citac.cc/guides.html>

ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ З МЕТОЮ ОЦІНКИ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ

Сорока С.В., к.фіз.-мат.н., старший викладач, Волянський С.В., старший викладач, Романова Ю.І., студентка

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса

Вступ. Невизначеність різних форм притаманна всім науковим зусиллям, і вона існує як невід'ємна особливість всіх абстракцій, моделей та рішень [1]. Широко відомий вислів: “Наука починається там, де починають вимірювати” (Д. І. Менделєєв), можна доповнити: і там, де отримують об'єктивний прогноз на майбутнє [2]. Невизначеність результату вимірювань є проявом того факту, що певному результату вимірювання може відповідати не одне значення вимірюваної величини, а невизначена кількість значень, розсіяних навколо результату, які узгоджуються з результатами спостережень, а також знаннями оператора про фізичну природу явищ, пов'язаних з вимірюванням і які з різним ступенем довіри можуть бути приписані вимірюваній величині [3].

Чим більша невизначеність у розв'язку задачі, тим менш точними ми можемо бути в розумінні цієї проблеми. Здається, інтуїтивно зрозумілим, що ми повинні визначити баланс між ступеню точності в завданні і з відповідною невизначеністю в цій проблемі [1].

Таким чином, термін “невизначеність результату вимірювання” відображає брак вичерпного знання про значення вимірюваної величини. Все це говорить на користь того, що в практику вимірювань необхідно вводити теорію нечітких заходів, яка дозволить з єдиних позицій розглядати різні види невизначеності, врахувати найкращим чином специфіку експериментальних процедур, що мають місце при вимірах, і позитивні властивості і досягнення інших теорій.

При цьому не йдеться про дискредитацію теорії ймовірностей, а, навпаки, слід підкреслити, що існують ситуації, в яких застосування методів, відмінних від теорії ймовірностей, можуть дати кращі результати [3]. Як показано в [4] нечітка міра може розглядатися як узагальнення поняття ймовірнісної заходи, вільний від ряду обмежень, в тому числі вимог адитивності. Розвиток теорії нечіткої логіки став закономірним наслідком неспроможності традиційних методів, заснованих на застосуванні точних підходів до вирішення завдань, які мають слабо формалізовані і ненадійні вихідні дані. Основою розвитку математичної теорії нечіткої логіки послужила робота професора Каліфорнійського університету Л. Заде [5], який створив апарат для опису процесів інтелектуальної діяльності, ввів такі поняття як «можливо» і «необхідно», які в неявному вигляді існували навіть при застосуванні теорії ймовірностей, де гіпотези і передумови висуваються після того, як експериментатор (експерт) в повній мірі дослідить вихідні дані, оцінить загальну структуру проблеми, виключить суб'єктивні і суперечливі дані і зробить суб'єктивні висновки.

Основи теорії нечіткої логіки

В теорії множин елемент або належить множині, або ні. Поняття множин використовується в багатьох математичних теоріях. Це важливе поняття, однак, воно не розглядає прості ситуації, коли не все ясно і зрозуміло. Теорія нечітких

множин базується на понятті часткової належності до множини: кожен елемент належить до нечіткої множини трохи або частково. Обрис нечіткої множини (див. рис. 1) не має "явної" границі, а є "нечітким" або "розмитим".

Підготовка завдання для вирішення методами нечіткої логіки (фазифікації) дозволяє конвертувати реальні значення змінних в нечіткі.

Фазифікація полягає у визначенні ступеня приналежності змінної (результат вимірювання, наприклад) до нечіткої множини.

Оператори нечіткої логіки використовуються для запису комбінацій логічних понять нечіткої логіки, щоб обчислювати ступені істинності. Застосовуються стандартні логічні оператори AND, OR і NOT.

Бази правил нечіткої логіки, подібно до традиційних експертних систем, ґрунтуються на базі знань, побудованої на основі людського досвіду. У той же час існують суттєві відмінності в обробці і характеристиках цих знань. Процес обробки нечіткої логіки складається з трьох частин:

- **твердження**, (також відоме, як припущення або умова) є комбінацією припущень і операторів AND, OR, NOT;

- **нечіткий логічний висновок**, найбільш часто використовується механізм нечіткого логічного висновку, названий механізмом Мамдані. Він являє собою спрощення більш загального механізму, який базується на "нечіткому висновку" і узагальненому правилі дедукції (generalised modus ponens);

- **результат** нечіткого правила є комбінацією пропозицій об'єднаних операторами AND.

На останньому етапі нечіткого логічного висновку, вихідна нечітка множина вже визначена, але вона не може бути безпосередньо використана для надання оператору точної інформації або для управління виконавчим механізмом. Необхідно виконати перехід з "світу нечіткої логіки" в "реальний світ": цей етап називається дефазифікація [6]. Можна використовувати різноманітні методи дефазифікації, однак найчастіше використовується метод обчислення "центру ваги" нечіткої множини (1):

$$y = \frac{\int_{Min}^{Max} x \cdot \mu(x) dx}{\int_{Min}^{Max} \mu(x) dx} \quad (1)$$

де: y – результат дефазифікації; x – змінна, що відповідає вихідній лінгвістичній змінній ω ; $\mu(x)$ – функція належності нечіткої множини, що відповідає вихідній змінній ω після етапу акумуляції; Min і Max – ліва й права точки інтервалу носія нечіткої множини вихідної змінної ω .

У випадку дефазифікації методом центру ваги звичайне (не нечітке) значення вихідної змінної дорівнює абсцисі центру ваги плоскої фігури, обмеженої графіком кривої функції належності відповідної вихідної змінної [7].

Практичне застосування нечіткої логіки

В роботі [3] розглянуто основні положення теорії нечітких множин, застосування яких в техніці вимірювань дозволяє, використовуючи єдиний

підхід, оцінити невизначеність результату вимірювань на базі інтервального аналізу.

Розглянутий підхід дозволяє виразити невизначеність вимірювань за допомогою нечіткої множини.

Припустимо, що результат вимірювання розподілений за нормальним законом. Розіб'ємо інтервали $[-3\sigma, 0]$ і $[0, 3\sigma]$ на рівну кількість елементарних інтервалів. Тут вся множина можливих значень представлена у вигляді двох інтервалів для врахування можливих асиметричностей розподілу густини ймовірності. Позначимо число елементарних інтервалів n , яке є одним і тим же для обох половин розподілу.

Існує аналогія між рівнем статистичної значущості α для густини розподілу ймовірностей і α -зрізом функції приналежності нечіткої множини. Тому є можливість встановити залежність між густиною розподілу ймовірностей $p(x)$ і функцією приналежності нечіткої множини $\mu(x)$. Для цього необхідно, щоб ті і тільки ті значення, які потрапляють в інтервал з довірою $(1-\alpha_j)$, належали чіткій множині для зрізу α , значення якого дорівнює рівню статистичної значущості α .

На рис. 1 показано побудову функції приналежності для нормального закону.

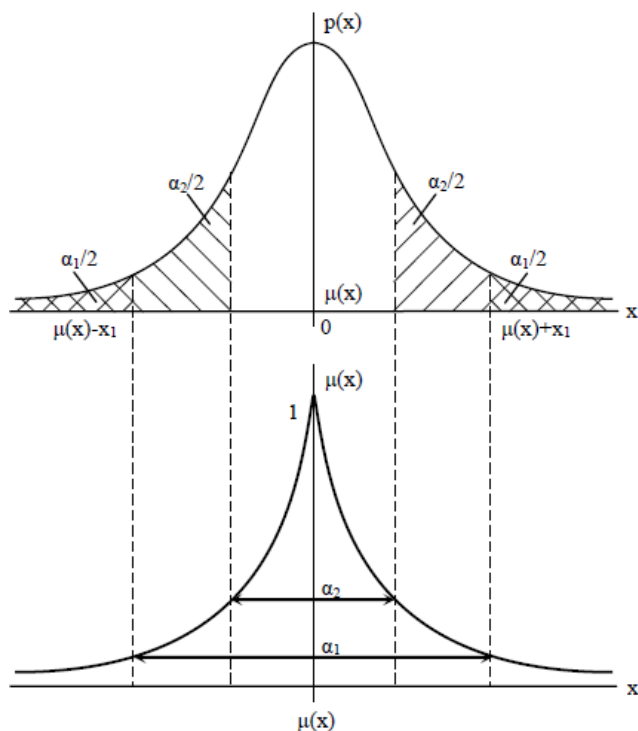


Рисунок 1 – Побудова функції приналежності для нормального закону

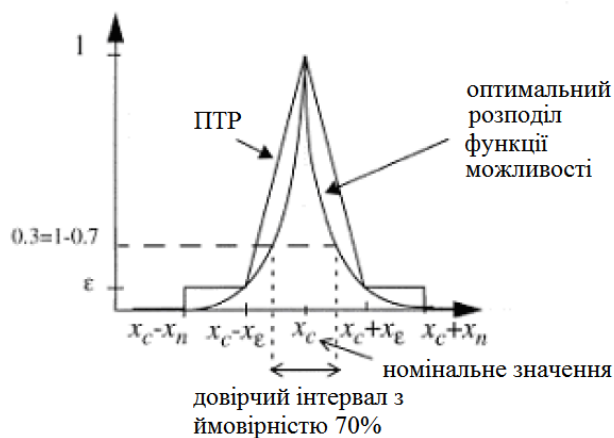


Рисунок 2 – Модель псевдотрекутного розподілу

В теорії нечітких множин поряд з функцією приналежності вводиться таке поняття, як нечітка міра можливості, яка для випадку вкладеності елементів нечітких підмножин, що має місце для α -зрізів, визначається за допомогою розподілу можливостей $\pi(x)$. Якщо зіставити ці положення з визначенням розширеної невизначеності, то можна прийти до висновку, що остання якраз і характеризується нечіткою мірою можливості.

Виходячи з цих позицій для спрощення роботи з розподілом функції

можливості в [8] була запропонована модель псевдотрекутної функції приналежності (псевдотрекутний розподіл ПТР) (рис. 2).

При цьому, як показано в [8], форма результуючої ПТР зберігається незалежно від операцій що виконуються, а основною перевагою такого підходу в порівнянні з ймовірнісними моделями – це простота обробки, особливо при опосередкованих вимірюваннях, відсутність необхідності визначення часткових похідних. Однак, слід також зауважити, що при великій кількості операцій даний підхід має деяку надлишковість. Таким чином, застосування елементів теорії нечітких множин дозволяє з єдиних позицій розглянути невизначеність результату вимірювань, незалежно від природи її виникнення, перейти до інтервальних оцінок, що істотно полегшує обробку результатів, особливо при опосередкованих вимірюваннях.

Література

1. Ross, Timothy J. Fuzzy logic with engineering applications / Timothy J. Ross. – 3rd ed. – John Wiley & Sons, Ltd., 2010. 585 с.
2. Комп'ютаційна педагогіка: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki> – Комп'ютаційна педагогіка.
3. Володарский Е.Т., Кошечая Л.А., Карпенко А.Н.. Взаимосвязь вероятностного подхода и нечеткой логики при оценке неопределенности измерений. *Системы обработки информации*. 2006. Выпуск 7 (56). С.19-22.
4. Бочарников В.П. Fuzzy-технология. Математические основы. Практика моделирования в экономике. СПб.: Наука, РАН, 2001. 328 с.
5. Zadeh L.A. Fuzzy sets // *Information and control*. 1965. 8. P. 338-353.
6. Техническая коллекция Schneider Electric. *Нечеткая логика*. 2009. Выпуск № 31. URL: <https://www.se.com/ru/ru/download/document/RCT031/>.
7. Кирик В. В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах: підручник / В. В. Кирик; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т України «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Київ, Вид-во «Політехніка», 2019. 226 с.
8. Mauris G., Berrah L., Fonlloy L. Fuzzy handling of measument errors in instrumentation, 2000. 232 p.

ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ПОГРЕШНОСТЕЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**Рудаков С.В., к.т.н., доцент, Шibaев И.С., курсант
Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков**

Рассмотрим экспериментальные оценки следующих характеристик погрешности средств измерительной техники (СИТ): значение систематической составляющей погрешности Δ_s , среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности $\sigma[\Delta]$ и граница $\pm \Delta_p$ интервала, в котором находится погрешность (P – заданная вероятность, с которой погрешность лежит в интервале $-\Delta_p, \Delta_p$, в большинстве случаев $P=0,95$). Обычно для оценки этих характеристик погрешности используются методы, основанные на предположении о нормальном законе распределения погрешности. Между тем истинный закон распределения (ЗР) в большинстве случаев отличен от нормального. Причиной этому является большое разнообразие составляющих погрешностей, которые могут иметь самые различные ЗР. Например, погрешность квантования распределена равномерно, а погрешность, вызванная сетевой наводкой – по арксинусоидальному закону. Применение приведенных оценок к таким ситуациям может привести (при отличии ЗР от нормального) к значительному отклонению оценок характеристик погрешности от истинных значений этих характеристик.

Кроме указанных оценок характеристик, желательно знать их интервальные оценки. Для нормального ЗР интервальные оценки описаны в [1]. При отличии реальных ЗР от нормального применение формул для нахождения границ доверительных интервалов может привести к отличию оценок от истинных значений соответствующих характеристик.

В связи с этим актуальной является задача построения методов интервального оценки метрологических характеристик, применимых при любом ЗР погрешности.

Анализ литературы. Существует несколько непараметрических методов интервального оценивания значения Δ_p [1, 2]. Недостатком этих методов является большое число измерений вне зависимости от вида ЗР. Анализ возможных ЗР погрешностей средств измерительной техники (СИТ) был проведен в серии работ, результаты которых обобщены в [3]. Как показали исследования [1], наиболее распространенным ЗР, охватывающим около половины всех СИТ, является экспоненциальный ЗР.

Класс экспоненциальных распределений описывается плотностью вероятности вида:

$$f_e(x) = A(\lambda, \rho) \exp\left(-\frac{|x - \alpha|^{\rho}}{\rho \lambda^{\rho}}\right), \quad (1)$$

где α, λ, ρ – параметры; $A(\lambda, \rho) = \left[\rho / 2\rho^{1/\rho} \lambda \Gamma(1/\rho)\right]$ – нормирующий множитель. Этот класс законов включает в себя равномерный (при $\rho \rightarrow \infty$); нормальный (соответствующий в (1) значению $\rho = 2$); закон распределения

Лапласа (при $\rho = 1$) и другие промежуточные распределения.

Цель статьи. Разработать метод оценки параметров ЗР с использованием статистических методов, основанных на предположении экспоненциального закона распределения погрешностей СИТ.

Метод получения интервальных оценок метрологических характеристик СИТ.

В общем случае невозможно заранее ограничиться классом вероятностных распределений. В ситуации, где предполагается экспоненциальный ЗР, для оценки среднего значения $\alpha = E(\xi)$ произвольной случайной величины по выборке $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ в математической статистике предлагаются робастные методы [2, 4]. Наиболее эффективными среди них являются так называемые М-методы, при которых значение α определяется из условия:

$$\sum_i \psi(\xi_i - \alpha) \rightarrow \min_{\alpha}, \quad (2)$$

где $\psi(x)$ – некоторая четная функция, выбор которой определяет М-метод. При $\psi(x) = x^2$ получается известный метод наименьших квадратов, который приводит к оценке $\hat{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \xi_i$. При $\psi(x) = |x|$ – метод наименьших модулей, приводящий к медианной оценке, максимально нечувствительной к грубым промахам.

Не ограничиваясь целыми степенями $|x|$, рассмотрим метод с произвольным показателем ρ , который состоит в минимизации ρ -х степеней отклонений: $\sum_{i=1}^n |\xi_i - \alpha|^\rho \rightarrow \min_{\alpha}$ (в математике сумма ρ -х степеней компонент вектора называется l^ρ – нормой, поэтому этот метод называется еще l^ρ – методом). Численные эксперименты показали, что методы с произвольным показателем лучше других М-методов. Это согласуется со следующим строгим математическим результатом: какой бы критерий выбора М-метода (удовлетворяющий некоторым разумным условиям) мы ни выбирали, наилучшим в смысле этого критерия будет М-метод, соответствующий $\xi(x) = |x|^\rho$ [5].

Поэтому для оценки Δ_s предлагаем использовать метод с произвольным показателем $\sum_{i=1}^n \left| \Delta_s - \Delta x_i \right|^\rho \rightarrow \min_{\hat{\Delta}_s}$.

Для получения точечных и интервальных оценок интересующих нас метрологических характеристик будем исходить из предположения, что погрешность распределена по экспоненциальному закону. Для определения ρ, Δ_s и s используем ММП (метод максимального правдоподобия) – метод. (Он асимптотически оптимален; использовать более точные оценки нет смысла, так как исходим как раз из ММП-метода для определения $\hat{\Delta}_s$). Для определения ρ можно использовать и «метод по эксцессу» [1]. После определения ρ характеристики Δ_s и s оцениваем следующим образом:

$$\hat{\Delta}_s = \arg \min_{\Delta_s} \sum_{i=1}^n |\Delta x_i - \Delta_s|^\rho, \quad (3)$$

$$s = \left(\frac{\rho}{n}\right)^{1/\rho} \left(\frac{\Gamma(3/\rho)}{\Gamma(1/\rho)}\right)^{1/2} \left(\sum_{i=1}^n |\Delta x_i - \hat{\Delta}_s|^\rho\right)^{1/\rho}. \quad (4)$$

При $\rho=2$ эти оценки переходят в приведенные выше традиционные статистические оценки.

Заметим, что если истинная плотность распределения ЗР нормальна, то получится, что $\rho=2$, и оценки Δ_s и s вычисляются по приведенным выше традиционным формулам. При загрязнении выборки грубыми промахами и росте значений этих выбросов оценка параметра ρ получится близкой к 1, поэтому в силу формулы (3) в качестве оценки $\hat{\Delta}_s$ будем иметь выборочную медиану, которая, как известно, устойчива к грубым промахам. Поэтому предварительное исключение грубых промахов при использовании l^ρ – метода не требуется.

Как показали проведенные численные эксперименты, при $n=200$ относительная погрешность (4) составляет 10-15% (так как речь идет о погрешности оценки погрешности, то эта точность вполне удовлетворительна). При $n=100$ погрешность составляет 10-20%, а при $n=40$ (обычно проводимое число испытаний) погрешность – 25-40%.

Таким образом, уже при $n=40$ использование (4) может в полтора раза исказить истинную оценку метрологической характеристики, что недопустимо.

С целью проверки работоспособности предлагаемого метода робастного оценивания характеристик погрешности были смоделированы погрешности измерений, распределенные в соответствии с каждым из пяти классов распределений, описанных в [1]. Эти распределения моделировались путем функционального преобразования выборочных значений, генерируемых машинным датчиком нормально распределенных случайных чисел. Массивы выборочных значений генерировались размером $n=100$ каждый со следующими параметрами: математическое ожидание $\Delta_s=0$; для распределения типа «шапо» значение параметра c_p составляет 2,24, значение параметра ρ экспоненциальной составляющей выбиралось $\rho_{экс.} = 0,5; 1; 2$; для двумодальных распределений параметр c_g равен единице, значение параметра ρ выбиралось $\rho_{экс.} = 0,5; 1; 2$; трапецидальные распределения генерировались с параметрами $b/c=1/4; 1/2; 1$ (b и c – значения ширины двух равномерных распределений, композиция которых дает трапецеидальное); арксинусоидальное распределение генерировалось с размахом, равным единице.

По каждому из смоделированных таким образом выборочных массивов вычислялись оценки $\hat{\rho}$ и $\hat{\Delta}_s$ параметров ρ и Δ_s описанным выше методом. Полученные значения оценок сравнивались с истинным значением Δ_s . С другой стороны, поскольку ЗР перечисленных типов СИТ известны, методом максимального правдоподобия вычислялись также оценки систематической составляющей погрешности, которые мы обозначили через $\Delta_{см}$.

В табл. 1, 2 кроме введенных выше обозначений, используются также: $\bar{\rho}$ – среднее значение выборочных оценок $\hat{\rho}$; \bar{s}_{ρ} – среднее квадратическое отклонение выборочных оценок $\hat{\rho}$ от их среднего значения на множестве всех смоделированных выборочных массивов.

Из табл. 1, 2 следует, что оценки $\bar{\Delta}_s$, полученные с помощью аппроксимации выборочных значений распределениями из класса (1), практически не отличаются от истинного значения $\Delta_s=0$, а разброс этих оценок лишь незначительно превышает разброс оценок максимального правдоподобия, полученных при полной информации о плотности распределения.

При практическом определении доверительных интервалов не требуется выполнять статистического моделирования вновь.

Таблица 1

Класс распределения	Значения параметров и оценок						
	$\rho_{\text{экср.}}$	$\bar{\Delta}_s$	$\bar{\Delta}_{sM}$	\bar{s}	\bar{s}_M	$\bar{\rho}$	\bar{s}_{ρ}
Шапо	2	-0,0456	-0,012	0,24	0,22	3	0,3
	1	-0,091	-0,082	0,248	0,228	2,8	0,227
	0,5	-0,033	-0,022	0,288	0,276	1,6	0,362
Двумодальные	2	-0,018	-0,008	0,141	0,133	2,65	0,332
	1	-0,062	-0,048	0,15	0,141	2,17	0,274
	0,5	-0,066	-0,06	0,146	0,136	1,97	0,447

Таблица 2

Класс распределения	Значения параметров и оценок						
	b/s	$\bar{\Delta}_s$	$\bar{\Delta}_{sM}$	\bar{s}	\bar{s}_M	$\bar{\rho}$	\bar{s}_{ρ}
Трапецеидальные	1/4	-0,013	-0,003	0,081	0,075	3	0,095
	1/2	-0,008	-0,007	0,053	0,048	2,8	0,082
	1	-0,005	-0,006	0,04	0,038	2,65	0,16
Арксинусоидальные	-	0,0015	0,0033	0,075	0,069	3	0,49

По выборочным данным определим параметр ρ , после чего вычисляем точечные оценки (2), (3), а затем с помощью графиков определяем доверительные интервалы для искоемых характеристик по известным значениям n .

Выводы.

1. Предлагаемый метод применим для интервального оценивания погрешностей СИТ при произвольном ЗР и является устойчивым к наличию грубых погрешностей, поэтому их предварительное исключение не требуется.

2. Метод приводит к оценкам, которые при одном и том же объеме выборки ненамного хуже по точности, чем оценки, полученные в предположении о точном знании вида ЗР. Вместе с тем для законов типа арксинусоидального вычислительная сложность предлагаемого метода намного больше, чем у традиционных.

Література

1. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценки погрешности результатов измерений. М.: Энергоатомиздат, 1991. 212 с.
2. Хьюбер П. Робастные методы в статистике. М. Мир, 1985. 164 с.
3. Рудаков С.В. Методы обработки результатов измерительного эксперимента. *Вестник Харьковского государственного политехнического университета*. Харьков, 1999. Вып. 42. С. 54-57.
4. Рудаков С.В., Дубийчук О.Ю. Методика идентификации закона распределения случайной величины графоаналитическим методом. *Системи обробки інформації*. Харків: ХВУ, 2003. вип. 6. С. 79-85.
5. Крейнович В.Я. Выбор М-метода для решения технических задач. Тезисы 4-й Всесоюзной конференции по приложениям математич. логики. Таллин.: 1986. С. 126.
6. Determination of conformance with specifications or limit values with particular reference to measurement uncertainties — possible strategies. EUROLAB “Cook Book”, 2008. Doc no. 8.0. Available at: www.eurolab.org/documents/Cookbook_No_8.pdf.
7. JCGM 106:2012. Evaluation of measurement data — The role of measurement uncertainty in conformity assessment. Joint Committee for Guides in Metrology, 2012.
8. OIML G 19:2017(E). The role of measurement uncertainty in conformity assessment decisions in legal metrology. International Organization of Legal Metrology, France, Paris, 2017. 72 p.
9. Zakharov I.P., Vodotyka S.V., Shevchenko E.N. Methods, models, and budgets for estimation of measurement uncertainty during calibration. *Measurement Techniques*, July, 2011, vol. 54, no. 4, pp. 387–399.
10. Zakharov I., Neyezhnikov P. Peculiarity of measurement instruments verification by results of their calibrations. *Measurement – 2017: Proceedings of the 11th International Conference (Smolenice, Slovakia, May 29 – 31, 2017)*. Institute of Measurement Science Slovak Academy of Sciences, 2017, pp. 19 – 22.
11. Zakharov I., Neyezhnikov P., Botsyura O. Compliance probability determination on basis of the Monte Carlo method. *Metrology and Metrology Assurance 2017: Proceedings of 27-th International Scientific Symposium (Sozopol, Bulgaria, Sep- Український метрологічний журнал, 2018, № 3. С. 18 – 23.*

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ «ЗА СТАНОМ» З ФІКСОВАНОЮ ПЕРІОДИЧНІСТЮ КОНТРОЛЮ

Банзак Г.В., к.т.н., доцент, Тарасенко С.М., студент
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса

Складні технічні об'єкти в сучасному суспільстві мають виключно важливе значення. Йдеться в першу чергу про різні радіоелектронні комплекси військового і спеціального призначення, радіолокаційні станції, автоматизовані системи управління. Від рівня безвідмовності таких об'єктів залежить обороноздатність держави, економічна безпека, життя сотень і тисяч людей.

Такі об'єкти відносяться до класу об'єктів, що відновлюються – тривалого багаторазового застосування. Вони, як правило, є дорогими і вимагають значних витрат на їх експлуатацію. Для забезпечення необхідного рівня безвідмовності в процесі їх експлуатації зазвичай проводиться технічне обслуговування (ТО), суть якого полягає у своєчасній попереджувальній заміні елементів, що знаходяться в предвідмовному стані.

Суть технічного обслуговування «за станом» (ТОС) з фіксованою періодичністю контролю полягає в тому, що в момент контролю проводиться вимірювання параметрів, що визначаються для всіх елементів, потенційно які користувач може обслуговувати. Якщо виміряне значення нормованого параметра, що визначається $u_i(t)$ перевищує задане значення рівня ТО $u_{\text{то}i}$, проводиться оновлення (заміна) i -го елемента [1, 2, 3].

Для моделювання відмов ми використовуємо DN -розподіл, що є $B\Phi$ -моделю відмов [1, 3]. Це означає, що кожна відмова інтерпретується як подія, що полягає у виході параметра елемента, що визначається за допустимі межі (значення нормованого визначального параметра $u_i(t)$ досягло значення 1). Якщо припустити, що середній ресурс елемента лінійно спливає в часі (таке припущення покладено в основу $B\Phi$ -моделі), то величина середнього залишкового ресурсу в довільний момент часу t дорівнює:

$$\bar{R}_i(t) = T_{\text{сп}i} - t, \quad (1)$$

де $T_{\text{сп}i}$ – середнє напрацювання до відмови i -го елемента.

Якщо в процесі моделювання нам відомо, що відмова i -го елемента відбудеться в момент часу t_i (це запланований час відмови), то залишковий ресурс i -го елемента в момент часу t дорівнює:

$$R_i(t) = t_i - t. \quad (2)$$

Величина $R_i(t)$ в даному випадку є випадковою реалізацією залишкового ресурсу.

Залишковому ресурсу $R_i(t)$ можна поставити у відповідність значення нормованого параметра, що визначається величину якого можна визначити наступним чином:

$$u_i(t) = 1 - \frac{R_i(t)}{R_{0i}}, \quad (3)$$

де R_{oi} – випадкова реалізація повного ресурсу i -го елемента, величина якого дорівнює

$$R_{oi}(t) = t_i - t_{oi}. \quad (4)$$

З урахуванням (2) і (4) замість (3) можна записати:

$$u_i(t) = \frac{t - t_{oi}}{t_i - t_{oi}}, \quad (5)$$

де t – поточний час контролю;

t_{oi} – часу останнього оновлення i -го елемента;

t_i – запланований час відмови i -го елемента.

Умова досягнення параметром, що визначається $u_i(t)$ заданого рівня u_{toi} в цьому випадку запишеться у вигляді наступної нерівності:

$$t \geq t_{oi} + u_{toi}(t_i - t_{oi}) \quad (6)$$

Якщо елемент, що обслуговується є резервованою групою елементів, то ступінь близькості групи до стану відмови визначається величиною:

$$u_i(t) = \frac{n_{pi}(t)}{n_i}, \quad (7)$$

де n_i – число елементів в резервованій групі;

$n_{pi}(t)$ – число працездатних елементів в резервованій групі в момент часу t .

Методична точність імітаційної статичної моделі визначається такими факторами:

- вихідною надійністю об'єкта (заданими показниками надійності елементів);
- числом реалізацій (тривалістю) моделювання;
- заданою тривалістю експлуатації об'єкта.

Із зазначених факторів найбільш істотним є перший. У більшості практично цікавих випадків відносна помилка результатів моделювання не перевищує 10-20%.

Література

1. Ленков С.В., Цыцарев В.Н., Банзак Г.В. Моделирование и оптимизация процесса технического обслуживания по ресурсу сложных технических объектов. *Вісник інженерної академії України*. 2011. № 3-4. С.94 – 100.

2. Банзак Г.В., Селюков А.В., Цыцарев В.Н. Методика определения оптимальных параметров стратегии технического обслуживания “по состоянию” с адаптивным изменением периодичности контроля объекта. *Вісник державного університету інформаційно-комунікаційних технологій*. Київ, 2011. Том 9, № 4. С.342 – 349.

3. Forecasting to reliability complex object radio-electronic technology and optimization parameter their technical usage with use the simulation statistical models: [monography] in English / Sergey Lenkov, Konstantin Borjak, Gennady Banzak, Vadim Braun, etc.; under edition S. V. Lenkov. Odessa: Publishing house «ВМВ», 2014. 252 p.

МЕТРОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕРМОПАРНОГО ВАКУУМЕТРА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТОРЦЬОВИХ УЩІЛЬНЕНЬ

**Чеховський С. А., д.т.н., професор, Піндус Н. М., к.т.н., доцент,
Шаар Мурад, здобувач вищої освіти
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м Івано-Франківськ**

Торцьові ущільнення вперше почали використовуватися в 1885 році. Від того часу вони широко застосовуються в нафтопереробній, нафтохімічній, хімічній, автомобільній, атомній, харчовій та інших галузях промисловості в роторних насосах, відцентрових і осьових компресорах. У загальному випадку до недоліків існуючих торцьових ущільнень можна віднести:

- втрати рідини, яка перекачується і забруднення навколишнього середовища;
- короткий термін служби внаслідок зношування пари тертя;
- низька стабільність при зміні режиму роботи;
- значні енергетичні затрати на тертя;
- допоміжна система.

Розглянуто особливості індукційної вакуумної печі для спікання керамічних кілець торцьового ущільнення насоса ЦНС 90-1100 та її систему охолодження, як об'єкту контролю, визначено метрологічні характеристики засобів вимірювання на основі аналізу робочих режимів спікання:

1) швидкість нагрівання ($^{\circ}\text{C}/\text{хв}$). Нормальною вважається швидкість нагріву $20\text{-}40\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{хв}$. Існують спеціальні установки, які використовують для дослідження матеріалів електронної промисловості, що дозволяють отримувати швидкість нагрівання до $300\text{-}500\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{хв}$;

2) характер кривої нагрівання;

3) час витримки при температурі спікання;

4) швидкість охолодження;

5) характер кривої охолодження.

Для забезпечення робочих режимів здійснюється контроль ступені розрідження (вакууму) в об'ємі вакуумної печі.

Основним елементом вакуумних систем є насоси, які призначені для створення необхідного вакууму, а також для підтримки робочого тиску при здійсненні технологічного процесу.

При здійсненні процесу спікання необхідно створювати тиск в межах від 10^5 Па (атмосферний) до 10^{-5} Па і нижче [1].

Основні параметри вакуумних насосів: граничний залишковий тиск, швидкість дії, найвищий тиск запуску і випускний тиск.

Механічні форвакуумні насоси працюють в області середнього вакууму, тобто при тиску від 10^2 Па до 10^{-2} Па при швидкості дії порядку одиниць і десятків літрів за секунду [2].

При вимірюванні вакууму у високотемпературних печах найбільше поширення отримали термопарні вакуумметри.

Принцип дії теплових вакуумметрів ґрунтується на пропорційній

залежності теплопровідності газу від його щільності. Теплові вакуумметри поділяються на прилади опору і термопарні. Відомо, що молекули газу здатні при русі переносити теплоту від нагрітої нитки, розміщеної всередині вакуумного балона, до його стінок. При зниженні тиску теплопровідність газу зменшується і віддача теплоти нагрітим тілом також стає меншою.

Вакууметр працює наступним чином: нагрівник нагрівається струмом від джерела живлення, регулюється змінним резистором і вимірюється міліамперметром. Спай термопари підігрівается нагрівником і є джерелом ЕРС, яку вимірюють мілівольтметром.

Принцип дії термопарного вакуумметра полягає у тому, що при зниженні тиску газу його теплопровідність зменшується, а, отже, підвищується температура хрестоподібної перемички і змінюється ЕРС, по значенню якої, використовуючи градувальну криву, визначають тиск газу.

У термопарному вакуумметрі використано термопару хромель-копель. Хромель – це сплав нікелю з хромом (Ni-8.5-9.5%Cr) та іншими невеликими добавками, копель – це мідно-нікелевий сплав (Cu-42.5-44%Ni-0.1-1%Mn-0.1%C). Термопара використовується для інтервалу температур 220-1500 К.

Визначено похибки вимірювання термопарою та причини і фактори впливу на невизначеність результатів вимірювань температури: невизначеність вимірювання термо-ЕРС реєструючим приладом, клас допуску термопари, невизначеність калібрування термопари, зміна диференціальної чутливості термопари в часі (дрейф), проникнення сторонніх атомів до складу оригінальних сплавів, призводить до зміни властивостей оригінального сплаву і спотворення характеристичних кривих.

Основна вимога до контактних методів вимірювання температури – це мінімальна різниця між температурою ЧЕ термометра та температурою об'єкта вимірювання.

Подаючи результат вимірювання температури, як фізичної величини необхідно кількісно оцінити точність. Без такої оцінки результати вимірювань неправомірно порівнювати [2].

Метрологічний аналіз термопарного вакуумметра, який використовується для забезпечення технологічного процесу виготовлення торцьових ущільнень проведено із застосуванням теорії інформації на основі ентропійного коефіцієнту.

Розрахунок результуючої похибки проводився як обчислення похибки, яка включає в себе всі складові похибок конструктивних елементів приладу. Значення похибки становить 0,46% при довірчій ймовірності 0,94 [3].

Література

1. Кісіль, І. С. Метрологія, точність і надійність засобів вимірювань : навч. посіб. / І. С. Кісіль. Івано-Франківськ: Факел, 2002. 400 с.
2. Дорожовець М., Мотало В., Стадник Б., Василюк В., Борик Р., Ковальчик А. Основи метрології та вимірювальної техніки: навчальний посібник. Львів: Львівська Політехніка, 2005. 532 с.
3. Y. Kuchirka, A. Vynnychuk, N. Pindus, N. Klochko. Measurement of physical quantities: college textbook. Ivano-Frankivsk: IFNTUOG, 2020. 101 p.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ОСЬОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА АВТОШЛЯХАХ

**Подлесна К.І., студентка, Боряк К.Ф., д.т.н., професор,
Манзарук М.О., старший викладач
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса**

Метою впровадження WIM-приладу є збір даних про масу і осьового навантаження транспортних засобів в реальному часі. Ці дані можуть використовуватися для контролю за перевищенням нормативних габаритно-вагових параметрів, а також іншими інтелектуальними транспортними системами (ІТС) для моніторингу дорожнього руху, проектування доріг, планування технічного обслуговування доріг, планування дорожнього руху і т.п.

Майданчик для розміщення WIM-приладу складається з опорної конструкції або надземного пішохідного переходу, датчиків, вбудованих в дорожнє покриття, апаратної шафи з електронним обладнанням, камери для автоматичного розпізнавання номерних знаків (ANPR), камер загального огляду і лазерних сканерів.

Методологія опису процесу зважування транспортного засобу (ТЗ), а саме: визначення кількості осей, навантаження на одинарні осі, навантаження на групу осей та на вісь в групі, загальної маси ТЗ, фронтальної фотографії ТЗ, фіксація та розпізнавання державного номерного знаку.

Частота коливань кузова (підресореною маси), що залежить від маси, типу і розміщення вантажу, типу підвіски згідно з літературними даними становить 1 ... 3 Гц. Частота коливань елементів двигуна на його пружному підвісі від 10 до 60 Гц [2].

З огляду на те, що період коливань найменшою за частотою і найбільшою за амплітудою складової на один-два порядки перевищує час одиничного вимірювання динамічних сил впливу коліс на дорогу, можна очікувати, що результат вимірювань буде в великій мірі залежати від амплітуди і форми коливань. Дорожнє полотно вносить істотний внесок в результат вимірювань, оскільки є і збудником, і гасителем коливань проїжджаючих по ньому АТС.

Вимоги, що пред'являються до вантажному транспорту, завжди були більш жорсткими, ніж до інших категорій. Не став винятком і техогляд вантажних автомобілів. Перш за все він обов'язковий.

Потрібно відзначити, що вантажні автомобіля повинні проходити щорічно техогляд відповідно до категорій N1, N2, N3. Відмінності між ними полягають в максимальній вантажопідйомності.

В міжнародній практиці серед динамічних методів використовують дефлектометри падаючого вантажу (FWD), дефлектометри колісного навантаження (RWD), та високошвидкісні установки вимірювання прогину (HSD). Дані методи і технічні засоби отримали широке розповсюдження в Голландії, Фінляндії, Данії, Швеції, Франції, Великобританії, США і багатьох інших країнах. Серед установок, що використовують імпульсне навантаження

від падаючого вантажу (FWD), можна відмітити такі як DYNATEST 8000 FWD, DYNAPLAQUE 2, CarlBro PRI 2100 FWD та ін.

В Україні для повірки WIM-приладу використовується вантажний автомобіль із еталонними гирями IV розряду, який на фіксованій швидкості (відповідно у 30, 60, 90 км/год) щонайменше по 5 разів перетинає систему датчиків WIM-приладу та звіряє покази датчиків WIM-приладу із розрахунковими значеннями динамічних зусиль від дії еталонного вантажу. Такий метод вимірювання динамічних зусиль на датчики не може позбутися складової похибки від впливу підвіски вантажного автомобіля, яка цілком залежить від технічного стану конструкції самої підвіски, та іншої складової похибки від технічного стану дорожнього полотна безпосередньо біля датчиків під час процесу вимірювання. Ці дві невід'ємні складові у сукупності із похибкою самих ЗВТ можуть збільшити значення загальної похибки вимірювання, як показала практика, до 30%, що є неприпустимим для повірки WIM-приладу.

Ми пропонуємо змінити цей метод навантаження датчиків WIM-приладу іншим, із застосуванням того ж самого (або будь-якого іншого) вантажного автомобіля із еталонними гирями (або завантаженого чимось іншим за масою вантажем), але на якому встановлено на рамі автомобіля спеціальне технологічне обладнання для відтворення та вимірювання динамічних зусиль навантаження датчиків WIM-приладу в статичному положенні вантажного автомобіля. Таким чином, вантажний автомобіль під час вимірювання динамічних зусиль стоїть нерухомо на місці і розташовано над датчиками, що випробовуються за допомогою спеціального навантажувального обладнання та еталонних ЗВТ. Завдяки такому запропонованому методу вимірювання вдається уникнути впливу двох складових частин у загальній похибці вимірювання, а саме: позбутися залежності від технічного стану підвіски вантажного автомобіля та дорожнього полотна біля датчиків. Остається третя складова частина у загальній похибці, яка вирішується застосуванням відповідних робочих еталонів ЗВТ для повірки датчиків WIM-приладу, що цілком реально вкlastися у нормований діапазон.

Література

1. *Praktyka u voprosi metrologyu raboti avtomaticheskyyh postov vesovogo u gabarytnogo kontrolja avtotransporta.* Senjanskyj M.V. Sajt fyrmi TENZO-M. URL: <https://www.tenso-m.ru/publications/408/> (дата звернення: 25.05.2021).
2. *Standard Specification for Road Checkweighing Systems, Including Environmental Requirements and Test Methods.* ASTM E-1318-09 standard, USA.
3. Красиков О.А. Особливості розрахунку та оцінки міцності нежорстких дорожніх одягів на існуючі розрахункові осьові навантаження / О.А. Красиков // ДОРОГИ І МОСТИ. 2015. Вип. 33/1. С. 112–128.

СЕКЦІЯ 3
ІННОВАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО -
ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ТА СУЧАСНІ
ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЯКІСТЬ ЖИТТЯ ЛЮДИНИ

**Габер А.А., к.т.н., доцент, Шевельова І.О., старший викладач,
Габер В.С., аспірант**
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса

Життєдіяльність сучасного українського суспільства тісно пов'язана з інформаційними і телекомунікаційними технологіями. Існує величезна кількість організацій, що спеціалізуються на тій чи іншій галузі комп'ютерних технологій. Ще 20-30 років тому людство і уявити не могло, що комп'ютер може вміститися на долоні, а звичайний мобільний телефон буде підтримувати набагато більше функцій, ніж перші комп'ютери. Сучасні інформаційні технології орієнтовані на застосування найширшого спектру технічних засобів електронно-обчислювальних машин і засобів комунікацій [1].

Метою статті є проведення аналізу щодо впливу інформаційних технологій на якість життя людини.

Інформаційні технології тепер охоплюють всі сфери життя: будь то в області комунікації та інформації, в освіті та дослідженнях, у сфері праці, в охороні здоров'я, в політичному житті, в мобільності, в області людських ресурсів, маркетингу або фінансового світу. В останні роки технічний прогрес знову прискорився. Можна припустити, що ця швидкість знову значно збільшиться в ході розвитку штучного інтелекту.

Технологічний розвиток пов'язаний з величезним потенціалом, але в той же час йде поруч з глибокими соціальними, політичними та економічними змінами. Це призводить до широкого спектру наслідків – як для суспільства в цілому, так і для повсякденного життя окремої людини.

Гуманне використання інформаційних технологій вимагає хорошого розуміння як технічних, так і соціальних аспектів технологій. На основі цього можуть бути розроблені рішення, які служать людям. З огляду на швидкий розвиток інформаційних технологій, що зачіпає всі сфери життя і йде поруч з ще більш далекосяжними соціальними змінами. Нововведення в технічній сфері збільшують свободу і незалежність людини, але – в той же час вони змінюють наші звички і нашу поведінку. Потрібно розуміти «гуманне використання» як підхід, який протидіє цим внутрішнім протиріччям.

Мета полягає не в тому, щоб домогтися максимальних вигоди за рахунок розробки і використання нових технологій, але також в створенні доданої вартості для суспільства. Це виражається в тому, що інформаційні технології підвищують якість життя – наприклад, у формі більшої свободи, здоров'я, дозвілля, культури і участі – для суспільства в цілому і його окремих частин.

Потрібно розглядати інформаційні технології як інструмент для поліпшення умов життя і сприяти тому, щоб ця мета була включена в процес прийняття рішень відповідальними особами в державі, економіці, науці і суспільстві. Гуманізація повинна мати пріоритет перед раціоналізацією і функціоналізацією.

Йдеться перш за все не про технології в сенсі машин і пристроїв, а про методи і процеси їх застосування, тобто про технології. Це включає в себе безліч різних прикладних систем і програм для передачі інформації та обміну інформацією.

Треба прагнути, щоб інформаційні технології використовувалися не тільки для раціоналізації робочих процесів, але, перш за все, для поліпшення якості життя якомога більшої кількості людей. Крім чисто технічних програм, інформаційні технології повинні бути інструментом, що дозволяють зробити світ у великому і малому масштабі більш гуманним.

Вплив інформаційних і комунікаційних технологій на умови життя сучасних людей надзвичайно великий. В даний час основна увага приділяється раціоналізації і функціоналізації економіки. Основні питання людського існування: харчування, житло, здоров'я, безпеку, контакт з іншими, вдячність і особистий розвиток отримують нову якість: важливо сформулювати і енергійно реалізувати людські цілі щодо використання інформаційних технологій. Особливо важливим потрібно зробити спілкування більш гуманним в тому сенсі, що всі люди мають вільний доступ до засобів масової інформації, засоби масової інформації представляють собою гідний спосіб інформатизації людства і не перетворюються на комерційні цілі. Інформаційні та комунікаційні технології повинні служити людям і в той же час навчати і формувати їх з точки зору гуманності.

Кінцева мета людей – щастя. Однак те, що становить щастя і уникнення страждань або, кажучи більш нейтрально, якість життя, було неясно від Аристотеля і Епікура до сьогоденного нейробіологічного погляду на щастя. Ключові твердження про якість життя важко перевести в конкретні інструкції до дії, і вони часто представляють собою прості для розуміння, інтуїтивно зрозумілі гасла, а не розбиваються на реальні потреби людей та конкретні ситуації. Розуміння якості життя – необхідна умова для використання технологій на благо людей і вимірювання прогресу.

Велика кількість ініціатив намагається управляти інформаційними технологіями на благо людства. У таблиці 1 показані кілька активно обговорюваних досягнень.

Таблиця 1 – Організації, що займаються темою інформаційних технологій та якості життя [2]

Ініціатива / організація	Основні положення про якість життя
Принципи штучного інтелекту Asilomar The Future of Life Institute	Штучний інтелект для благополуччя, сенсу життя і етичних цінностей (гідність, права, свобода, безпека і культурне розмаїття) Володіння (ШІ), відповідальність розробників, відстеження рішень ШІ, право людини контролювати особисті дані, свобода прийняття рішень людьми, відкрите співробітництво між дослідниками ШІ, підготовка до машинного суперінтелекту Користь і процвітання для всіх, підтримка громадського порядку, запобігання гонки озброєнь, зв'язок науки і політики
Дизайн з дотриманням етичних норм IEEE. Бачення пріоритету благополуччя людини за допомогою автономних та інтелектуальних систем	«Вищі ідеали людського благополуччя» через автономні і інтелектуальні системи: благополуччя, права людини, рівність, свобода, гідність, відповідальність, прозорість, конфіденційність, недопущення зловживань

Асоціація стандартів IEEE	Контроль над особистими даними, свобода вибору для людей, відстеження рішень ШІ
Всесвітній економічний форум	Доступ до мережі, відповідальне корпоративне управління, грамотна політика, стійкість до втручання, надійна цифрова ідентичність, використання даних, конфіденційність
ОЕСД переходить на цифрові технології	Дохід, власність, робочі місця, здоров'я, освіта та професійна підготовка, баланс між роботою та особистим життям, громадянська активність, управління, соціальні відносини, навколишнє середовище, особиста безпека, житло, суб'єктивне благополуччя
Європейська комісія	Права: гідність, свобода, демократія, рівність, цивільні права Принципи: на благо, а не на шкоду, автономія людини, справедливість, прозорість, безпека. Цінності (приклад): інформовану згоду, рівні можливості, навколишнє середовище, самовизначення

Стандарт IEEE для «етично узгодженого дизайну» надає приємні конкретні рекомендації з організаційної реалізації етичних цілей, але, як і інші ініціативи, залишається надзвичайно розпливчастим щодо самих цілей і не визначає такі терміни, як автономія або гідність. Цілі проекту ОЕСД «Going Digital» набагато конкретніші, але спрямовані на забезпечення того, щоб у всіх людей були рівні можливості для розвитку і використання інформаційних технологій, і тому засновані на технологічному прогресі для всіх, а не про щастя людей. Таким чином, ОЕСД в значній мірі ототожнює технологічний розвиток і якість життя [2].

Висновок. Інформаційні технології постійно присутні в житті будь-якої людини, їх застосовують для: виконання обчислень, що потребують значних затрат часу; створення комп'ютерних моделей об'єктів і проведення комп'ютерних дослідів; забезпечення роботи різноманітних автоматів і роботів; забезпечення зберігання та опрацювання великих обсягів даних; забезпечення швидкого обміну даними; керування промисловою та побутовою технікою з використанням убудованих комп'ютерів; підтримки вивчення навчальних предметів і дисциплін; організації дистанційного навчання, тим самим полегшуючи та прокрашуючи життя людини в цілому.

Література

1. Євтушенко Н.С., Твердохлебова А.С. Вплив інформаційних технологій на життя людини. *Безпека людини у сучасних умовах*: матеріали ІХ Міжнародної науково-методичної конференції та 121-ї міжнародної конференції EAS. Харків: НТУ «ХП», 2017. С. 191–194
2. Hubert Österle, *Leben mit maschineller Intelligenz / Life Engineering /Print ISBN: 978-3-658-28334-6/ Electronic ISBN: 978-3-658-28335-3 / Copyright-Jahr: 2020.*

АЛГОРИТМ АДАПТАЦІЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНКИ ДОСТОВІРНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДАНИХ В КАНАЛАХ АСУТП

Бондар І. І., Мунтян С. С., студенти
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса

Вступ. Недостовірна вихідна інформація з'являється при повній або частковій відмові інформаційно-вимірювального каналу. В даний час виявлення повних відмов досить легко реалізується технічними і програмними засобами діагностики [1].

Виявлення часткових відмов є досить складним завданням, тому традиційні методи, засновані на апаратурній і інформаційній надмірності, не в повній мірі здатні її вирішити через проблеми, що виникають при залученні додаткового дорогого обладнання і неможливості опису реально існуючого технологічного процесу точною математичною моделлю.



Рисунок 1 – Алгоритм адаптації математичної моделі

Основні проблеми при створенні точної математичної моделі виникають через похибки датчиків вимірювання технологічних параметрів, їх невисокої надійності, відмов каналів зв'язку, великого запізнювання при передачі інформації за рівнями управління, відсутності можливості вимірювання параметрів у всіх точках технологічного процесу, необхідних для адекватної роботи математичних моделей. Все це призводить до зайвої ідеалізації моделі складного технологічного процесу [2, 3].

Мета роботи. Для оцінки достовірності пропонується використовувати порівняння виміряного значення параметра з його значенням, розрахованим за математичної моделі. Однак параметри реального процесу є нестационарними, що призводить до помилок при розрахунках по моделі. Для усунення зазначеного недоліку необхідно застосовувати методи адаптації. Пропонований алгоритм адаптації моделі технологічного процесу, представлений на рис. 1, дозволяє виробляти адаптацію математичної моделі в реальному часі.

Алгоритм починає роботу з збору поточних параметрів A_j , B_j , C_j , необхідних для складання математичної моделі і розрахунку значення контрольованого параметра P_j . Одночасно відбувається зняття значення контрольованого параметра з резервованих датчиків D_i , D_{i+1} . У подальшій обробці бере участь тільки ті значення, які є достовірними D_{id} . Достовірність отриманих значень перевіряється окремою експертною системою, де можуть використовуватися попередньо накопичені статистичні дані. При першому вимірюванні передбачається, що датчик гарантовано видає достовірне значення. Розбіжність значень отриманих від достовірного датчика і розрахованого за допомогою математичної моделі є параметром адаптації K_s . Отриманий параметр адаптації застосовується для розрахунку адаптивного значення в наступний момент опитування датчиків.

Висновки. Параметр адаптації постійно коригується, адаптуючи математичну модель в реальному часі. Параметр адаптації K_s змінюється на кожному кроці вимірювань, забезпечуючи підвищення точності розрахунків по математичній моделі. Таким чином, запропонований алгоритм адаптації математичної моделі дозволяє підвищити достовірності технологічної інформації в резервованих каналах АСУТП.

Література

1. Глуценко П. В. Техническая диагностика: учебное пособие. М.: Вузовская книга, 2004. 248 с
2. Афанасьев О. В. Теория и практика моделирования сложных систем. учебное пособие. / О. В. Афанасьев, Е. С. Голик. СПб.: Сев.-Зап. ГЗТУ, 2005. 256 с.
3. Абрамов И. Г. Компьютерные технологии в автоматизированных системах управления электроснабжением : учеб. пособие / И. Г. Абрамов, А. И. Кузнецов. Харьков: ХНУМГ, 2008. 143 с.

ПЕРСПЕКТИВИ І ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

**Кордіяка Ю.М., к.т.н., Байцар Р.І., д.т.н., професор
Національний університет «Львівська політехніка»,
м. Львів**

Сучасний період інновацій, коли цифрові технології радикально змінюють цілі галузі промисловості швидкими темпами і розвивається новий тип виробництва, який ґрунтуватися на автоматизованих системах управління, технологіях доповненої реальності та Інтернеті речей, є впевненим становленням епохи четвертої промислової революції і логічним продовженням міжнародної концепції постійного розвитку. Характерною особливістю четвертої промислової революції є поєднання фізичної, цифрової та біологічної сфер людської життєдіяльності, що сформувався при вивченні здобутків усіх попередніх промислових революцій [1]. Згідно визначеного напрямку розвитку, основними елементами четвертої промислової революції будуть суцільні інновації, які кардинально змінять спосіб життя людини. Проте, ключові технології четвертої промислової революції стимулюють процес глобалізації та можуть привести до уніфікації людського потенціалу пізнання та стандартизації його свідомості. Тому, в контексті отриманих здобутків і очікуваного глобального покращення тривалості та якості життя, важливим є питання дослідження існуючих перешкод та тенденцій розвитку четвертої промислової революції.

На сьогоднішній день, Інтернет речей є найпоширенішим напрямом активного впровадження інформаційно-технічних інновацій, тому метою статті є вивчення особливостей його становлення для визначення актуальних проблем та формування підходів до ефективного впровадження нових технологій.

Формуванням Інтернету речей аналітики вважають період з 2008 по 2009 рік, так як, за їхніми оцінками, саме в цьому проміжку кількість пристроїв, підключених до глобальної мережі, перевищила чисельність населення Землі, тому Інтернет людей став Інтернетом речей [2]. Починаючи з 2011 року Інтернет речей переходить в загальний цикл розвитку нових технологій. У 2018 році кількість пристроїв, підключених до глобальної мережі, не тільки перевищила чисельність населення, а й перевищила кількість мобільних телефонів у світі, а до 2022 року їх число сягне 18 млрд і в майбутньому зростатиме [3].

Такому прогресу сприяє поширення методів радіочастотної ідентифікації, бездротові сенсорні мережі, комунікації малого радіусу дії і можливості міжмашинної взаємодії, які, інтегруючись з Інтернетом, дозволяють забезпечити простий зв'язок різних технічних пристроїв («речей») в необмеженій кількості.

Для визначення поняття «Інтернету речей» використовують наступні узагальнення: це пристрої та фізичні об'єкти, оснащені електронними компонентами (сенсорами та виконавчими механізмами), що підключені до Інтернету й об'єднані в мережу; це технології, стандарти та додатки, які дозволяють фізичним об'єктам підключатися до Інтернету, інтегруватися в комп'ютерну мережу, щоб збирати і опрацьовувати та зберігати інформацію, обмінюватися даними з іншими пристроями; це структура, що складається з

окремих мереж, у якій люди взаємодіють з пристроями, а пристрої взаємодіють між собою, автоматично реагують на зміну навколишнього середовища й можуть приймати рішення без участі користувача [4].

Інтернет речей ґрунтується на трьох базових принципах, котрі реалізуються на основі визначеного технологічного підходу: поширену комунікаційну інфраструктуру, глобальну ідентифікацію кожного об'єкта, можливість кожного об'єкта відправляти і отримувати дані за допомогою персональної мережі або мережі Інтернет, до якої він підключений.

Концепція мереж наступного покоління представлена можливістю комунікації людей у будь-який час і усіх точках простору. Концепція Інтернету речей охоплює ще один напрям – комунікацію будь-яких приладів і речей.

Виділимо основні характеристики Інтернету речей [5].

- **Взаємозв'язок.** Всі пристрої «спілкуються» через глобальну або локальну інфраструктуру інформаційного обміну.
- **Сервіси, орієнтовані на пристрої.** Інтернет речей здатний забезпечити узгодженість між фізичними об'єктами реального світу і їх інформаційним поданням у віртуальному просторі і об'єднати фізичні пристрої з урахуванням правил і обмежень.
- **Сумісність.** Пристрої в системі неоднорідні за визначенням і можуть належати різним мережам і апаратним платформам, що не є перешкодою до взаємодії.
- **Динамічність.** Стан пристроїв змінюється постійно: включення і виключення, контекстна і технологічна інформація, включаючи місце розташування і швидкість. Кількість підключених пристроїв також може динамічно змінюватися.
- **Масштабність.** Кількість пристроїв, які будуть «спілкуватися» і отримувати керуючий вплив в десятки разів перевищить кількість вузлів в поточній мережі Інтернет. Очевидно, що кількість комунікацій, які можуть бути створені пристроями, радикально перевищить можливе число з'єднань, ініціаторами яких виступають люди. Тому на перший план виходять питання інтерпретації даних, з метою їх подальшого застосування.

Для практичної реалізації всі навколишні предмети і пристрої повинні бути забезпечені мініатюрними ідентифікаційними і сенсорними (чутливими) пристроями. Тоді при наявності необхідних каналів зв'язку з ними можна не тільки відслідковувати ці об'єкти і їх параметри в просторі і в часі, але й керувати ними, а також впроваджувати інформацію про них в загальну «розумну планету».

Головним завданням при цьому є однозначна ідентифікація кожного елемента. З огляду на необхідну розрядність найкраще для цього підходить унікальна IPv6 адреса, що виділяється кожному пристрою в сучасних мережах. Ідентифікатор використовується не тільки для маршрутизації пакетів, але і для зіставлення з фізичними параметрами пристроїв. Розумні об'єкти, що мають унікальний ідентифікатор в залежності від конструкції, здатні не тільки передавати потоки даних, що збираються сенсорами, а й здійснювати передачу команд для зміни стану підключених до них пристроїв. Велика увага при розробці приділяється встановленню з'єднання і роботі мереж, оскільки Інтернету речей не існувало б без надійних технологій передачі даних з

найвіддаленіших і несприятливих областей в найбільші центри збору інформації.

Активно використовуючи величезні масиви інформації, люди стають більш залежними від цифрових технологій. Проте, крім звичайних фізичних юридичних осіб, очікується поява осіб електронних (оскільки роботи з штучним інтелектом прийматимуть управлінські рішення, то доцільно враховувати і їхню відповідальність). Прискореними темпами розвивається нове кіберфізичне виробництво гібридних продуктів, що поєднують властивості товарів та послуг, виробництво самоорганізоване, кероване штучним інтелектом, у якому людина усунена від прийняття рішень. Фізична і розумова праця, що піддається алгоритмізації знецінюється, проте, більшого значення набувають творчі професії. При цьому промисловість «майбутнього» ґрунтується на повністю інтегрованих мережах виробничих систем. Первинною ланкою старт-промисловості є старт-підприємства, де керовані комп'ютером системи контролюють фізичні процеси, створюють їх віртуальні копії і приймають децентралізовані рішення, засновані на самоорганізації. Отже, «розумна фабрика» є кроком уперед від більш традиційної автоматизації виробничих процесів до повністю інтегрованої та гнучкої системи, яка збирає і використовує потоки даних від сполучених операційних і виробничих систем та може самостійно навчатися і пристосовуватись до нових вимог, у тому числі запитів різних споживачів [6]. Таке підприємство здатне здійснювати моніторинг й управляти матеріально-технічним забезпеченням, транспортними засобами, підготовкою виробництва, самим виробництвом, контролювати стан обладнання, безпеку і здоров'я персоналу, якість виготовленої продукції тощо.

Питання становлення і подальшого розвитку Інтернету речей виходить за рамки окремих систем і потребує вирішення на регіональному, національному і міжнародному рівнях актуальних проблем:

- технічних: поліпшення показників швидкості передачі, надійності та покриття мережі мобільного зв'язку, подальший розвиток новітній цифрових технологій, забезпечення цифрової безпеки;
- економічних: збільшення обсягів і підвищення продуктивності досліджень, інновацій та інвестицій, перебудова систем підготовки та перепідготовки персоналу;
- організаційних: стандартизація систем, платформ, протоколів; зміни в організації роботи, що враховують особливості нових кіберфізичних бізнес-моделей;
- юридичних: створення загальної правової бази для підтримки поширення Інтернету речей та гармонізації законодавства різних країн.

Використання Інтернету речей у всіх сферах людської діяльності має великий потенціал, але разом з тим навіть часткова реалізація прогресивних ідей щодо створення кіберфізичного простору ставить питання правильної взаємодії пристроїв між собою, тому що алгоритми роботи «розумних» технологій чутливі до методологічних розбіжностей сприйняття вхідних даних між технічними засобами. Ефективність «розумних» технологій залежить не тільки від достатнього обсягу використаної інформації, але і від її достовірності та точності. Поширення технологій, підключених до глобальної мережі Інтернет, що базуються на принципі взаємодії у реальному часі, робить

інтелектуальні системи вразливими до кібератак.

У сьогоденнішніх реаліях, Інтернет речей ще не дістав повного впровадження, а існує у вигляді окремих елементів. Така ситуація зумовлена суттєвими перешкодами та пов'язаними з цим ризиками. Виділяють технічні, соціально-економічні та інституційні перешкоди на шляху розвитку Інтернету речей.

Технічні перешкоди обумовлені проблемами з комп'ютерними мережами, їх сумісністю та безпечністю. Безперервний потік даних між машинами і віддаленими комп'ютерними системами в рамках Інтернету речей потребує ліній зв'язку на далекій відстані з високою пропускнуою здатністю, проте міська розвинена телекомунікаційна інфраструктура тут є обмеженою. Для повного розкриття потенціалу промислового Інтернету важливо забезпечити розв'язання проблем сумісності відповідних пристроїв і систем за допомогою розробки відкритих стандартів, а також упровадження комп'ютерних платформ, на базі яких різні системи Інтернету речей можуть взаємодіяти [1, 5]. Важливою технічною проблемою є також необхідність подальшого збільшення швидкості та зниження вартості передачі даних як на короткі, так і на далекі відстані, їх зберігання й опрацювання, а також поліпшення технічних характеристик і зменшення вартості необхідних пристроїв для Інтернету речей.

Соціально-економічні перешкоди, насамперед, пов'язані з людським капіталом. Впровадження систем Інтернету речей потребує висококваліфікованого персоналу. Наростає потреба оновлення системи підготовки кадрів для ринку цифрових вакансій для набуття потрібних компетенцій (конструкторів робототехніки, менеджерів з модернізації комп'ютерних мереж, інженерів систем безпеки цих мереж, спеціалістів з великих даних, просунутої аналітики та ін.) [6]. Створення і розвиток професійної підготовки потрібних спеціалістів у сфері Інтернету речей є непростим стратегічним завданням кожної країни. Проблеми виникають також із значними витратами на придбання, накопичення та обслуговування необхідного фізичного й особливо цифрового капіталу (цифрових матеріальних і нематеріальних активів), який відповідає технологічним вимогам Інтернету речей [1].

Інституційні перешкоди для розвитку Інтернету речей пов'язані з несвідомим та несприятливим середовищем політичних й економічних інститутів, що пристосовують економічний устрій суспільства під цілі збагачення вузької групи владних еліт за рахунок інших і зміцнення їх влади на основі набутих економічних переваг [7]. В основі ефективності Інтернету речей лежить доступ та відкритість на збирання та передачу великих даних, при цьому необхідним є вихід за межі однієї держави. Проте, такий підхід суперечить національними інтересами окремих країн. Один із можливих шляхів розв'язання цієї проблеми є перехід від відкритості Інтернету речей у системі ненадійних глобальних зв'язків, які зазнають помітного політичного впливу, до взаємовигідного співробітництва та відкритості в системі регіональних і багатосторонніх економічних відносин, де політичний чинник можна контролювати.

Подолання вказаних перешкод суттєво розширить можливості Інтернету речей і прискорить впровадження інновацій четвертої промислової революції у

світі. Проте ці процеси відкривають не тільки нові можливості, але і створюють певні ризики із негативними наслідками, які потрібно вивчати та мінімізувати. Серед таких ризиків слід виділити загострення проблем зайнятості та нерівності через зростання важливості високооплачуваної кваліфікованої праці. Аналітичне дослідження понад 2000 спеціальностей у рамках 800 різних професій свідчить, що близько половини відповідної праці може бути замінено на машини на основі застосування вже відомих технологій, тому характер людської праці змінюється і переваги надаються творчому персоналу, що спроможний розробляти й обслуговувати нові технології [6].

Виділяють також ризики безпеки, конфіденційності й інтелектуальної власності, оскільки комп'ютерна інтеграція виробничих процесів, поєднання виробників із розробниками, постачальниками, реалізаторами та споживачами через Інтернет створює широке поле для зростання різного роду правопорушень і злочинів. Для підприємств постає проблема збереження і підтримання цілісності даних та захисту прав інтелектуальної власності. У окремих людей виникає питання недоторканості приватного життя, а для суспільства постає загроза згорання демократії. Очевидно, що кіберфізичні системи мають підтвердити високий рівень безпеки ще перед тим, як вони перейдуть на стадію широкого практичного застосування.

Науковці також звертають увагу на екологічні ризики, оскільки виробництво компонентів пристроїв Інтернету речей потребує великих обсягів первинних матеріалів [8]. Постійно зростають обсяги електронних відходів, що потребують утилізації. У цілому для виробництва електронних схем та напівпровідників, що використовуються в комп'ютерних материнських платах та екранах, необхідні великі обсяги енергії, які призводять до збільшення глобальної емісії вуглекислого газу. Проте, потрібно врахувати і той факт, що нові технологічні й організаційні можливості впровадження Інтернету речей у передових галузях промисловості, можуть сприяти десятикратному скороченню викидів цього газу порівняно з обсягами, які утворюються при виробництві самих пристроїв Інтернету речей [5].

Як висновок, у світі активно зростає потреба у підключенні сенсорів та виконавчих механізмів до Інтернет-мережі, що формує вимоги до створення відповідних пристроїв Інтернету речей та реалізації особливих вимог, які ставить концепція промислового Інтернету речей. Промислові технології Інтернету речей лежать в основі концепції четвертої промислової революції, що виводить промислові підприємства на новий рівень розвитку, сприяє зростанню ефективності їх функціонування, росту продуктивності, тощо. З огляду на це, сучасний фахівець у галузі інформаційних технологій повинен володіти відповідними знаннями та вміннями для провадження інженерної діяльності в процесах створення інформаційно-телекомунікаційних технологій, розробки пристроїв та систем Інтернету речей.

Ми стоїмо на порозі великих змін, які впливають на людську особистість та формування суспільних відносин.

Важливо зазначити, що Інтернет речей подається провідними компаніями не як засіб заміни значимості ролі людини у світі, а як інструмент кардинального поліпшення умов її життя в усіх проявах. Ця позиція неоднозначна і потребує детальних аналітичних наукових досліджень. З одного

боку, у житті людей стане менше місця для побутових проблем, а значить – більше часу можна буде приділяти сім'ї, творчості, хобі. Підключені до Інтернету пристрої також раціонально керувати доступними ресурсами. Відмовившись від надмірного споживання, людство отримає взамін можливості ефективно працювати в середовищі, яке постійно вдосконалюється. Важливо відзначити, що зміниться не тільки життя окремих людей, а й цілих індустрій. Проте, з іншого боку, є серйозні ризики. Головний з них – це питання безпеки, що вирішується радикальним чином: жорсткі правила і нормативи, а також спеціальні протоколи. Відсутність чинних ефективних стандартів і правил для захисту автономних мереж дещо сповільнює впровадження Інтернету речей у повсякденне життя. Важливо відзначити, що над вирішенням існуючих проблем галузі працюють наукові та провідні технологічні інститути, бо враховані переваги Інтернету речей настільки великі, що його становлення уже почалося, а подальші процеси неможливо зупинити, оскільки він є офіційною стратегією розвитку провідних країн світу.

Технології Інтернету речей є найпотужнішим стимулюючим чинним для інноваційного розвитку нанотехнологій, мікроелектроніки, напівпровідникових технологій, мікромініатюризації виконавчих пристроїв, телекомунікацій, радіотехнологій, програмних обчислювальних засобі, тому постає гостре питання формування державної стратегії розвитку та інтенсивних наукових досліджень у цій галузі.

Література

1. Четверта промислова революція: зміна напрямів міжнародних інвестиційних потоків: монографія/ за наук. ред. д.е.н., проф. А.І. Крисоватого та д.е.н., проф. О.М. Сохацької. Тернопіль: Осадца Ю.В., 2018. 478 с.
2. Перри Ли. Архитектура интернета вещей / пер. с англ. М. А. Райтмана. М.: ДМК Пресс, 2019. 454 с.
3. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю. Интернет вещей: учебное пособие. Самара: ПГУТИ, 2015. 200 с.
4. Технології індустрії 4.0: веб-сайт. URL: <https://pupenasan.github.io/II40/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86/intro.html>
5. Вишневський В.П., Вієцькан О.В., Гаркушенко О.М., Князев С.І., Лях О.В., Чекіна В.Д., Череватський Д.Ю. Смарт-промисловість в епоху цифрової економіки: перспективи, напрями і механізми розвитку: монографія / за ред. акад. НАН України В.П. Вишневського. Київ: НАН України, Інститут економіки промисловості, 2018. 192 с.
6. INDUSTRIE 4.0 - розумне виробництво майбутнього. Державна Ні Tech стратегія Німеччини до 2020 року. URL: <https://controlmarket.com.ua/blog/industrie4-smart-manufacturing-for-the-future>.
7. Грингард С. Интернет вещей. Будущее уже здесь: монография. – Москва: Альпина Паблишер, 2016. 188 с.
8. Медиковський М.О., Ткаченко Р.О., Цмоць І.Г. та ін. Інтелектуальні компоненти інтегрованих автоматизованих систем управління: монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. 315 с.

РОЗРОБКА РЕГУЛЯТОРА ПАРАМЕТРА СИСТЕМИ НА БАЗІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Сорока С.В., к.фіз.-мат.н., старший викладач, Волянський С.В., старший викладач, Постарніченко К.Ю., студент
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса

Вступ. Структура більшості систем регулювання та стабілізації параметрів (у тому числі й з використанням мікропроцесорної техніки), що на сьогодні має місце в електроенергетичній системі, подібна до традиційних локальних систем з ПД–методом управління і не може забезпечити оптимальне управління та прийняття адекватних рішень без математичного опису системи. Відомі системи з прогнозним (упередженим) керуванням та так звані «робастні» (безвідмовні) системи теж вимагають наявності детермінованого причинно-наслідкового зв'язку між вхідними і вихідними параметрами у вигляді математичних рівнянь, які для більшості промислових електротехнологічних процесів неможливо визначити. За відсутності достовірного математичного опису поведінки системи в умовах непрогнозованої зміни параметрів мережі неможливо оптимально встановити коефіцієнти управління класичного ПД-регулятора, який має працювати на нелінійне навантаження.

Нині одним із ефективних шляхів у вирішенні проблеми регулювання параметрів електроенергетичних режимів є розробка систем автоматизованого управління з використанням в них інтелектуальних методів на основі математичного апарата нечіткої логіки, які реалізують управління на основі змодельованих міркувань експерта і не потребують математичного опису поведінки системи [1].

Основи теорії нечіткої логіки. В наш час Нечітка логіка (НЛ) перетворилася на повноцінну методику управління. Вона використовується спільно з іншими методами управління, вдало доповнюючи їх. Нечітка логіка зовсім не замінює традиційні методи управління, а навпаки вона використовується спільно з традиційними методами і дозволяє спростити створення і розширити можливості традиційних методів.

Переваги базуються на наступному:

- формалізується і об'єднується досвід операторів і розробників в налаштуванні петель регулювання;
- пропонується простий метод управління для складних процесів;
- постійно враховується досвід з управління процесами даного типу, приймаючи до уваги різного роду виключення і особливості системи;
- враховуються вихідні дані різного роду і виконуються об'єднання різних вихідних даних [2].

Вона дозволяє систематизувати емпіричні знання і застосувати їх для управління процесами в разі труднощів із застосуванням класичних методів управління. Теорія нечіткої логіки дозволяє описати набори методів управління, які нескладно застосувати для реальної системи і дозволяє врахувати досвід операторів і технологів для динамічного управління процесом.

Термін “нечітка множина” (“fuzzy set”) вперше з'явився в 1965, коли професор Лютфі А. Заде (Lotfi A. Zadeh) з університету в Берклі (Berkeley), опублікував статтю під заголовком “Fuzzy sets”. В цей час він сформулював безліч теоретичних прийомів опису алгоритмів в цій області, після чого численні теоретики підхопили ідею і стали розробляти свої опису.

У той же час деякі дослідники почали застосовувати методи Нечіткої логіки для вирішення проблем, які вважалися складними. У 1975 році професор Мамдані (Mamdani) з Лондона розробив і опублікував методику управління двигуном парової турбіни.

Нечітка логіка базується на наступних спостереженнях:

- знання та вміння, які людина часто використовує для вирішення будь-якої проблеми, не є досконалими:
 - вони можуть бути сумнівними (людина може бути не впевнена в їх ефективності);
 - або неперевірені.
- людина часто вирішує складні проблеми на основі приблизних вихідних даних (точність вихідних даних при цьому не потрібні);
- у промисловості оператори дуже часто з легкістю вирішують досить складні і комплексні проблеми без попереднього опрацювання можливої проблеми і моделювання системи;
- чим складніше система, тим складніше її моделювання та прогнозування її поведінки під час роботи.

Із зазначеного вище можна зробити наступні висновки:

- часто простіше і корисніше моделювати поведінку оператора системи управління, ніж моделювати роботу самої системи;
- замість того, щоб використовувати точні математичні обчислення і рівняння, більш ефективно використовувати якісні оцінки ситуації і застосовувати відповідні заходи обробки [2].

В теорії множин елемент або належить множині, або ні. Поняття множин використовується в багатьох математичних теоріях. Це важливе поняття, однак, воно не розглядає прості ситуації, коли не все ясно і зрозуміло. Теорія нечітких множин базується на понятті часткової належності до множини: кожен елемент належить до нечіткої множини трохи або частково. Обрис нечіткої множини не має “явної” границі, а є “нечітким” або “розмитим” рис. 1.

Підготовка завдання для вирішення методами нечіткої логіки (фазифікації) дозволяє конвертувати реальні значення змінних в нечіткі.

Фазифікація полягає у визначенні ступеня приналежності змінної (результат вимірювання, наприклад) до нечіткої множини.

Оператори нечіткої логіки використовуються для запису комбінацій логічних понять нечіткої логіки, щоб обчислювати ступені істинності. Застосовуються стандартні логічні оператори AND, OR і NOT.

Бази правил нечіткої логіки, подібно до традиційних експертних систем, ґрунтуються на базі знань, побудованої на основі людського досвіду. У той же час існують суттєві відмінності в обробці і характеристиках цих знань. Процес обробки нечіткої логіки складається з трьох частин:

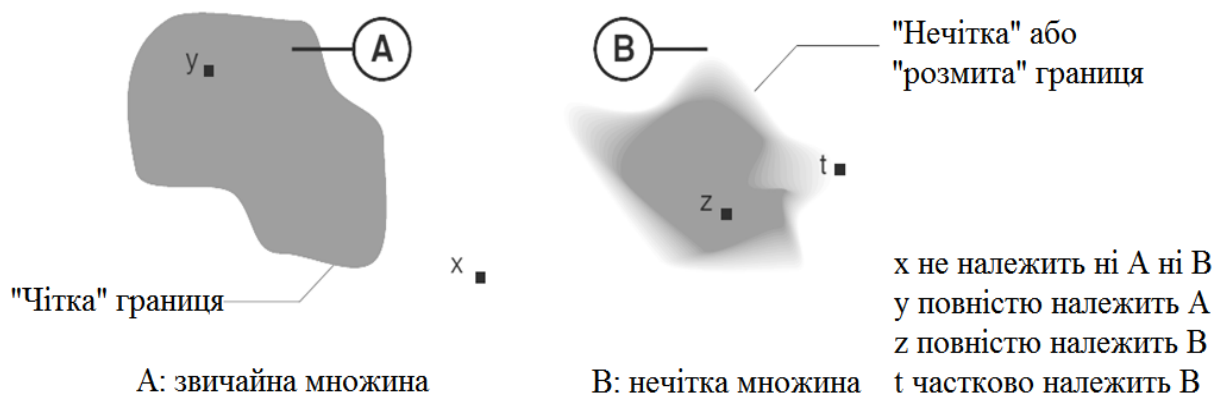


Рисунок 1 – Порівняння звичайної та нечіткої множин

- ✓ **твердження**, (також відоме, як припущення або умова) є комбінацією припущень і операторів AND, OR, NOT;
- ✓ **нечіткий логічний висновок**, найбільш часто використовується механізм нечіткого логічного висновку, названий механізмом Мамдані. Він являє собою спрощення більш загального механізму, який базується на “нечіткому висновку” і узагальненому правилі дедукції (generalised modus ponens);
- ✓ **результат** нечіткого правила є комбінацією пропозицій об'єднаних операторами AND.

На останньому етапі нечіткого логічного висновку, вихідна нечітка множина вже визначена, але вона не може бути безпосередньо використана для надання оператору точної інформації або для управління виконавчим механізмом. Необхідно виконати перехід з “світу нечіткої логіки” в “реальний світ”: цей етап називається дефазифікація [2]. Можна використовувати різноманітні методи дефазифікації, однак найчастіше використовується метод обчислення “центру ваги” нечіткої множини (1):

$$y = \frac{\int_{Min}^{Max} x \cdot \mu(x) dx}{\int_{Min}^{Max} \mu(x) dx} \quad (1)$$

де: y – результат дефазифікації; x – змінна, що відповідає вихідній лінгвістичній змінній ω ; $\mu(x)$ – функція належності нечіткої множини, що відповідає вихідній змінній ω після етапу акумуляції; Min і Max – ліва й права точки інтервалу носія нечіткої множини вихідної змінної ω .

У випадку дефазифікації методом центру ваги звичайне (не нечітке) значення вихідної змінної дорівнює абсцисі центру ваги плоскої фігури, обмеженої графіком кривої функції належності відповідної вихідної змінної [1].

Регулятор на базі нечіткої логіки. Основна перевага регулятора на базі нечіткої логіки – це простота і наочність формування правил управління об'єктом [3].

У випадку побудови регулятора, який підтримуватиме задане значення деякого параметра (наприклад, температури) набір правил може виглядати наступним чином:

Якщо **більше норми** і відхилення зростає і швидкість росту збільшується, то зменшуємо.

Якщо **норма**, і не змінюється і швидкість постійна, то не змінюємо.

Якщо **менше норми** і падає і швидкість падіння збільшується, то збільшуємо.

Для моделі регулятора зберемо схему, зображену на рис.2.

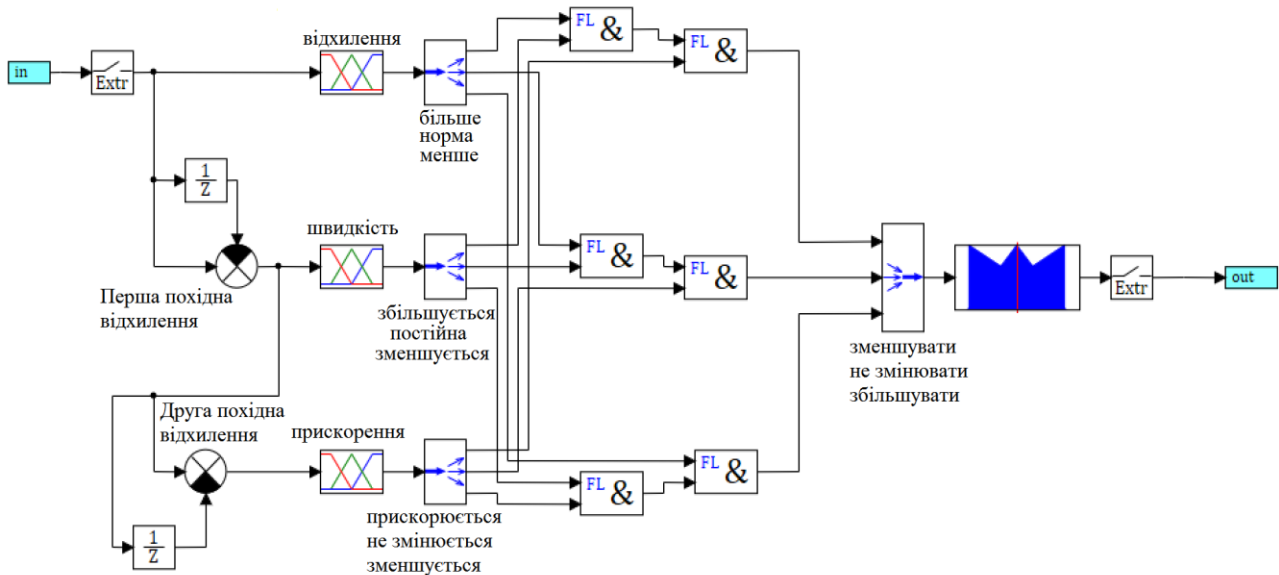


Рисунок 2 – Схема регулятора на базі нечіткої логіки.

На вхід в регулятор подається неузгодженість між заданим значенням параметру і реальним (вимірним) за допомогою певного датчика. Після входу стоїть блок “екстраполятор”, який забезпечує перетворення безперервного сигналу в дискретний з заданим періодом дискретизації.

Після цього відбувається обчислення першої і другої похідної відхилення. Для цього ми обчислюємо різницю між поточним значенням і значенням з затримкою на період квантування, ділимо її на час затримки (коефіцієнт в порівнюваних блоці). Таким чином ми отримуємо три входи: помилка системи, швидкість зміни (перша похідна) помилки, прискорення (друга похідна) помилки.

Значення вхідних змінних перетворюються блоками фазифікація трикутними функціями. Для кожної змінної отримуємо три лінгвістичні змінні (всього дев'ять).

Блоки “Демультіплексор” розподіляють вектори в лінгвістичні змінні для формування правил. На схемі назви змінних підписані в порядку їх розташування в векторах.

Відхилення в нашому випадку – це різниця заданого і вимірюваного, якщо від’ємне значення – значить параметр більше заданого, ми повинні зменшувати. І відповідно навпаки, якщо відхилення позитивне, то параметр менше заданого, ми повинні збільшувати.

Вихід теж має три лінгвістичні змінні “зменшувати”, “не змінювати”, “збільшувати”. Мультиплексор збирає значення в вектор і віддає в блок нечіткого виведення. Тепер, коли у нас є всі змінні, ми можемо записати правила нечіткого виведення у вигляді схеми.

Якщо **більше норми** і відхилення **зростає** і швидкість росту **збільшується** => **зменшуємо**.

Якщо **норма** і не змінюється і **постійна** => **не змінюємо**.

Якщо **менше норми** і **падає** і швидкість падіння **збільшується** => **збільшуємо**.

Всі лінгвістичні змінні в правилах у нас пов'язані через логічні блоки "Г" і підключені до виходів. Як видно з рис. 1, схема логічна нечіткого виведення практично не відрізняється від звичайної логічної схеми, тільки використовуються блоки нечіткої логіки.

Висновки. Регулятор на базі нечіткої логіки може забезпечити більш високу якість перехідного процесу управління, ніж ПД-регулятор.

1. Регулятори на базі нечіткої логіки можна налаштовувати засобами оптимізації.

2. Регулятора на базі нечіткої логіки забезпечує більшу гнучкість в налаштуванні і кращу якість перехідного процесу, але вимагає налаштування більшої кількості параметрів [4].

Література

1. Кирик В. В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах: підручник / В. В. Кирик; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т України «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Київ, Вид-во «Політехніка», 2019. 226 с.

2. Техническая коллекция Schneider Electric. *Нечеткая логика*. 2009. Выпуск № 31. URL: <https://www.se.com/ru/ru/download/document/RCT031/>.

3. Петухов В. Простой регулятор на базе нечеткой логики. Создание и настройка. URL: <https://habr.com/ru/post/413539/>

4. Ross, Timothy J. *Fuzzy logic with engineering applications* / Timothy J. Ross. – 3rd ed. – John Wiley & Sons, Ltd., 2010. 585 с.

СПОСОБИ ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕНЕРУВАННЯ ЕНЕРГІЇ ОТРИМАНОЇ СОНЯЧНИМИ ПАНЕЛЯМИ

**Заріцький В. О., Кузнєцова Л.В., старший викладач
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса**

Фотовольтаїчна наука за останній час дуже набирає розвиток, адже збільшення вимог щодо збереження навколишнього середовища змушує шукати альтернативні джерела енергії. Серед альтернативних джерел живлення, сонячна енергія є найбільш приваблива серед усіх інших видів альтернативної енергетики через низку переваг. Сонячна енергія фактично є невичерпним джерелом живлення та більш передбачуваним фактором. Вагомою перевагою при виробництві сонячних панелей є кремній, запасів якого в світі досить велика кількість та займає друге місце по розповсюдженості. Проведемо аналіз побудови сучасної сонячної панелі, її переваги та недоліки, проблеми та їх можливі варіанти вирішення.

Сонячна панель (батарея) складається з тонкоплівкових наночарів різних матеріалів, які наносяться з допомогою лазерного напилення. Такі наночари призначені концентрувати та покращувати ККД отриманої енергії від Сонця та зменшити ціну виробництва такого виробу, адже найбільшою перегородою сьогодні для масового застосування сонячних панелей, як основний вид генерування електроенергії, є її ціна, що впливає на ціноутворення кінцевого продукту – електроенергію.

Сучасна сонячна панель побудована на монокристалічній чи мультикристалічній кремнієвій підкладці, на які наносяться шари міді, індію, галію, селену та скла з аморфного кремнію. З допомогою лазерних технологій проводиться скрайбування, що формує ізолюючі борозенки навколо фотоелектричного модуля окремих елементів, а також формування окремих комірок та їх послідовне з'єднання один з одним для утворення загального електричного кола. Вагомою перевагою при застосуванні лазера у виробництві сонячних батарей є уникнення пошкоджень скляного шару [1].

Важливим показником енергоефективності сонячних панелей є коефіцієнт корисної дії, який сьогодні досягає 18%. Однак на ККД впливає ряд факторів як залежність від пори року або часу доби, чи забрудненість поверхні панелі що формує деякий нестабільний характер поведінки.

Однією з найбільших проблем сонячних панелей є їх нестабільна робота під впливом перепадів температури. У літній період часто виникають перегріву сонячних панелей досягаючи 70°C, що знижує ефективність його роботи. Так ідеальною умовою роботи для сонячних панелей є 25°C, тоді досягається максимальне значення ККД. Зі збільшенням температури на 1°C, значення ККД знижується на 0,2-0,5% в залежності від типу сонячної панелі та має назву «температурний коефіцієнт потужності» [3].

Сьогодні вчені всього світу шукають різні шляхи вирішення такої проблеми.

Для покращення умов роботи, запропонована модель конструкції сонячної

панелі, яка буде здатна покращити загальне значення ККД сонячної установки. До вище перелічених слоїв напилення сонячної панелі, поверх ще додатково наноситься тонкий шар «дзеркала гезелла», для того, щоб частина світла відбивалася тим самим відводячи надлишкову частину сонячної енергії, яка призводить до перегріву панелі. При побудові сонячної станції, одна установка буде містити декілька таких панелей, які будуть проєктовані у напівсферичну форму. Напівсферична форма необхідна для того, щоб відбиту сонячну енергію можна було акумулювати в одній точці, наприклад, концентраторі такого світла, яке буде побудовано на звичайних дзеркалах та знаходитись у центрі такої установки. З допомогою розрахованих кутів установки дзеркал, світло відводиться у центр сонячної установки, де формується у єдиний пучок світла. Цей пучок світла містить достатньо великий енергетичний потенціал, який буде перетворюватися у термоемісійному перетворювачі. Термоемісійний перетворювач має сьогодні близько 15% коефіцієнт корисної дії. Таким чином, з одного квадратного метру сонячної установки буде додатково перетворено більше сонячної енергії, ніж зазвичай, завдяки використанню додатково термоемісійного перетворювача [4].

Такі установки можна встановлювати у містах на дахах будинків або ж підприємствах, де площа для встановлення сонячних електростанцій достатньо обмежена.

Після проведеного аналізу, отримані результати в пошуку шляхів покращення характеристик сонячних панелей, нами була розроблена модель сонячної установки, де проблема з перегрівом таких панелей у літній період та у жарких країнах, можна вирішити способом акумулювання отриманої «холостої» енергії способом відведення та акумулювання її у термоемісійний перетворювач, що в загалом створить кращу ефективність сонячної установки.

Література

1. Maruyama E., Mishima T., Sakata H., Taguchi M, DEVELOPMENT STATUS OF HIGH-EFFICIENCY HIT SOLAR CELLS, 2011. 95 p.
2. Кужир П.Г., Савчук Г.К., Потайц В.А., Юркевич Н.П. «Методические указания к лабораторной работе по физике для студентов инженерно-технических специальностей», Минск, БНТУ, 2012.
3. Проблеми перегріву сонячних панелей «EcoTech-Sun». URL: <https://ecotech-sun.com.ua/a343857-problema-peregrevva-solnechnyh.html>.
4. Моргулис Н. Д., "Преобразование тепловой энергии в электрическую с помощью термоэлектронной эмиссии" УФН 70 679–692. 1960.

ПРОБЛЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ СТОХАСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ МЕТОДОМ ЗВОРотної ФУНКЦІЇ

Георгієв В.М., Буценко В.О., Незгода Д.В., Сауленко Р.В.,
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса

Постановка проблеми. У минулому сторіччі моделювання процесів і систем розглядалось як другорядний етап проектування, але, сьогодні, завдяки розвитку обчислювальних засобів, воно є основним способом визначення початкових величин параметрів під час розроблення складних систем та організації промислового виробництва.

У тих випадках коли стохастичний процес, що підлягає дослідженню можна формально описати функціональною розподілення ймовірностей $F(x)$, яка може бути розкладена на елементарні функції, зазвичай використовують метод зворотної функції [1]. У відповідності до цього методу, якщо джерелом випадкових величин процесу, розподілення якого описується функцією $F(x)$, є генератор рівномірно розподілених інтервалів $[0,1]$ чисел (ГВЧ), то аргумент цієї функції можна визначити через її зворотну функцію $F^{-1}(x)$.

У літературних джерелах, де наводиться обґрунтування цього методу, майже не беруться до уваги труднощі їх комп'ютерної реалізації. У якості джерела рівномірно розподілених величин пропонуються псевдовипадкові генератори, вмонтовані у середовища програмування як мов загального використання, таких як Basic, C++, так і спеціалізованих середовищ, таких як R, Matlab та їм подібних. При чому, майже усі спеціалізовані середовища програмування будуються на мові C++ і, тому, містять у своєму складі одні і ті ж генератори псевдовипадкових чисел. Це означає, що якість рівномірності розподілення ймовірності чисел, які вони утворюють однакова. Втім саме рівномірність є головною умовою якості побудованої комп'ютерної моделі випадкового процесу і, тому, необхідно пам'ятати що якість побудованої моделі не буде перевищувати якості застосованого генератора випадкових чисел.

Мета статті. Із сказаного витікає, що забезпечення заданої якості комп'ютерної моделі стохастичного процесу в основу якої закладено метод зворотної функції, вимагає використання програмного генератора рівномірно розподілених псевдовипадкових чисел з високим ступенем рівномірності. Тому ціллю роботи є, по-перше, оцінка рівномірності обраного джерела випадкового процесу, і, по-друге, пошук способу підвищення такої рівномірності у разі необхідності.

Забезпечення рівномірності програмних генераторів. Принцип моделювання методом зворотних функцій показано на рисунку 1. Випадкові величини з розподіленням $F(x)$ надходять з виходу генератора рівномірно розподілених випадкових чисел. Через її зворотну функцію $F^{-1}(r)$, визначається значення відповідного аргументу прямої функції x , що визначає саму випадкову подію, розподілену за законом, який має спостерігатись на виході моделі.

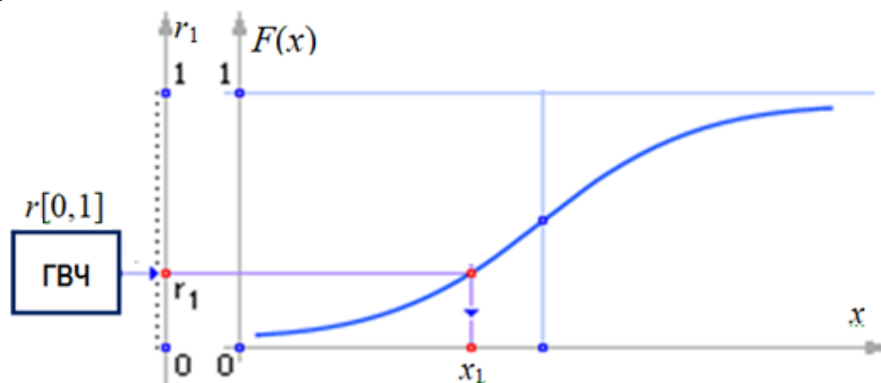


Рисунок 1 – Принцип моделювання методом зворотних функцій

Сьогодні до складу програмних і спеціальних середовищ включають бібліотеку random, яка містить генератор Мерсена (Mersenne Twiste – MT) [2]. Його можна викликати процедурою `uniform_real_distribution<> mersenne(0, 1)`. Саме цей генератор пропонується як найкращий генератор з рівномірним розподіленням величин на виході. Але, насправді, його позитивною властивістю є не рівномірність, а надзвичайно потужний період повторення чисел, що складає $4,3 \cdot 10^{6001}$ біт. Що ж стосується рівномірності розподілення ймовірності чисел, то, насправді, вона вкрай низька.

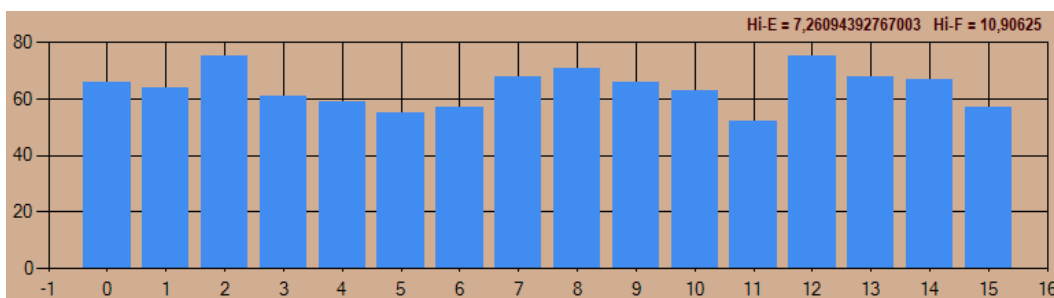


Рисунок 2 – Випробування генератора MT

Проведені його випробування з використанням критерію χ^2 -Пірсона [3], при розподіленні інтервалу $[0,1]$ на 16 підінтервалів дають показник якості $Hi-F = 10,90625$, у той час, як його теоретична величина $Hi-E$ не повинна перевищувати $7,26094$ (рисунок 2).

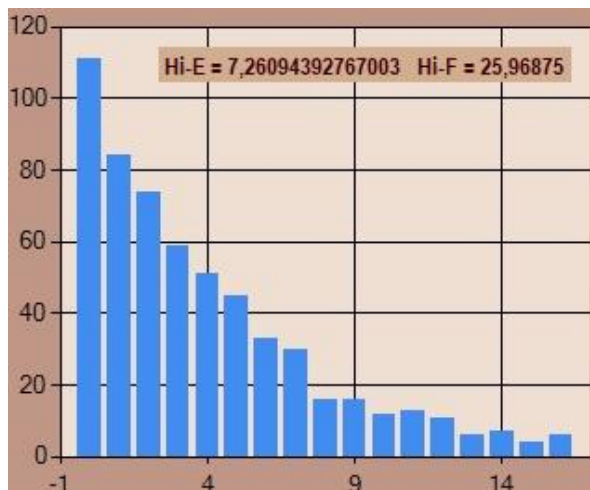


Рисунок 3 – Гістограма експоненційного розподілення на базі генератора MT

Побудована на його основі модель експоненційного процесу описується гістограмою, наведеною на рисунку 3 і, з точки зору критерію Пірсона дає ще гірші показники. Фактичний показник якості Ні-Ф дорівнює величині 25,96875.

Намагання вирішити проблему шляхом використання криптографічного генератора RC4, запропонованого Ронном Рівестом [4], не вирішує проблеми. Справа у тому, що генератори такого типу використовуються в криптографічних системах у якості джерела бітового потоку і, на цьому рівні, вони відповідають високим вимогам до рівномірності потоку. Але, якщо їх перетворити на потік десяткових чисел з плаваючою крапкою, цей показник значно знижується.

Рішенням проблеми може бути знайдено, якщо потік чисел на виході генератора МТ, “просіяти”, видаливши з нього ті числа, що не вписуються у рівномірне розподілення. Це можна зробити, якщо число елементів статистичної вибірки N та число сегментів k у гістограмі заздалегідь відомі. Тоді, відібравши із загального потоку на виході генератора МТ очікувану у межах кожного сегменту гістограми кількість випадкових чисел, і користуючись зворотною функцією $F^{-1}(x)$ побудувати числовий потік, із заданим розподіленням.

Висновок. Програмі генератори формують на виході періодичні послідовності. Для того, щоб такі числові потоки майже не відрізнялись від випадкових, розробники намагаються максимально збільшити їх період повторення. Навіть якщо бінарні псевдовипадкові числові потоки на всьому періоді і достатньо рівномірні, як це має місце у випадку криптографічних генераторів, то N -розрядні вибірки з їх складу не завжди відповідають вимогам рівномірності. Через це зусилля розробників мають бути зосереджені на пошуку алгоритмів генерації чисел саме з високими показниками рівномірності.

Література

1. Ross, S. 1981. A First Course in Probability. 8th Edition.: Prentice Hall, 2009. 552 p. URL: http://julio.staff.ipb.ac.id/files/2015/02/Ross_8th_ed_English.pdf [accessed 20-May-2021].
2. Saito, M. An Application of Finite Field: Design and Implementation of 128-bit Instruction-Based Fast Pseudorandom Number Generator. Dept. of Math. Graduate School of Science, February 9th, 2007. URL: <http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/MT/SFMT/M062821.pdf>. [20 May 2021].
3. Taylor, J. R. An introduction to error analysis / J. R. Taylor. — University of Colorado : University Science Books. 1982. 327 p. URL: <https://getthisat.files.wordpress.com/2016/04/introduction-to-error-analysis-taylor-john.pdf>. [accessed 20 May 2021].
4. Schneier, Bruce. Applied cryptography. Second edition. John Wiley & Sons. 1996. URL: <https://lost-contact.mit.edu/afs/adrake.org/usr/rkh/Books/books/Schneier%20-%20Applied%20Cryptography%20ed%20-%20Wiley.pdf>. [accessed 20.05.2021].

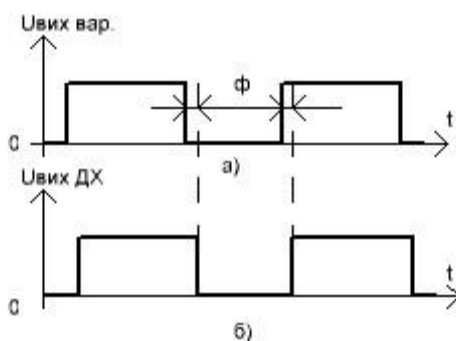
СЕКЦІЯ 4

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ
ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН.
НАНОВИМІРЮВАННЯ**

ОСОБЛИВОСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ВАРІАТОРА В АВТОМОБІЛЯХ

**Чумак А.Ю., Ломенко Д.С., студенти, Любимов А.Я., старший викладач
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса**

Октанове число пропан – бутанової суміші, або зрідженого нафтового газу (ЗНГ), або компримованого природного газу (КПГ), дорівнює 120, що набагато вище, ніж у бензину будь-якої марки. Як показує досвід, якщо в мотор, розрахований для роботи на бензині марки АИ80, залити бензин марки АИ98 без відповідних коригувань кута випередження запалювання, це призведе до прогорання випускних клапанів і падіння потужності двигуна, тому що час горіння 98-го бензину значно більше і догоряти цей бензин буде практично в випускному колекторі. Те ж саме відбувається при експлуатації машини на газовому паливі без відповідних коригувань кута випередження запалювання. Крім того, при такій експлуатації, на інжекторних машинах підвищена температура вихлопних газів викликає прискорений вихід з ладу каталітичного нейтралізатора. Відповідно, для компенсації підвищеного часу горіння газу, необхідно раніше його підпалювати, тобто збільшувати кут ϕ випередження запалювання (рисунок 1) і таблиця 1.



а – вихідний сигнал з варіатором; б – вихідний сигнал з датчика Холла

Рисунок 1 – Часові діаграми роботи варіатора

Таблиця 1 – Базовий графік випередження варіатора

Обороти колінчастого валу, хв	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
Випередження, в градусах	8	8	6	3	0	0	0	0

Таким чином, газ буде встигати прогорати в циліндрі і частина теплоти згорання газу, яка йшла на нагрівання клапанів і випалювання каталітичного нейтралізатора, буде перетворюватися в механічну енергію обертання мотора. Само собою, ККД двигуна при цьому зросте, що викличе зниження витрати палива і підвищення потужності двигуна. Робота мікропроцесорного варіатора

четвертого покоління відбувається дуже просто – кут випередження обчислюється в режимі онлайн, методом лінійної інтерполяції. Функція газового мікропроцесорного варіатора - коригувати цей коефіцієнт в залежності від температури газу, тиску газу, оборотів двигуна і т.д., домагаючись тим самим оптимального стехіометричного співвідношення газоповітряної суміші [1].

Принципова схема мікропроцесорного варіатора представлена на рисунку 2.

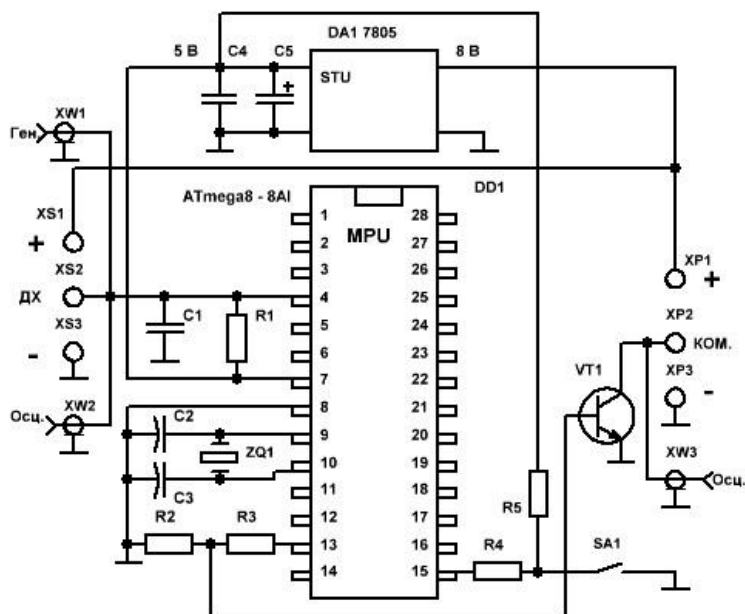
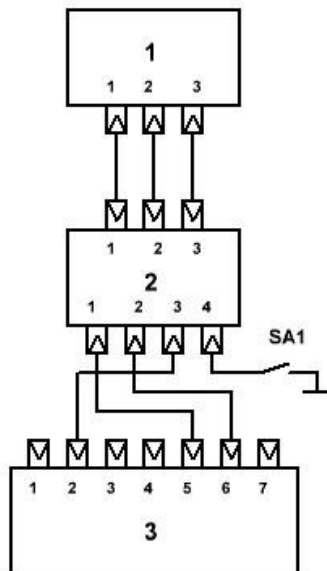


Рисунок 2 – Принципова схема мікропроцесорного варіатора

Основним елементом в даній схемі є мікроконтролер ATmega8. Мікроконтролер (МК) має вбудований RC генератор, який зібраний на кварцовому резонаторі ZQ1, з частотою 8 МГц, і на конденсаторах C2 і C3. Даний мікроконтролер має кілька коефіцієнтів розподілу: 1, 2, 4 і 8. При виборі першого ми отримаємо частоту самого тактового генератора, при включенні останнього - в 8 разів менше, тобто, $8/8 = 1$ МГц. З урахуванням вищесказаного отримуємо, що тактова частота даного МК при включеному дільнику з коефіцієнтом 8 буде в межах від $7,3 / 8 = 0,9125$ МГц (9125 кГц) до $8,1/8 = 1,0125$ МГц.

Живлення мікроконтролера здійснюється напругою 5 В. Тому в схемі застосовується стабілізатор напруги DA1 7805, який перетворює напругу 8 В в стабілізовану напругу 5 В. Напруга живлення від комутатора надходить на роз'єм XP1 і XP3 варіатора і на роз'єми датчика Холла XS1 і XS3. Сигнал прямокутної форми надходить від датчика Холла на роз'єм XS2. Вихідний сигнал прямокутної форми з кутом затримки подається на роз'єм комутатора XP2. Транзистор VT1 з резисторами R2 і R3 виконують функцію захисту. Для ручного зміщення сигналу застосовується перемикач SA1 з набором резисторів R4, R5.

Схема підключення мікропроцесорного варіатора в автомобілі представлена на рисунку 3



1 – датчик Холла; 2 – мікропроцесорний варіатор; 3 – комутатор
Рисунок 3 – Схема підключення мікропроцесорного варіатора в автомобілі

Особливість застосування варіатора в автомобілі полягає в наступному:

- можливість змінювати кут випередження запалювання з оборотами.

Налаштування кута проводиться графіком з точністю в один градус, через кожні 500 оборотів;

- варіатор випередження запалювання налаштовується комп'ютерної програмою за допомогою стандартного кабелю;

- здатні працювати з імпульсами як розподільного валу, так і з регульованими імпульсами, що залежать від частоти обертання коленвалу;

- мають можливість зміни програмного забезпечення, що дозволяє застосовувати варіатори з нестандартними двигунами і в різних конфігураціях;

- оснащені вбудованим осцилографом, завдяки якому можна візуально спостерігати за сигналами на вході і виході пристрою;

- забезпечують регульовану затримку на включення випередження запалювання при переході на газ;

- не вимагають підключення до педалі;

- відсутні ненадійні до умов вібрації перемикачі та потенціометри;

- мають можливість побудови графіка розгону вашого автомобіля, що дозволяє більш точно визначити оптимальний кут випередження запалювання;

- значний приріст моменту і потужності (15-20)%, а також відсутність провалу при русанні з місця в момент впорскування максимальної кількості палива [2].

Література

1. Сажко В.А. Електричне та електронне обладнання автомобілів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. К.: Каравела, 2004. 304 с.

2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации микропроцессорного вариатора ГБО-ФУОЗ-Октан коректора.

ПРОЕКТУВАННЯ ДВОФАЗНОГО СИНХРОННОГО ДЕТЕКТОРА

Прокопець В.М., к. фіз-мат. н., доцент, Метельов В.М., студент 1 року
навчання магістратури
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
м. Київ

Синхронне детектування використовується в тому випадку, коли корисний сигнал, що несе інформацію про досліджуваний фізичний процес, можна порівняти з шумом [1]. Амплітудний діодний детектор виділяє низькочастотну складову сигналу, використовуючи лише одну ознаку сигналу, що надходить на детектор, а саме його амплітуду. Якщо потенціал на вході такого детектора вище деякого рівня, обумовленого відкриванням діода, то цей сигнал накопичується на вихідному фільтрі низьких частот. Напруга на конденсаторі буде пропорційна до амплітуди високочастотного вхідного сигналу. При цьому відбувається реєстрація не тільки корисного сигналу, а також середньоквадратичного значення шумів та завад, які присутні на вході амплітудного детектора. Для зменшення впливу шумів та завад можна використати ще одну інформаційну характеристику сигналу – момент його появи, який пов'язаний із фазою сигналу. Амплітуда і фаза найбільш повно описують корисний сигнал, а детектор, що реагує на обидва цих фактори, називають фазовим, або синхронним детектором. Синхронний детектор дозволяє відокремити очікуваний у визначений момент часу корисний сигнал від випадкових завад і шумів, і тим ефективніше, чим довше триває вимірювання.

Сучасні тенденції інформаційно-вимірювальної техніки передбачають широке використання цифрових та змішаних аналогово-цифрових напівпровідникових приладів таких як програмовані підсилювачі, аналогово-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі, мікроконтролери. Застосування таких приладів дозволяє побудувати синхронний детектор із повністю цифровим управлінням та автоматизованими режимами роботи. Метою даної роботи була розробка двоканального синхронного детектора із цифровим управлінням.

Одноканальний синхронний детектор складається з сигнального каналу, до якого входить підсилювач, і можуть входити попередній підсилювач і фільтр, помножувач, опорного каналу і ФНЧ (рис. 1).

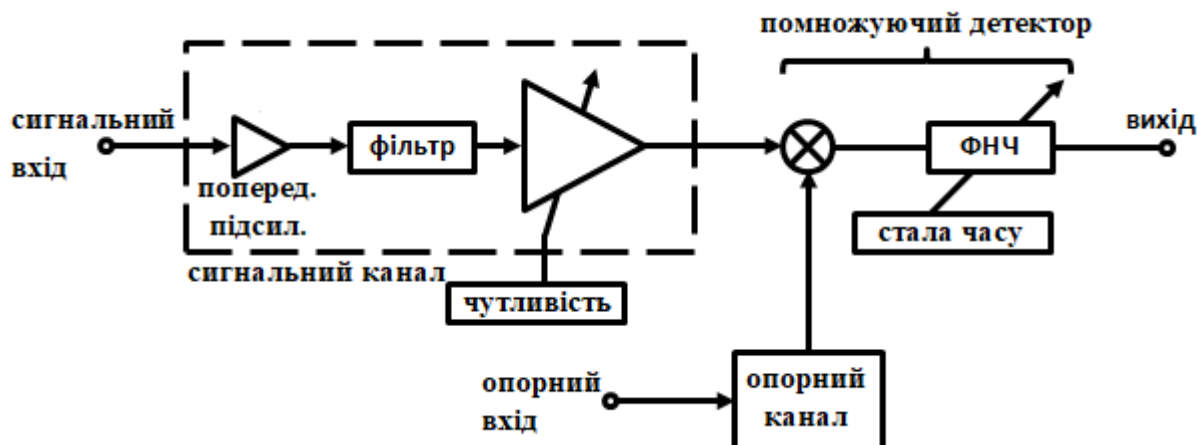


Рисунок 1 – Блок-схема одноканального синхронного детектора

Двоканальний синхронний детектор, блок-схема якого наведена на рис. 2, включає в себе пару фазо-чутливих детекторів [2].

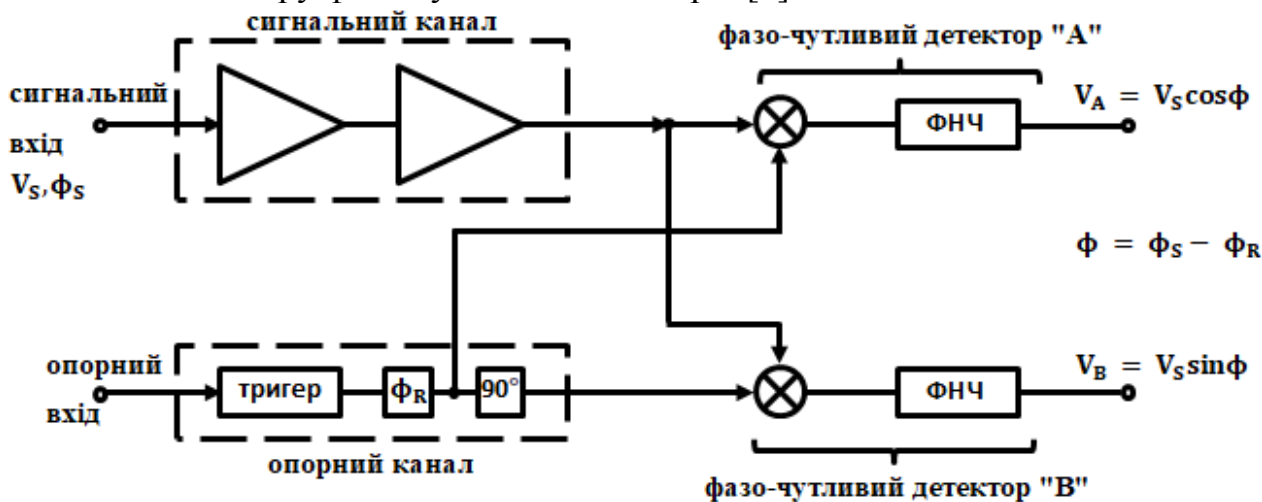


Рисунок 2 – Загальна схема двоканального синхронного детектора

До недавнього часу при проектуванні, в основному, використовувалися натурні дослідження і випробування. Зараз натурне проектування без застосування віртуальних методів не витримує вимог конкурентоспроможності, а саме не забезпечує мінімізацію термінів і вартості проектування. Для реалізації методів віртуального проектування були використані системи автоматичного проектування TINA TI та Eagle CAD.

Результати. Структурно спроектований двоканальний синхронний детектор складається із двох основних частин: аналогова частина, блок-схема якої наведена на рис. 3 та цифрова частина – рис. 4.

Аналогова частина двофазного синхронного детектора складається із двох ідентичних каналів які можуть працювати паралельно, як два незалежні синхронні детектори, або в режимі двофазного фазочутливого синхронного детектора. Це досягається шляхом комутації каналів за допомогою ключа К1 (рис. 3).

Аналогова частина складається із таких основних блоків: вхідний підсилювач, аналоговий помножувач, фільтр низьких частот – інтегратор та вихідний підсилювач. Вхідний підсилювач складається з (рис.3): 1 – попередній підсилювач – диференціальний підсилювач змінної напруги, 2 – активний фільтр Батерворта нижніх частот 4-го порядку, 3 – програмований, через шину SPI, підсилювач напруги. Попередній підсилювач та ФНЧ будуть визначати діапазон робочих частот (смугу пропускання) всього синхронного детектора. Аналоговий помножувач використовується для демодуляції та синхронного детектування корисного сигналу. Використання аналогового помножувача МРУ634 [3], замість ключів, дає змогу працювати із сигналами будь-якої форми, не лише прямокутної. Використання опорного синусоїдального сигналу дозволяє зменшити шуми, які виникають під час демодуляції [4]. Фільтр низьких частот – інтегратор являє собою симетричний ФНЧ 2-го порядку, побудований за топологією Саллена-Кі. Вихідний підсилювач призначений для масштабування сигналу та встановлення початкового зміщення – встановлення «0». Зміна коефіцієнту підсилення та встановлення «0» відбувається під управлінням мікроконтролера.

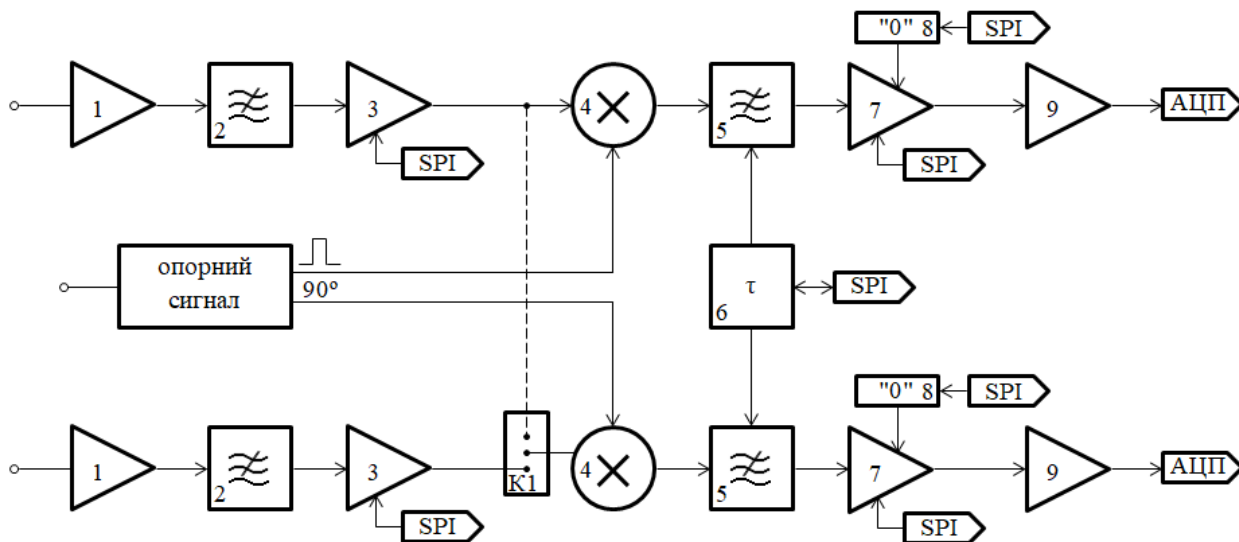


Рисунок 3 – Аналогова частина двоканального синхронного детектора:
 1 – вхідний попередній підсилювач із фіксованим підсиленням, 2 – ФНЧ,
 3 – програмований підсилювач PGA113, 4 – фазочутливий детектор-помножувач МРУ634, 5 – ФНЧ – інтегратор із змінною τ , 6 – керування змінною τ ,
 7 – масштабуючий програмований підсилювач, 8 – встановлювач "0",
 9 – буферний підсилювач; SPI – позначення шини SPI; K1 – перемикач

Вихідна напруга, яка пропорційна до середньоквадратичного значення вхідного сигналу, подається до цифрової частини синхронного детектора де відбувається аналогово-цифрове перетворення. Блок-схема цифрової частини синхронного детектора наведена на рис.4. Основні складові: мікроконтролер ATmega64A, сигма-дельта 24-розрядні аналогово-цифрові перетворювачі ADS1292, блок керування синхронним детектором та індикації: сукупність кнопок управління та символічний рідкокристалічний дисплей. Для зв'язку із персональним комп'ютером використовується протокол USB, для реалізації якого використовується USART-USB міст FT230X.



Рисунок 4 – Цифрова частина пропонованої архітектури двоканального синхронного детектора:
 1 – АЦП Σ - Δ ADS1292, 2 – мікроконтролер ATmega64A, 3 – блок керування (кнопки та encoder), 4 – блок індикації – LCD дисплей WH1602B,
 5 – блок зв'язку з ПК – FT232, 6 – шина SPI для управління підсилювачами та АЦП.

Характеристики та робочі параметри спроектованого двофазного синхронного детектора:

1. Чутливість (відхилення на всю шкалу): максимальна – 2 мкВ, мінімальна – 40 мВ;
2. Смуга робочих частот: 100 Гц – 130 кГц;
3. Час накопичення: 0,1 мс, 1 мс, 10 мс, 100 мс, 1 с, 2,5 с, 5 с, 10 с;
4. Відношення сигнал-шум мінімальне: 62 дБ, максимальне 75 дБ;
5. Динамічний резерв: не менше 97 дБ.

Висновки:

1. Спроековано двофазний синхронний детектор з цифровим інтерфейсом, який може працювати у двоканальному режимі, одноканальному режимі, а також у режимі паралельної роботи двох однофазних синхронних детекторів. Прилад має повністю цифрове управління режимами роботи та передбачена можливість зв'язку з персональним комп'ютером через USB інтерфейс.

2. Виконано проектування всіх складових частин синхронного детектора та проведено моделювання їх характеристик і параметрів за допомогою програмного забезпечення TINA TI.

3. Проведено моделювання роботи спроектованого пристрою, досліджено параметри та характеристики:

- Чутливість: максимальна – 2 мкВ, мінімальна – 40 мВ;
- Діапазон робочих частот вхідного сигналу від 100 Гц до 130 кГц;
- Відношення сигнал/шум: мінімальне – 62 дБ, максимальне – 75 дБ;
- Динамічний резерв не менше 97 дБ

Література

1. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: В 2-х томах. Пер. с франц. М.: Мир, 1983. – Т. 2, 256 с., ил.

2. Meade M.L. Lock-in amplifiers: principles and applications. 1st ed, Peter Peregrinus, Short Run Press Ltd., England, 1983.

3. De Marcellis, Andrea & Palange, Elia & Liberatore, Nicola & Mengali, Sandro. "Low-Cost Portable 1MHz Lock-In Amplifier for Fast Measurements of Pulsed Signals in Sensing Applications." Research Gate, vol. 1, no. 4, Aug. 2017. IEEE SENSORS LETTERS. PP. 10.1109/LENS.2017.2713449.

4. Luis Orozco. "Synchronous Detectors Facilitate Precision Low-Level Measurement." Analog Dialogue, vol. 48, no. 4, Nov. 2014. Analog Dialogue, URL: www.analog.com/media/en/analog-dialogue/volume-48/number-4/articles/synchronous-detectors-facilitate-precision.pdf.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМУ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ

**Котов Ю.А., Врублевський Р.Є., студенти
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса**

Одним з найважливіших завдань фахівців з електроніки є забезпечення теплового режиму електронних пристроїв. Широко використовується природне повітряне, примусове повітряне, водяне охолодження і охолодження за допомогою теплових труб.

Часто пристрій силової електроніки – це система зі складною взаємодією елементів. Фактично, після кожного чергового перемикавання, в пристрої починається новий перехідний процес. При здійсненні проектування електронних пристроїв і систем необхідно проводити детальний аналіз електромагнітних процесів (можливо, доповнений повним або частковим аналізом теплових процесів). Практично, безальтернативним способом аналізу є математичне моделювання, яке може дати повну інформацію про процеси, що відбуваються в пристрої. При аналізі слід враховувати паразитні індуктивності, ємності, опору провідників. Ці параметри сильно залежать від особливостей конструкції електронного пристрою. Розробник повинен оптимально розташувати в просторі і з'єднати елементи пристрою з врахуванням особливостей електричної мережі і навантаження. Для деяких електронних пристроїв проблеми виникають під час пуску. Може навіть виявитися, що без застосування спеціальних заходів пуск взагалі неможливий. У таких ситуаціях в схеми пристрою доводиться вводити спеціальні схеми для пуску [1].

При проектуванні пристроїв великої потужності може знадобитися розрахунок механічних сил, що діють на провідники зі струмом. Потужні імпульси струму, особливо при малій тривалості передніх фронтів і зрізів, можуть створювати значні перешкоди в ланцюгах управління, а також радіоперешкоди. При розробці силових пристроїв повинні бути передбачені заходи боротьби з цими перешкодами. Ефективним способом зниження перешкод в ланцюгах управління є скручування сполучних дротів (використання кручених пар), а також екранування з'єднувальних дротів.

Пристрої силової електроніки споживають від мережі живлення значний струм, який може суттєво відрізнятись від синусоїдального, внаслідок чого спотворюватиметься напруга мережі. В останні роки в багатьох країнах, до яких належить і Україна, посилюють вимоги до споживачів електроенергії. Це змушує розробників силових пристроїв приділяти особливу увагу боротьбі з зазначеними недоліками. Використовуються два основних підходи до вирішення даної проблеми: вдосконалення вхідних ланцюгів пристроїв різного призначення і використання спеціалізованих силових електронних пристроїв, призначених для боротьби зі спотвореннями, - компенсаторів (коректорів).

На характер процесів в пристроях силової електроніки істотний вплив може чинити навантаження. Тому, при їх аналізі часто попередньо уточнюють вид навантаження. Типовими є такі навантаження: активне, активно-індуктивне, активно-ємнісне, активне із зустрічною електрорушійною силою, індуктивне із зустрічною електрорушійною силою [1].

Тільки всебічне врахування особливостей процесів в пристрої може забезпечити правильний вибір силових приладів, конденсаторів, котушок індуктивності, трансформаторів, провідників та інших елементів. Наприклад, при виборі конденсатора необхідно враховувати не тільки значення максимальної напруги на ньому, але також як величину, так і форму струму, що протікає через нього. Відомо, що ігнорування цієї вимоги може привести не тільки до перегріву, але і до вибуху конденсатора. Форма імпульсів струму суттєво впливає на теплові втрати і надійність силового приладу. Наприклад, при майже прямокутних імпульсах струму тиристора, теплові втрати в процесі його включення можуть бути істотно більшими, ніж у випадку імпульсів струму в півсінусоїдальній формі при рівному середньому значенні струму. Пояснюється це тим, що після подачі імпульсу керування силовий струм починає протікати тільки в тих областях кристала кремнію, які розташовані поблизу керуючого електрода, а пізніше (зазвичай після закінчення декількох мікросекунд) поширюється на весь кристал. У цей проміжок часу падіння напруги на тиристорі і, відповідно, потужність теплових втрат підвищені. Якщо ж швидкість наростання струму перевищує так звану критичну складову (зазвичай десятки-сотні Ампер в мікросекунду), то можливі шнуровання струму та вихід тиристора з ладу.

Істотну роль має і форма імпульсів напруги на силових приладах. Форма імпульсів струму істотно впливає на необхідний перетин сполучних дротів і обмоток котушок індуктивності і трансформаторів (і, отже, на масу і геометричні розміри котушки та трансформатора). Нагрів дротів і обмоток визначається діючим значенням струму. У той же час, при розрахунку пристроїв силової електроніки часто використовується середнє значення струму.

При розробці пристрою силової електроніки повинні вживатися заходи щодо його захисту в разі аварії. Вихід з ладу елементів силової частини, а також збої в роботі можуть викликати розвиток неконтрольованих процесів, небезпечних і для обладнання, і для обслуговуючого персоналу. Для недопущення таких процесів необхідно передбачати пристрої захисту. Найбільшою швидкістю володіють електронні пристрої захисту, побудовані на основі силових приладів. Широко використовуються також запобіжники і автоматичні вимикачі. Викладене показує, що розробка пристроїв силової електроніки має явно виражену специфіку, а також вимагає наявності відповідної теоретичної підготовки та досвіду проектування.

Література

1. Любимов А.Я., Кудряшов В.О., Грабовський О.В., Богун В.Д., Добровольська С.В., Кудряшов С.В. Електроніка. навчальний посібник: Одеса: ТОВ «Плутон», 2015.

Науковий керівник – старший викладач Добровольська С.В.

ФЛЮОРЕСЦЕНТНА ТЕРМОМЕТРІЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ МІКРОХВИЛЬНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ

**Редькін М.О., студент, Якунов А.В., к.ф.-м.н., доцент,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
м. Київ**

Мікрохвилями називають електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі у вакуумі від 1 м до 1 мм, що відповідає діапазону частот 3 – 300 ГГц. Мікрохвильова обробка матеріалів широко використовується в технологічних процесах в електронній, хімічній, фармацевтичній, харчовій промисловості тощо, в першу чергу, для швидкого і контрольованого нагрівання середовищ, які поглинають мікрохвилі. Разом з тим, є дані про певні наслідки такої обробки, які не зводяться до суто теплових, і яких не можна досягти за допомогою звичайного контактного або конвективного нагрівання [1]. Такі прояви називають специфічними та/або нетепловими ефектами мікрохвиль, і вони можуть критично впливати на параметри кінцевого продукту. Для їх виявлення та контролю необхідно залучати методи вимірювань не лише локальної температури, а і температурної динаміки, а також стану речовини.

Флюоресцентна термометрія базується на температурній залежності спектрів флюоресценції [2] та має цілком прийнятні метрологічні характеристики: чутливість, продуктивність, швидкість, просторову роздільну здатність тощо. Разом з тим, параметри спектрів флюоресценції відображають, зокрема, для рідких середовищ, поточний фізико-хімічний стан досліджуваної речовини. Це робить застосування флюоресцентних методів контролю у мікрохвильових технологіях перспективним щодо ідентифікації можливих супутніх ефектів.

Найбільш поширеним параметром спектру флюоресценції, який використовується для безконтактного вимірювання температури, є відносна спектральна або інтегральна інтенсивність свічення. Хоча інші параметри спектру (ширина та асиметрія спектральної смуги, довжина хвилі в її максимумі, час затухання) є менш чутливими до температурних збурень, їх залучення через відповідні обчислювальні алгоритми сприяє суттєвому, принаймні на порядок, збільшенню точності вимірювань [3].

У даній роботі метод динамічної флюоресцентної термометрії було застосовано для вимірювань температурних змін у водному розчині органічного барвника родаміну 6G (R6G) під час дії мікрохвильового випромінювання двох різних частот. Як джерела випромінювання використовувались: (а) побутова мікрохвильова пічка (2,450 ГГц) та (б) генератор хвиль міліметрового діапазону (48,00 ГГц). Вимірювання проводились шляхом моніторингу двох параметрів спектру флюоресценції: відносної інтенсивності та пікової довжини хвилі.

Для температурного калібрування використовувалась стандартна оптична схема. Випромінювання напівпровідникового лазера з довжиною хвилі 406 нм і вихідною потужністю 60 мВт фокусувалося у кюветі з розчином R6G, концентрація якого (~ 0,4 г/л) підбиралася із міркувань оптимального балансу між інтенсивністю свічення та температурною чутливістю спектру. Сигнал

флюоресценції спрямовувався на вхідну щілину низькодисперсійного монохроматора УМ-2, у вихідній площині якого було встановлено USB-камеру «КАУТОН» зі світлочутливою матрицею розмірами 640 x 480 пікселів та швидкістю реєстрації 30 кадрів на секунду. Кювету розміщали усередині масивного мідного нагрівача, який забезпечував швидке і практично рівномірне нагрівання у керованому режимі. Температуру розчину контролювали за допомогою мініатюрної терморпари, встановленої поблизу області збудження. Спектри записували з короткими інтервалами і обробляли із використанням програмного пакету *ImageJ*, для якого було створено спеціальні застосунки.

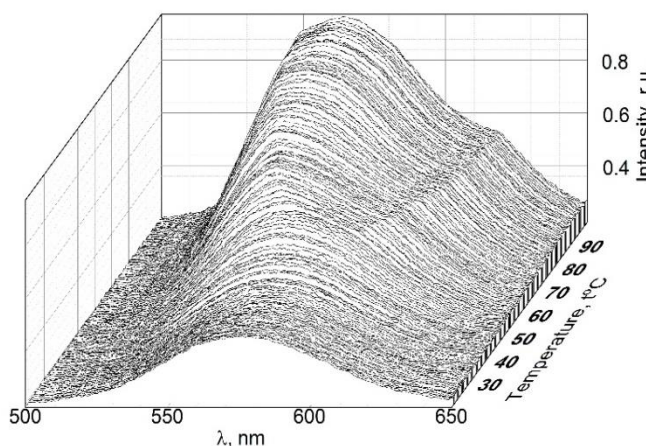


Рисунок 1

На рис. 1 показано сімейство оцифрованих спектрів флюоресценції, зареєстрованих щосекунди при рівномірному підвищенні температури від 20 до 100°C. Пакетна обробка спектрів показала, що інтенсивність в максимумі спектральної смуги монотонно змінюється з температурою, а відповідна залежність задовільно апроксимується кубічним поліномом:

$$I_{max} = -0.49 + 0.47t - 0.001t^2 - 1.5 \times 10^{-5}t^3.$$

У той же час, величина, обернена до пікової довжини хвилі, лінійно залежить від температури: $\lambda_{max}^{-1} = 0.8 + 0.00175t$.

Експерименти з вимірюванням температурних змін під час дії мікрохвиль здійснювались за допомогою технічних засобів, відповідних до частоти електромагнітних коливань. У дослідах із мікрохвилями побутової частоти кювету з розчином поміщали в мікрохвильову піч *Elenberg* потужністю 700 Вт поблизу передньої стінки із захисною плівкою, достатньо прозорою для світлових потоків видимого діапазону. Вплив міліметрових хвиль здійснювався на розчин в скляному капілярі, розміщеному усередині прямокутного хвилеводу, який було підведено до генератора Г4-141. Частота вихідного сигналу складала 48 ГГц, потужність – 20 мВт. Лазерне випромінювання і сигнал флюоресценції поширювались через невеликі отвори в стінках хвилеводу.

Вимірювання спектрів під час дії мікрохвиль і порівняння з калібрувальними кривими показали, що зміна обох параметрів (I_{max} та λ_{max}^{-1}) спектру флюоресценції відповідає зміні температури з 20 до 100°C у випадку (а) дії хвиль побутової частоти і з 20 до 25°C – для (б) міліметрових хвиль. За умови одночасної реєстрації двох параметрів точність дистанційного вимірювання температури можна суттєво збільшити за допомогою штучних нейронних мереж [3].

Динаміка зміни температури при двох варіантах мікрохвильового впливу, а також при калібрувальному контактному нагріванні відрізняється у деталях, що, ймовірно, зумовлено різними шляхами і швидкостями відповідних процесів теплопередачі. Для коректного порівняння динамічних профілів з двох залежностей $I_{max}(T)$ та $\lambda_{max}^{-1}(T)$ було виключено час T (і, відповідно, температуру), та для кожного зі способів нагрівання отримано залежність

$I_{max} = f(\lambda_{max}^{-1})$. На рис. 2 показані у порівнянні з калібрувальним контактним нагріванням такі залежності для впливу мікрохвиль побутової частоти (а) та міліметрових хвиль (б). В обох випадках мікрохвильового впливу спостерігається відмінність поведінки $I_{max} = f(\lambda_{max}^{-1})$ від аналогічної залежності для контактного нагрівання, що може свідчити про додаткові до теплових ефекти впливу мікрохвиль на водні розчини.

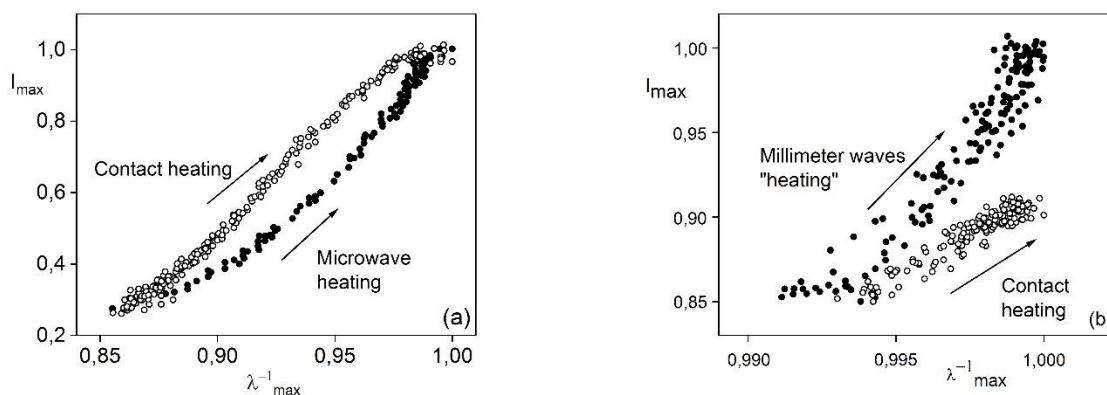


Рисунок 2

Слід зазначити, що при опроміненні розчину потужними мікрохвилями побутової частоти ефект проявляється досить чітко. Поведінка залежності $I_{max} = f(\lambda_{max}^{-1})$ може дати інформацію для побудови фізичної моделі впливу потужних мікрохвиль на водні системи. При опроміненні розчину міліметровими хвилями низької потужності нетепловий ефект спостерігається на тлі значного розкиду даних. Проте, навіть зашумлені дані дозволяють зробити оцінку температурного еквіваленту для спостережуваного ефекту. Температура, відтворена по піковій довжині хвилі, дає очікуване значення $\sim 5^{\circ}\text{C}$, що узгоджується з радіотехнічними вимірюваннями поглинання міліметрових хвиль у скляному капілярі, розміщеному у прямокутному хвилеводі [4]. Натомість, температура, відтворена по відносній інтенсивності, приблизно удвічі більша, що може свідчити про прямий (нетепловий) вплив міліметрових хвиль на квантовий вихід флуоресценції. Можливі механізми такого впливу розглядаються в [5].

Отже, флуоресцентна термометрія здатна не лише забезпечити точний метрологічний супровід технологічних процесів з використанням мікрохвиль, але й допомогти ідентифікувати супутні процеси, зумовлені специфічним або нетепловим мікрохвильовим впливом на матеріали.

Література

1. Ishii T.K. Handbook of microwave technology. 1995: Elsevier.
2. Lou J., Finegan M., Mohsen P. Florescence-based thermometry: principles and applications. *Reviews in Analytical Chemistry*, 1991. **18**(4): p. 235-284.
3. Liu L., et al. Fluorescence spectra shape based dynamic thermometry. *Applied Physics Letters*, 2014. **104**(3): p. 031902.
4. Babich D. et al. Application of fluorescent dyes for some problems of bioelectromagnetics. in *SPIE Photonics Europe. 2016. International Society for Optics and Photonics*.
5. Булавін Л. та ін. Специфічна дія мікрохвиль на водний розчин родаміну 6G за даними флуоресцентного аналізу. *Укр. фіз. журнал*, 2021. **66**(3): С. 265-265.

ПРИСТРОЇ СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

**Кучеренко М.І., Городецька В.О., студенти
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса**

Пристрої силової електроніки займають значне місце в роботі промислових підприємств та організацій. Вивчати конкретні пристрої і системи силової електроніки простіше, якщо знати загальні підходи до їх створення. Природно, що ці знання сприятимуть розробці нових схем та конструкцій пристроїв і систем. Загальні підходи є втіленням результатів теоретичних досліджень і досвіду багатьох кваліфікованих фахівців галузі приладобудування і гідні уважного розгляду.

Одним з найважливіших завдань при розробці електронних пристроїв і систем є підвищення коефіцієнта корисної дії. Силкові пристрої споживають значну потужність. Тому, навіть невелике збільшення цього коефіцієнта дає значну економію електроенергії. Крім того, пристрої з меншим коефіцієнтом корисної дії дуже часто неконкурентоспроможні.

У силових ланцюгах, як правило, не повинні використовуватися резистори, що розсіюють істотну потужність, тому що це знижує коефіцієнт корисної дії. В силових електронних пристроях, в якості джерела живлення і навантаження, можуть використовуватися котушки індуктивності, трансформатори і конденсатори, які практично не розсіюють потужність. Розробник пристрою повинен так розпорядитися цим набором елементів, щоб на навантаженні формувалася необхідний електричний сигнал [1].

У більшості ситуацій це не потребує значної інтелектуальної роботи. Але може виявитися, що типові схеми не забезпечують виконання заданих вимог. Тоді доведеться починати пошук нових схемотехнічних рішень. В цьому відношенні силова електроніка є благодатним полем для винахідництва.

Одним з найбільш ефективних і часто використовуваних способів покращення техніко-економічних показників пристроїв та систем є підвищення частоти перемикавання силових приладів.

Звичайно, існують і широко використовуються пристрої, в яких силові прилади або взагалі не перемикаються протягом значних відрізків часу (тобто, тривалий час перебувають у включеному, чи у вимкненому стані), або переключуються з фіксованою частотою, яка визначається, наприклад, частотою змінної напруги. Однак, в багатьох пристроях дуже важливими є процеси обміну енергією між реактивними елементами, зокрема, між магнітозв'язаними котушками індуктивності, які являються обмотками трансформатора. Чим вище частота комутацій в колах з такими елементами, тим меншими є розміри реактивних елементів і трансформаторів.

Крім того, при збільшенні частоти імпульсів все сильніше проявляється поверхневий ефект у провідниках, збільшується вплив паразитних індуктивностей і ємностей, зростають втрати енергії на перемагнічування сердечників котушок індуктивності і трансформаторів, підвищуються втрати енергії в конденсаторах, збільшується рівень електромагнітних перешкод в конструктивних елементах, а також перешкод в ланцюгах управління і в

навколишньому просторі.

Тому, вибір частоти перемикання силових приладів повинен виконуватися на основі всебічного аналізу. І разом з тим, підвищення частоти – це ефективний шлях вдосконалення силових пристроїв багатьох типів.

Як правило, повинна бути передбачена гальванічна розв'язка ланцюгів управління і силових ланцюгів. Вона використовується для запобігання ураження електричним струмом обслуговуючого персоналу і захисту ланцюгів управління [2].

Гальванічна розв'язка може захистити ланцюги управління не тільки від високовольтних сигналів, здатних вивести їх з ладу, але й від електромагнітних завад, що створюються силовими ланцюгами. У рідкісних випадках гальванічна розв'язка відсутня. Однак, при експлуатації таких пристроїв повинні вживатися особливі заходи обережності. Зазвичай для гальванічної розв'язки використовують оптрони або трансформатори.

Розробник зобов'язаний мати глибокі знання з силових пристроїв. Вище зазначалося, що такі пристрої працюють у складних умовах. Їх вибір з багаторазовим запасом, наприклад, по струму або по напрузі, не практикується. Тому прийняття непродуманих рішень може сильно позначитися на працездатності пристрою. При розробці систем управління необхідно орієнтуватися на формування якомога більш якісних керуючих сигналів. Параметри цих сигналів зазвичай істотно впливають на вимірювальні процеси в приладах. Наприклад, збільшення крутизни переднього фронту імпульса управління тиристора знижує втрати енергії при його включенні і сприяє збільшенню терміну служби.

Викладене показує, що пристрої силової електроніки мають явно виражену специфіку, займають значне місце в роботі виробничих підприємств та організацій, а також вимагають відповідної теоретичної, а також практичної підготовки фахівців для проектування та експлуатації зазначених пристроїв.

Література

1. Любимов А.Я., Кудряшов В.О., Лещенко О.І., Грабовський О.В., Зіангірова Л.Т., Добровольська С.В., Оленев М.В., Гонтар А.А., Богун В.Д., Возикова Л.М. Електротехніка, електроніка і схемотехніка інформаційних та комп'ютерно-інтегрованих систем, електронні пристрої інформаційно-вимірювальної техніки: навчальний посібник. Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2019.

2. Любимов А.Я., Кудряшов В.О., Грабовський О.В., Богун В.Д., Добровольська С.В., Кудряшов С.В. Електроніка: навчальний посібник. Одеса: ТОВ «Плутон», 2015.

Науковий керівник – Оленев М.В., к.т.н., доцент

ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ МАЛОГО ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА ЗА ДОПОМОГОЮ ДОМШОК НАНОЧАСТОК

**Мілованов В.І., д.т.н., проф., Балашов Д.О., інженер
Одеська національна академія харчових технологій,
м. Одеса**

Традиційні робочі тіла і теплоносії практично вичерпали теоретичні можливості подальшого зростання показників ефективності теплоенергетичних систем. Перспективні рішення, що розширюють межі використання робочих середовищ в системах перетворення енергії, в останні роки були досягнуті за рахунок появи нових класів речовин – іонних рідин і нанофлюїдів. В останні два десятиріччя в наукову лексику швидко "увірвався" ряд нових слів з префіксом "нано": наноструктура, нанотехнологія, наноматеріал, наноколоїди, тощо. Є об'єкти, які по суті не були в арсеналі дослідників ще 20 років тому і без яких сьогодні вже неможливо представити сучасний розвиток науки – це наночастки у всьому їх різноманітті.

Зменшення частинок до нанометрових розмірів призводить до прояву в них так званих «квантових розмірних ефектів», коли розміри досліджуваних об'єктів можна порівняти з довжиною дебройлевської хвилі електронів, фононів та екситонів. У сфероїдальних наночастицях має місце тривимірне квантування рівнів, що дозволяє говорити, в залежності від складу наночастинок, про утворення «квантових точок», «квантових кристалітів» та інших об'єктів з нульовою розмірністю.

Нанофлюїди – розчини наночастинок, розміри яких знаходяться в діапазоні від 20 до 100 Å, є об'єктами інтенсивних наукових досліджень, завдяки раніше невідомим ефектам і аномальному зростанню коефіцієнта теплопровідності. Дуже мала кількість наночастинок, що рівномірно розподілені в базовій рідині може забезпечити вражаюче поліпшення термодинамічних характеристик базової рідини. Важливим досягненням в дослідженні теплоносіїв є застосування колоїдної суміші основної рідини хладагента або компресорного мастила і частинок розміром 1-100 нанометрів [1]. Мала кількість (близько 1%) мідних наночастинок в етиленгліколі або мастилі підвищують теплопровідність речовини на 40% і 150% відповідно. Звичайні суспензії вимагають концентрації 10% і більше для таких результатів [2]. Нанофлюїди є новим класом теплоносіїв і показують високий потенціал у застосуванні в холодильній промисловості. Використання наночастинок, розчинених в робочому тілі холодильної машини є перспективним засобом для підвищення її ефективності та зменшення вживання електроенергії. З розглянутих результатів ясно видно, що мається високий потенціал для поліпшення теплопередачі і практичного застосування.

Проведені в Україні та за кордоном дослідження теплофізичних властивостей колоїдних розчинів наночастинок з мастилами і холодоагентами показують високу перспективність використання подібного класу речовин в холодильній техніці. Використання нанофлюїдів дозволяє істотно підвищити тепломасообмінні характеристики холодоагенту, зменшити температурні перепади на поверхнях конденсатора і випарника і в результаті знизити

відношення тисків кипіння і конденсації, а отже і споживану холодильною машиною електричну потужність.

Метою даної роботи є дослідження впливу домішок наночастинок на прикладі роботи компресора малої холодильної машини. В результаті дослідження планується отримати значення холодопродуктивності і провести порівняння величини для чистого холодоагента та холодоагенту з додаванням наноматеріалів. Для проведення теоретичного розрахунку був взятий компресор малої холодильної машини, працюючої на ізобутані в складі калориметричного стенда. Розрахунки проводились при режимах з температурами кипіння -20 , -10 , -5 , 0 °C і температурі конденсації 40 °C. В якості домішок були взяті наночастки оксида титана в масовій концентрації $2,54$ %.

Аналіз експериментальних даних показав, що присутність наночастинок у робочому тілі може призвести до підвищення холодопродуктивності на $5-7\%$, але цей ефект спостерігається лише при температурах кипіння нижче $-15...-20$ °C. При високих температурах кипіння (від 0 °C і вище) спостерігається зворотний ефект зниження холодопродуктивності. З цього можна зробити висновок, що використання домішок наночастинок може підвищити характеристики компресора холодильної машини, при цьому не вимагаючи конструкційних змін. Використання нанодомішок перспективно також у побутових холодильниках, торгівельному і промислового обладнанні. Перспективи застосування нанофлюїдів у якості домішок у робоче тіло сучасних холодильних машин очевидні, однак ця проблема вимагає подальшого вивчення, аналізу, теоретичних та експериментальних досліджень, особливо в області високих температур кипіння.

Є високий потенціал для поліпшення теплопередачі і практичного застосування. Це дає можливість інженерам розробити компактний і ефективне холодильне обладнання. У кількох опублікованих статтях показується, що коефіцієнт теплопередачі нанофлюїдів набагато вище, ніж у звичайних рідин і існує лише невелике падіння тиску. Крім того, доступні експериментальні дані [3] обмежені і не можуть точно спрогнозувати зміну теплопередачі. Більш того, є лише кілька поправок для точного прогнозу продуктивності. Отже, необхідні подальші дослідження по конвективному теплообміну і більше теоретичних і практичних робіт для ясного розуміння і прогнозу гідродинамічних і термічних характеристик.

Література

1. M.I. Baraton. Synthesis, Functionalization, and Surface Treatment of Nanoparticles. Am. Sci., Los-Angeles, 2002
2. Evans W., Prasher R., Fish J., Meakin P., Phelan P. Effect of aggregation and interfacial thermal resistance on thermal conductivity of nanocomposites and colloidal nanofluids, // Inter. J. of Heat and Mass Transfer. 2008. Vol. 51. P. 1431-1438.
3. X. Wang, X. Xu, S.U.S. Choi, Thermal conductivity of nanoparticle-fluid mixture, J. Thermophys. Heat Transfer 13 (1999) 474–480.

**АВТОМАТИЗОВАНИЙ СПЕКТРОЕЛІПСОМЕТРИЧНИЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ В ОПТИЧНІЙ МЕТРОЛОГІЇ НАНООБ'ЄКТІВ**

**Кованжі П.О., Прокопець В.М., Поперенко Л.В., Бондаренко В.А.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
м. Київ**

Мета роботи полягала в розробці фізичних засад метрології наномасштабних об'єктів шляхом їх діагностики поляризованим світлом через сумісні вимірювання їхніх розмірних (глибина скін-шару), оптичних (діелектрична проникність) і оптоелектронних (плазмова і релаксаційна частоти носіїв заряду) характеристик.

Для досягнення цієї мети слугували удосконалені нами вимірювальні процедури, засновані на кутовій, азимутальній та спектральній еліпсометрії, рефлектометрії із збудженням поверхневого плазмонного резонансу, а також розробка автоматизованого спектроеліпсометричного устаткування, в основу принципу дії якого покладено безкомпенсаторний ненульовий метод Бітті-Кона. За тим використано створені програмні продукти для автоматичного керування поляризаційними елементами вимірювальної схеми та розв'язання обернених задач еліпсометрії по визначенню низки фізичних параметрів наноб'єкта за вимірними характеристиками зондового поляризованого світла після взаємодії з ним. Передбачено побудову адекватного модельного уявлення про структуру і оптичний відгук вимірюваного наноб'єкту. Критерієм стійкості знайденого розв'язку і його однозначності стосовно розрахованих величин геометричних та оптичних параметрів наноб'єкта слугують, по-перше, мінімізація функції нев'язки при вимірюваннях за схемами відбивання світла при кількох кутах падіння і, по-друге, проведення детального порівняльного аналізу відповідних даних атомно-силової мікроскопії для цього наноб'єкта.

Визначений за такою вимірювальною процедурою геометричний параметр наноб'єкта надалі виконуватиме роль першочергового стандарту. З його урахуванням через результат проведеного сумісного вимірювання у фінішній частині розрахунку досягається повнота розв'язку оберненої задачі еліпсометрії і стає можливим отримання надійних значень ще двох складових комплексної діелектричної проникності показників заломлення і поглинання скін-шару, які в повній мірі охарактеризують його оптичний відгук.

Досягнута в результаті зазначених оптичних вимірювань своєрідна паспортизація наноб'єкта за числовими значеннями необхідних трьох експлуатаційних характеристик, а саме: товщини тонкої плівки чи шару (або глибини скін-шару), показників заломлення і поглинання, стає і достатньою передумовою забезпечення відтворюваності результатів його оптичної діагностики поляризованим світлом при подальшому використанні певного зразка (чи серії паспортизованих зразків) як робочого еталона для лабораторних потреб. Такий підхід запропоновано нами при створенні на основі наногетероструктур з поверхневим шаром графена надчутливих сенсорів, принцип дії яких базується на використанні плазмонного ефекту.

При розгляді моделей шаруватих структур враховано особливості будови окремих шарів, а саме, наскільки ті є однорідними (або неоднорідними чи градієнтними), суцільними (чи з включеннями або порами), а за притаманним

їм атомним упорядкуванням є аморфними чи кристалічними в суцільній або в острівцевій формі самого шару (1), і за оптичними властивостями - ізотропними чи анізотропними (2).

Потреба розширити число необхідних експлуатаційних параметрів нанооб'єктів, які підлягають детальному розгляду і розробці фізичних засад з наданням стандартних вимірювальних схем для їх визначення, стає наразі ще більш актуальною в задачах наноелектроніки і фотовольтаїки. За окремими закономірностями, виявленими спектроеліпсометричною діагностикою через певні особливості поведінки відповідних оптичних спектрів можливим стає оцінювання розмірів «квантових точок», осаджених на суцільну поверхню напівпровідника. Такі результати також можуть бути додатково проконтрольовані атомно-силовою мікроскопією перед наданням паспортних даних стосовно розмірних параметрів та оптичних сталих шарів гібридної наноструктури для її практичного використання в пристроях наноелектроніки

Згідно з отриманими нами результатами стосовно наногетероструктур [1] та проведених вимірювань оптичних сталих графенового шару із встановленням особливостей їхньої поведінки в ближній інфрачервоній області в умовах плазмонного збудження його електронної підсистеми [2] не з'ясованим залишилося питання щодо підвищення чутливості цього шару в якості сенсора під час діагностики змін показника заломлення контрольованої рідини в околі його значення $n = 1,30$ за залежністю кутового положення мінімуму коефіцієнта внутрішнього відбивання такого сенсора.

Тому саме в комплексному підході завдяки сумісному використанню прецизійного спектроеліпсометричного методу за схемою Бітті-Кона та автоматизованого експериментального устаткування для його реалізації нами створено послідовність вимірювальних процедур для метрологічного забезпечення заданого типу оптичних експлуатаційних характеристик складових шарів наногетероструктур з поверхневим шаром графена [2].

Принципова схема автоматизованого спектроеліпсометричного комплексу, призначеного для вимірювання оптичних сталих n і α (n і α – показники заломлення і поглинання) у видимій області спектра та відповідних товщин скін-шару, зібрана на базі монохроматора ДМР-4 (рис.1).

Світло від джерела (1) проходить крізь оптичну систему монохроматора ДМР-4 (2), модулятор (3) (функціонує зі сталою частотою модуляції) та поляризатор (4) (незмінний азимутальний кут якого складає 45° відносно р-площини), потрапляє на поверхню досліджуваного зразка (6), який закріплено на поворотному столику (5). Відбиваючись від зразка (6), світло проходить крізь аналізатор (7), що обертається навколо осі оптичної системи, і потрапляє на ФЕП (8). Аналізатор (7) і ФЕП (8) встановлено з можливістю поворотів відносно вертикальної осі гоніометра. Аналоговий сигнал з ФЕП (8) надсилається до синхронного детектора (10) і після підсилення в ньому сигнал потрапляє на контролер (11), який забезпечує аналогово-цифрове перетворення цього сигналу та обмін даними із персональним комп'ютером ПК (12). Вимірювання інтенсивності світлового потоку проводиться при різних азимутальних положеннях аналізатора (7), який обертається за допомогою крокового двигуна (9). Сканування спектру за довжинами хвиль світла відбувається поворотом барабану монохроматора (2) за допомогою крокового

двигуна (14). Сканування може проводитись в діапазоні довжин хвиль світла від 0,24 до 1,2 мкм.

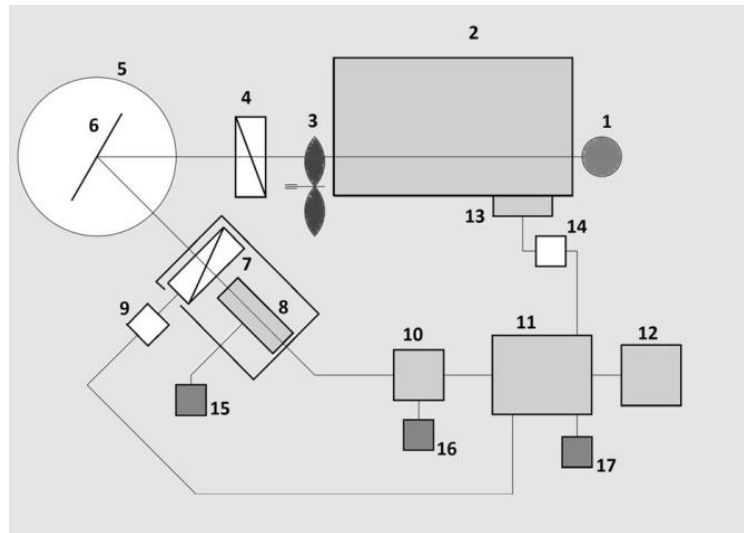


Рисунок 1 – Блок-схема експериментального устаткування:

- 1 – джерело світла, 2 – монохроматор, 3 – модулятор, 4 – поляризатор,
 5 – поворотний столик гоніометра, 6 – зразок, 7 – аналізатор,
 8 – фотоелектронний підсилювач (ФЕП), 9 – двигун для поворотів аналізатора,
 10 – синхронний детектор, 11 – контролер, 12 – персональний комп'ютер,
 13 – барабан монохроматора, 14 – двигун барабану монохроматора, 15, 16 і
 17 – блоки живлення.

В якості поляризатора (4) та аналізатора (7) застосовувались призми Глана з повітряним проміжком. Призми закріплено в тримачах, пов'язаних з кутомірними лімбами. Столик з досліджуваним зразком (6) розміщено на гоніометрі, за допомогою якого встановлювали певний кут падіння φ на зразок (6) з точністю, не нижчою за 6". В якості приймача випромінювання використано фотоелектронний помножувач ФЕУ-62 (0,4-1,2 мкм). Електричний сигнал після фотопомножувача підсилено за допомогою синхронного детектора (10). Роль реєстратора сигналу виконує аналогово-цифровий перетворювач контролера (11) типу Arduino, який передає дані до ПК (12) для подальшої обробки за допомогою розробленого для цього програмного забезпечення.

Автоматизація спектроеліпсометричного устаткування дозволила скоротити час для проведення вимірювання таких еліпсометричних параметрів як різниця Δ фаз між ортогональними компонентами вектора поляризації та азимут ψ відновленої лінійної поляризації за умови, що час вимірювання цих параметрів для однієї довжині хвилі світла не перевищує 10-12 секунд.

Для того щоб налаштувати вимірювальний комплекс, необхідно провести юстування в схрещеному положенні його поляризаційних елементів за наявності зразка в оптичній системі для визначення в ній р- і s-напрямків (а), по відношенню до одного з яких забезпечити калібровану шкалу для відліку азимутальних кутів за лімбами цих елементів під час поворотів (б). Згодом при обертанні аналізатора слід автоматично реєструвати фотоелектричний сигнал при таких типових для метода Бітті-Кона азимутах, як 0° , 45° і 90° (в) і 135° для додаткового контролю налаштування всього комплексу (г). Під час функціонування розробленого комплексу в якості перших робочих еталонів наноб'єктів було обрано зразки з шаруватою структурою з певними

товщинами d відбивального шару, а саме: $\text{Au}_{(d=70,9\text{nm})}$ (зразок 1, рис.2) та гетероструктура $\text{Cr}_{(d=1.7\text{nm})}\text{-Au}_{(d=34.8\text{nm})}\text{-HfO}_2_{(d=44.5\text{nm})}$ (зразок 2, рис.3).

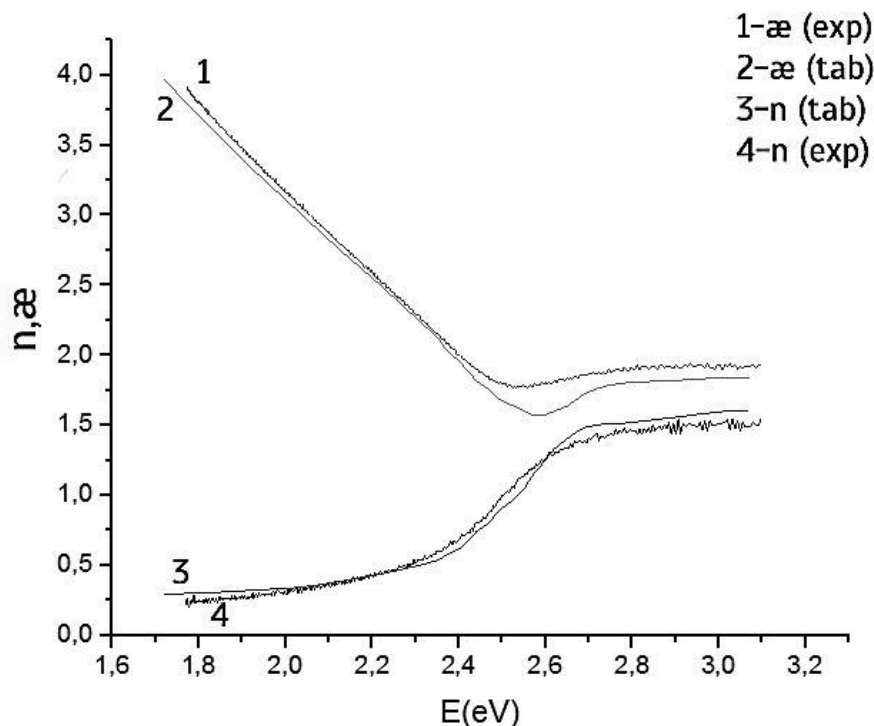


Рисунок 2 – Залежність показників заломлення та поглинання від енергії фотонів для зразка $\text{Au}_{(70,9\text{nm})}$: (exp) – отримані дані, (Tab) – табличні дані [3].

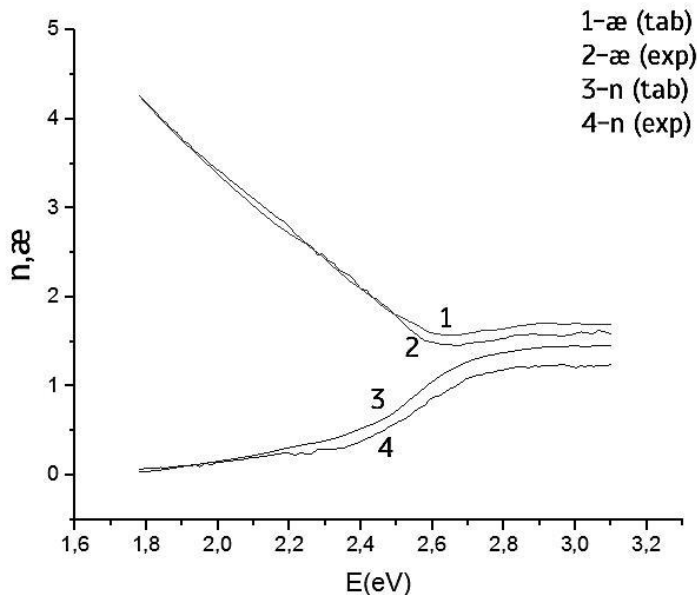


Рисунок 3 – Залежність показників заломлення та поглинання від енергії фотонів для зразка $\text{Cr}_{(1.7\text{nm})}\text{Au}_{(34.8\text{nm})}\text{HfO}_2_{(44.5\text{nm})}$: (exp) – отримані дані, (Tab) – табличні дані [3].

Геометричні характеристики зразків було порівняно з даними атомно-силової мікроскопії, а оптичні – з розв'язками оберненої задачі еліпсометрії. Експериментально отримано спектральні залежності еліпсометричних параметрів Δ і ψ , а також визначено дисперсію показників заломлення n та поглинання k у наближенні ефективного середовища і проведено їх порівняння

з табличними даними. На рис.2 для зразка $\text{Au}_{(70,9\text{nm})}$ видно, що існує розбіжність між експериментальними і літературними даними в сторону короткохвильової області спектра, починаючи з енергій фотона 2,4 еВ. Це можна пояснити тим, що в експерименті нами була використана тонка плівка золота, а табличні дані відносяться до масивного зразка Au.

На рис. 3 для зразка $\text{Cr}_{(1.7\text{nm})} \text{Au}_{(34.8\text{nm})} \text{HfO}_{2(44.5\text{nm})}$ теж помітна відмінність експериментальних результатів по відношенню до літературних даних для показників заломлення і поглинання, починаючи з енергій фотонів 2,2 еВ і вище, де відхилення для n становить 0,3, а розбіжність для показника поглинання – 0,2. Очевидно, причиною цього могла стати поява додаткової плівки, сформованої через наявність сторонніх речовин, присутніх в повітряній атмосфері, оскільки повторні вимірювання для цього зразка проводилися через значний проміжок часу.

В аналогічному для зразків 1 і 2 експериментальному підході щодо визначення геометричних і оптичних характеристик поглинальних середовищ проведено також детальну діагностику поляризованим світлом і зразків Si та тонких плівок $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$.

Таким чином, завдяки розробленому спектроеліпсометричному комплексу з можливістю його автоматизації шляхом удосконалення конструкції оптико-механічних вузлів з реєстрацією і обробкою фотоелектричного сигналу при типових азимутальних кутах, притаманних ненульовому безкомпенсаторному методу Бітті-Кона, під час обертання аналізатора забезпечено умови для проведення метрологічних вимірювань діелектричної проникності (оптичних сталей) і товщини скін-шару для таких нанооб'єктів як наноструктуровані плівки і гетероструктури. Проведена автоматизація системи реєстрації спектроеліпсометра забезпечує вимірювання оптичних сталей з відносною похибкою, що не перевищує 2%, а її швидкодія в процесі вимірювань еліпсометричних параметрів при одній довжині хвилі світла складає від 10 до 12 с.

Література

1. Poperenko L.V., Yampolskiy A.L., Makarenko O.V., O.I. Zavalisty O.I. Optimization of Optical Parameters of Metal-Dielectric Heterostructures for Plasmonic Sensor Formation / *Metallophysics and Advanced Technologies*. 2019. V. 41, № 6, 751-764 pp .
2. Rozouvan T.S., Poperenko L.V., Kravets V.G. Optical properties of graphene film growing on a thin copper layer. *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*. 2016. V.19, №1. P. 57-61).
3. Edward D. Palik. Handbook of optical constants of solids / Edward D. Palik. – Institute for Physical Science and Technology University of Maryland, 2009. P. 286-295.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАЛОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ ПРИ ПЕРЕХОДІ НА АЛЬТЕРНАТИВНІ ХОЛОДОАГЕНТИ З НИЗЬКИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

**Яковлев Ю.О., к.т.н., доцент, Сирбу М.І., студент магістр
Одеська національна академія харчових технологій,
м. Одеса**

Застосування в холодильній техніці більш ефективних і екологічно чистих технологій на сьогоднішній день є однією з найважливіших задач. Це пов'язано як з необхідністю економії енергоресурсів, так і з захистом навколишнього середовища.

Як прототип для аналізу вибираємо малий поршневий герметичний компресор, так як герметичні компресори разом з безсальниковими є в даний час домінуючими в класі малих і середніх холодильних компресорів.

Герметичні компресори мають значні переваги перед відкритими машинами. В герметичному компресорі відсутній сальник, який є найвразливішим місцем машини: через нього можливі витoki холодоагента в процесі експлуатації. Ця обставина, а також те, що ротор електродвигуна герметичного компресора насаджений безпосередньо на вал, дозволяє зробити компресор швидкохідним, тобто збільшити швидкість обертання валу, що, у свою чергу, дає можливість зменшити діаметр циліндрів і, отже, понизити масу і габарити компресора при тій же продуктивності.

Герметичний компресор є найважливішим елементом герметичної холодильної машини. В герметичних машинах зменшується кількість холодоагенту в системі, оскільки не потрібно мати запасу для компенсації природних витоків; значно знижується витрата холодоагента при експлуатації, оскільки відпадає необхідність періодичної дозарядки машин; є можливість охолоджувати обмотку електродвигуна потоком всмоктуваних парів холодоагенту, що дозволяє підвищити навантаження на електродвигун, зменшити його масу і габарити.

Герметичні машини майже безшумні в роботі, а їх малі габарити дозволяють збільшити корисну ємність холодильного устаткування, зменшити розміри торгових автоматів і застосовувати ці машини для кондиціонування повітря. До недоліків герметичного агрегату можна віднести те, що у разі виникнення несправностей він, як правило, не підлягає ремонту.

Глобальне потепління клімату на планеті сприяло виробленню жорстких рекомендацій і вимог (Монреальський і Кіотський протоколи), що пред'являються до холодоагентів четвертого покоління, відмінною рисою яких є обмеження емісії парникових газів. У цю групу входять холодоагенти або суміші з низьким значенням потенціалу глобального потепління (ПГП), а також природні холодоагенти.

Холодоагенти, що відповідають екологічним, термодинамічним, експлуатаційним і економічним вимогам знайти практично неможливо, тому в кожному окремому випадку вибирають холодоагент з урахуванням конкретних умов роботи холодильної машини, і перевагу слід віддавати таким, які задовольняють принципним і визначальним вимогам.

У зв'язку зі зростаючою увагою до питань впливу людства на глобальне потепління холодоагенти, що традиційно застосовувалися в невеликих холодильних установках, піддалися ретельному вивченню з боку експертів. Регулюючі організації у всіх країнах світу уважно вивчають безпосередній вплив даних речовин на рівень глобального потепління.

Одним із прикладів може бути Директива Євросоюзу, що забороняє використання холодоагенту R134a в автомобільних кондиціонерах. США, Канада і Мексика запропонували скоротити рівень використання гідрофторвуглеців розвиненими країнами на 85% до 2033 року. У процесі пошуку нових хімічних речовин, які могли б прийти на заміну холодоагентів з високим потенціалом глобального потепління, було створено два з'єднання з низьким ПГП: R1234yf та R1234ze (E).

Ці речовини отримали назву гідрофторолефіни (ГФО). Час життя в атмосфері для них становить 11 і 18 днів відповідно, величина ПГП дорівнює 4 – для R1234yf та 6 – для R1234ze(E) (значення ПГП для холодоагенту R134a одно 1410). Нові холодоагенти мають низьким ступенем токсичності. Деякі властивості холодоагентів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння властивостей холодоагентів

Параметр	Холодоагент	R134a	R1234ze(E)	R1234yf
Потенціал глобального потепління (ПГП)		1410	6	4
Температура кипіння при $p=0,1$ МПа, °C		-26	-19	-30
Критична температура, °C		101	110	94
Тиск критичний, МПа		4,060	3,632	3,382
Критична щільність, кг/м ³		538	486	478
Щільність рідини, кг/м ³ , при 25 °C		1207	1163	1094
Щільність пара, кг/м ³ , при 25 °C		32,4	26,4	37,6
Молекулярна маса		102	114	114

Після того як запропоновані холодоагенти позитивно зарекомендували себе в новому холодильному обладнанні, перед фахівцями постає проблема – чи можна модифікувати численні діючі холодильні системи, які раніше робили на R134a, з невеликими витратами для роботи на R1234yf та R1234ze (E).

Були проведені теоретичні розрахунки холодильних циклів на R134a, R1234yf та R1234ze(E) в стандартному режимі.

Висновки.

1. Розрахунки показали, що R1234yf є прекрасним заміником для R134a, забезпечуючи порівнянну продуктивність і ефективність. Відхилення в отриманих значеннях продуктивності і ефективності лежать в допустимих межах похибки розрахунків. При використанні R1234yf замість R134a відпадає необхідність в заміні компресора.

2. Використання R1234ze(E) замість R134a призвело до зниження продуктивності компресора на 25,8% в порівнянні з R134a. Однак енергоспоживання обладнання скоротилося на 26%, так що холодильний коефіцієнт фактично виявився вищим, ніж при використанні R134a. Падіння рівня холодопродуктивності може бути зкомпенсовано за рахунок застосування компресора більшої об'ємної продуктивності, підбраного спеціально для R1234ze(E).

**ОПТИМАЛЬНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ CdZnTe-ДАТЧИКІВ В ДОЗИМЕТРІ
ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ**

**Банзак О.В., д.т.н., професор, Романова Ю.І., студентка
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса**

Розробка сучасних блоків детектування, призначених для контролю стану захисних бар'єрів шляхом вимірювання потужності дози гамма-випромінювання в повітрі, в складі систем радіаційного контролю АЕС є важливим і актуальним завданням. Блоки детектування, які знаходяться в даний час в експлуатації, системи АКРБ-03 виробили свій ресурс (АКРБ – апаратура контролю радіаційної безпеки) [1, 2]. Сама система, розроблена більше 20-ти років тому, не тільки виробила свій ресурс, але і морально застаріла [1]. Очевидно, що нові блоки детектування повинні володіти більш високими метрологічними і експлуатаційними показниками. Істотне поліпшення метрологічних та експлуатаційних характеристик детекторів, як показано вище, може бути отримано тільки на основі застосування нових матеріалів, зокрема, широкозонних напівпровідників, таких як CdZnTe [2].

Як правило, твердотільні детектори іонізуючого випромінювання можуть бути представлені у вигляді генератора струму. Але в цьому випадку слід розрізняти струмовий і імпульсний режими роботи детектора. У струмовому режимі встановлюється залежність між силою постійного струму, що протікає через чутливий об'єм детектора під дією випромінювання, і потужністю поглиненої дози.

В імпульсному режимі слід розрізняти два варіанти. У першому встановлюється зв'язок між зарядом, стерпними одиничними імпульсами струму в одиницю часу, і потужністю поглиненої дози. У другому режимі встановлюється зв'язок між частотою проходження імпульсів струму в одиницю часу і потужністю поглиненої дози. Цей варіант також характерний для роботи газорозрядних детекторів, які є генераторами напруги, а не струму [3].

Проведемо перерахунок заданого з умов експлуатації сигналу на вході попереднього підсилювача, відповідного шуму, в еквівалентну потужність дози. Порівняємо отриманий результат з чутливістю детектора для типових розмірів датчика. При цьому скористаємося співвідношеннями дозиметричних величин, наведеними далі [3].

Поглинена доза – відношення середньої енергії (dW), переданої випромінюванням речовині в елементарному об'ємі, до маси речовини в цьому обсязі (dm):

$$D = \frac{dW}{dm}, \text{ Гр.} \quad (1)$$

Потужність поглиненої дози – відношення приросту дози за інтервал часу dt до цього інтервалу часу:

$$P = \dot{D} = \frac{dD}{dt}, \text{ Гр/с.} \quad (2)$$

Щільність потоку енергії випромінювання, що іонізує або інтенсивність випромінювання – відношення сумарної енергії (dE), перенесеної за одиницю часу (dt) випромінюванням, що потрапило в обсяг елементарної сфери, до площі поперечного перерізу цієї сфери (dS):

$$I = \frac{dNdE}{dSdt} = \varphi dE, \text{ МэВ/(м}^2\cdot\text{с)}. \quad (3)$$

де $\varphi = \frac{dN}{dS \cdot dt}$ – щільність потоку частинок, що іонізують; dN – число частинок випромінювання.

Зв'язок щільності потоку енергії (E_γ) моноенергетичних фотонів з щільністю потоку має вигляд:

$$I = \varphi E_\gamma = \frac{A}{4\pi r^2} E_\gamma, \text{ МэВ/(м}^2\cdot\text{с)}. \quad (4)$$

Зв'язок потужності дози і щільності потоку енергії має вигляд:

$$D = I \mu_{em}, \text{ см}^2/\text{Г}, \quad (5)$$

де μ_{em} – масовий коефіцієнт поглинання енергії фотонів в речовині.

Таким чином, з розрахунків видно, що включення датчика в режимі роботи імпульсної пропорційної іонізаційної камери дозволяє збільшити чутливість в $\sim (2,55 \dots 2,8) \cdot 10^5$ раз при інших рівних умовах і характеристиках кристалів.

Література

1. Гаркавенко А.С. Радиационная модификация физических свойств широкозонных полупроводников и создание на их основе лазеров большой мощности. Львов: ЗУКЦ, 2012. 258 с.
2. Банзак О.В., Маслов О.В., Мокрицкий В.А. Полупроводниковые детекторы нового поколения для радиационного контроля и дозиметрии ионизирующих излучений: монография. / Под ред. В.А. Мокрицкого, О.В. Маслова. Одесса: Изд-во «ВМВ», 2013. 220 с.
3. Lytvynenko N. Development of Geoinformation Technology for Monitoring Events on the Basis of Data from Unstructured Web Resource Text / N. Lytvynenko, S. Lienkov, O. Lytvynenko, O. Banzak, H. Banzak. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)* ISSN: 2278-3075, Volume-9 Issue-5, March 2020. P. 1160-1165.

АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОРАБЕЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

**Ігнатенко О.А., аспірант, Садковська І.Ю., викладач-асистент
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса**

Вступ. Для захисту національних інтересів кожній державі, що має морські кордони, необхідно мати у своєму розпорядженні ефективні сили та засоби для протидії можливій агресії з моря. Тому, характерний для останнього часу інтенсивний темп розвитку кораблебудування в Україні привів до появи нових тенденцій в побудові корабельних енергетичних установок та як наслідок підходів щодо їх технічного обслуговування. Тому найважливішим завданням системи технічного обслуговування й ремонту є не тільки поповнення технічного ресурсу, але й застосування попереджувальних заходів, щодо забезпечення безпеки експлуатації, чого можна досягти лише знаючи поточний технічний стан складових конструкційних елементів двигуна.

Актуальність дослідження. Технічні засоби морського виконання, особливо військового призначення, потребують спеціальних методів діагностики, які враховують конкретні умови їх використання.

Одним з головних об'єктів діагностування в корабельній енергетиці є двигуни внутрішнього згорання і їх робочі процеси. Необхідність оцінки технічного стану двигунів внутрішнього згорання обумовлена, з одного боку, прагненням до зменшення матеріальних витрат при технічній експлуатації, а з іншого — можливістю оперативного керування технічним станом. Інформація про технічний стан дає можливість своєчасно усувати дефекти, що приводять до виникнення відмов та несправностей в двигунах, відхилення від нормального режиму їх роботи та скорочення технічного ресурсу. Справний технічний стан двигуна забезпечує високий рівень експлуатаційної надійності корабля в цілому.

Розвиток методів технічної експлуатації КЕУ на базі інформаційних технологій вимагає високого рівня формалізації процедур збору, обробки й аналізу вихідної інформації аж до одержання потрібної розв'язки, тобто якісно іншого рівня організації інформаційного середовища.

На сьогоднішній день існує безліч засобів, методів і систем отримання інформації про технічний стан корабельного двигуна шляхом як функціонального так і тестового діагностування. До неруйнівних методів контролю можна віднести: віброакустичний, тепловий, ультразвуковий, магнітний і т.і. В основу методів комплексної оцінки технічного стану покладені методи статичного, динамічного та параметричного діагностування. Однак не завжди можна своєчасно виявити несправність у зв'язку з нечіткістю та несвоечасністю отримання об'єктивної інформації про стан двигуна в режимі реального часу, тому методи й універсальні засоби діагностування, адекватні сучасному рівню розвитку теплонапружених ДВС, поки не створені.

Постановка завдання. Методи діагностики технічного стану технічних засобів характеризуються фізичною сутністю і способом вимірювання діагностичних параметрів, найбільш прийнятних для використання в

залежності від завдань діагностики.

На практиці діагностики технічних засобів використовуються три групи методів.

1. Метод діагностики за параметрами робочих процесів.

2. Метод діагностики за параметрами супутніх процесів (методи діагностики за герметичністю робочих об'єктів; тепловий метод; методи діагностики вузлів та систем за параметрами коливальних процесів; методи, оцінювальні стану вузлів та агрегатів за фізико-хімічним складом відпрацьованих газів та експлуатаційних матеріалів);

3. Метод діагностики за структурними (геометричними) параметрами, що безпосередньо характеризує стан вузлів та агрегатів енергетичної установки.

Одним з перспективних методів неруйнівного контролю морських технічних засобів є тепловий, в якому інформацію про порушення суцільності несе температура поверхні об'єкту, що контролюється, значення якого визначається зміною теплофізичних параметрів і геометричних характеристик.

На даний час теплові методи діагностування поки не знайшли необхідного розвитку в практиці технічної експлуатації корабельних технічних засобів, хоча тепловий параметр (температура або зміна її у часі) й теплонапружений стан дизелів може бути визначальним показником, що характеризує його технічний стан.

Реалізація теплового методу передбачає наявність функціонального зв'язку між зміною температури в деякій точці деталі і зміною структурного параметра. У загальному випадку теоретична оцінка точності зв'язку складна, але кількісне визначення її можливо при постановці експерименту. Відомі дані дозволяють зробити висновок про монотонну зміну температури і практично лінійний зв'язок її зі структурним параметром.

Параметром теплового (термометричного) діагностування є температура, яка відображає протікання робочого процесу, появу і розвиток цілого ряду несправностей в корабельних технічних засобах.

Тепловий контроль має ряд переваг перед іншими методами дефектоскопії:

– широка область застосування (активний та пасивний тепловий контроль);

– більша можливість автоматизації процесів контролю в наслідок його дистанційності;

– висока продуктивність контролю при практично будь-якому великому розширенні;

– можливість нескладної мобільної апаратної реалізації;

– малі тимчасові та фінансові затрати на впровадження (у більшості випадків).

Для окремих деталей та елементів збільшення інтенсивності їх теплового випромінювання характеризує локальні теплові перегріву, пов'язані з наявністю дефектів або неоднорідності. Своєчасне виявлення цих дефектів дозволяє провести заходи попередження виходу із строю деталей та пристроїв у цілому. Теплові методи за способом отримання інформації про інтенсивність випромінювання поділяються на контактні та неконтактні.

До контактних відносяться методи з використанням термопар, термочутливих фарб, рідкокристалічних з'єднань тощо.

Неконтактні методи вимірювання характеристик теплового поля

грунтуються на властивостях виведення електромагнітної енергії, пропорційної їх температурі. Використовують методи з одночасною та послідовною реєстрацією теплового випромінювання.

Проте, для досконалого проведення теплової діагностики з метою отримання більш точних значень передбачається використання широкого спектру більш дорожчих засобів. При візуальному контролі для паралельного отримання інформації використовуються електронно-оптичні перетворювачі – еджеографи, прилади з рідкими кристалами та фото чуттєвими плівками, тепловізори та ін.

Висновки. Тепловий метод контролю, заснований на таких фізичних явищах, як теплові поля, інфрачервоні джерела тепла, по яких можна діагностувати наявність зовнішніх або внутрішніх дефектів. Характер надлишкового температурного поля може точно показати специфіку порушення стану досліджуваного об'єкта й дозволить вчасно вжити необхідних заходів по запобіганню несправностей.

Ефективність методів теплового діагностування обумовлена можливістю автоматизації процесів знімання й обробки інформації за допомогою сучасної мікропроцесорної техніки й відповідного програмного забезпечення.

Комплексний аналіз інформації отриманої під час діагностування двигуна по зміні його основних теплових параметрів дозволить:

- оперативне виявлення несправностей на ранніх стадіях їх зародження та надання обґрунтованих рекомендацій для прийняття оптимального рішення;
- оперативне прогнозування наступу граничного технічного стану по відношенню до нормованих параметрів, які притаманні робочому процесу;
- прогнозування залишкового ресурсу з метою обґрунтування обсягів ремонтних і регламентних робіт у подальшому часі.

Таким чином, розвиток методів и вибір ефективних засобів теплового діагностування корабельних дизелів є актуальною задачею в умовах інтенсивної експлуатації корабельно-катерного складу вітчизняних Військово-Морських Сил.

Література

1. Стрелковская Л.А. Подбор информации для экспертной системы оценки технического состояния судового двигателя внутреннего сгорания в процессе эксплуатации. *Інформаційні технології*. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2016. №1(14). С.320-328.
2. Тимків А.В., Денісов В.Г. Методы и средства диагностирования судовой энергетической установки. *Суднові енергетичні установки*. Одеса: Одеська Національна морська академія., 2013. №32. С. 113-123.
3. ZbigniewKorczewski, Ph. D.Contemporary diagnostic methods for shipengines: a report on scientific research activity of Polish Naval Academy in this field. *POLISH MARITIME RESEARCH*. Polish Naval Academy, 2008. 2(56). pp. 46-58.
4. Спосіб теплової діагностики механічних редукторів: пат. №. 129692 UA. опубл.: 12.11.2018, Бюл. № 21.
5. Васильев-Южин Р. М. . И. Березин, Ю. А. Громцев и др. Корабельные двигатели внутреннего сгорания. *Експлуатація.*: учебник для курсантов высш. воен.-мор. инж. уч-щ / Р. М. Васильев-Южин; Ленингр. высш. воен.-мор. инж. уч-ще им. В. И. Ленина. Ленинград, 1975

СЕКЦІЯ 5
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

ЛОГІСТИКА ЯК ОСНОВА МЕНЕДЖМЕНТУ ТРАНСПОРТНИХ МОРСЬКИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Сичов М.І., к.х.н., доцент, Бадалян Д.С., студент
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса

Україна являється значною по площі державою Східної Європи. Вона володіє достатнім економічним потенціалом, а також вигідним географічним положенням. Через територію України пролягають безліч міжнародних транспортних коридорів, які сполучують Європу з Азією. Однак можливості таких коридорів використовуються не в повній мірі. Об'єми перевезень, по оцінкам фахівців, можливо збільшити в 5 – 6 разів і заробляти щорічно на транзитних перевезеннях 5 – 7 млрд. долл. США з наступним нарощенням доходів. В Україні є також ряд могутніх морських портів, однак через низький рівень розвитку логістики і недостатньої взаємодії поміж різними видами транспорту бізнес в більшості регіонів не може ефективно використати цю конкурентну перевагу. Обмежені контейнерні перевезення, причиною чого є відносно високі затрати засобів і часу, що виникають із-за нерозвинутої контейнерної інфраструктури в терміналах морських портів і в цілому мультимодальної інфраструктури для наступної обробки контейнерів. Не реалізований транспортний проект «ВІКІНГ» від Чорного до Балтійського моря.

Логістика – інтегральний інструмент менеджменту, що сприяє досягненню стратегічних, тактичних або оперативних цілей організації бізнесу за рахунок ефективного (з точки зору мінімізації загальних затрат і задоволення вимог кінцевих споживачів до якості товарів та послуг) управління матеріальними і (або) сервісними потоками, а також відповідними їм потоками інформації і фінансових засобів.

Основна ціль логістики морських перевезень має на меті виключення перебоїв в непереривному переміщенні товарів і транспортних засобів від пункту відправлення до пункту призначення. Принципи транспортної логістики (мінімізація витрат на транспортування, принцип стандартизації тари, економія від масштабу і дальності перевезень, розподілення і відмова від неекономічних товарів, доставка вантажів точно в назначені терміни) стають основним напрямком удосконалення транспортних технологій у сфері руху товарів, інтеграції виробничих і транспортних процесів. Існують фактори, які негативно впливають на якість надання послуг в морських торгових портах України. Ці проблеми морегосподарського комплексу України потребують пошуку нових вагомих конкурентних переваг функціонування. Такими об'єднаннями підприємств та організацій, які функціонують на певній території і мають великий потенціал відносно підвищення їх конкурентної спроможності, являються кластери.

Морський логістичний кластер – це різновидність логістичного кластеру, сучасний ефективний інструмент розвитку морегосподарського комплексу і суміжних з ним галузей, які активізують і стимулюють розвиток економіки регіону. Ефективне функціонування морських кластерів повинно бути ґрунтовано на взаємовигідному співробітництві поміж бізнесом, науковими закладами та місцевою владою, що буде сприяти досягненню синергетичного ефекту. Принципи морської транспортної логістики передбачають застосування використання всього комплексу підрозділів, що використовуються для доставки вантажів згідно угод і використання віх засобів в оптимальному і економічно вигідному режимі. Управління морським транспортом потребує знання особливостей всіх складових, що приймають участь в таких операціях.

В Україні не одержав відповідного розповсюдження логістичний аутосорсінг, відповідно якого всі послуги діляться на п'ять класів: First (1PL), Second (2PL), Third (3PL), Fourth (4PL) і Fifth Party (5PL) Logistics.

Логістика першого рівня 1PL – це внутрішня логістика, де всі послуги зосередженні всередині компанії – замовника.

Логістика другого рівня 2PL – це зовнішня логістика, коли одна або ж декілька компаній – провайдерів виконують для замовника базові логістичні послуги – транспортування і складське зберігання. В цьому секторі знаходиться майже весь український ринок логістичних послуг – майже 4000 компаній.

Логістика третього рівня 3PL – сама малочисельна група логістичного ринку України – не більше 1%. Логістичні послуги даного рівня зосередженні на комплексному управлінні процесами транспортування і зберігання вантажів.

Логістика четвертого рівня 4PL – зовнішня і внутрішня логістика. Компанія провайдер, виконуючи функції 3PL – провайдера логістичних послуг, також зобов'язується виконувати функції планування логістичних операцій, оренду і координацію роботи субпідрядників інших рівнів, всі пов'язані фінансові трансакції, ведення документації. Це рівень розвитку логістичного бізнесу.

Логістика п'ятого рівня 5PL – система, що являє собою так звану Інтернет-логістику – це планування, підготовка, управління і контроль за всіма складовими єдиного ланцюга транспортування вантажів за допомогою електронних засобів інформації. Два останні рівня повністю відсутні на ринку України і являються ціллю для всіх великих логістичних компаній світу.

Переважаючи в Україні 1PL і 2PL – мають мало шансів на виживання серед заявлених на світовому ринку 3PL і 4PL – операторів, які мають величезні масштаби бізнесу і відповідно можливості тиску на малих конкурентів.

Основні перепони, які затримують розвиток транспортно-логістичного обслуговування товарних потоків в Україні – це в першу чергу незадовільний стан транспортної і логістичної інфраструктури. Розвиток транзиту безумовно сприяє розвитку інфраструктури України в цілому. Однак поки що наша країна програє в конкурентній боротьбі транзитних маршрутів більшості своїх сусідів, що пояснюється наявністю чисельних проблем.

Все це свідчить про те, що одного вигідного географічного положення недостатньо для компенсації проблем внутрішньої інфраструктури. На сьогодні існує необхідність збільшення об'ємів транзиту, які проходять через транспортну систему держави, що викликало активізацію участі України в процесах Єврологістики. Це проявляється в тому, що Україна задіяна в чисельних міжнародних проектах і програмах, кожний з яких передбачає свої міри по розвитку транспортно-логістичної системи держав - учасників, в даному випадку, України.

Саме реалізація даних заходів дозволить Україні в майбутньому досягнути сучасного рівня розвитку логістики і зайняти гідні позиції на світовому ринку логістичних послуг.

Література

1. Чорноморський транспортний комплекс в системі глобального розвитку морської торгівлі. веб-сайт. URL: <http://www.transportin-form.com>.
2. Управління морським транспортом. веб-сайт. URL: <http://www.works.tarefer.ru/47/index.html>.
3. Логистика! Что это? веб-сайт. URL: <http://www.exp.log.ru>.
4. Карина Сороко. Развитие транспортной и таможенной логистики Украины. веб-сайт. URL: e-mail: ognennaia21.93@mail.ru.
5. Практическая логистика. Морские перевозки. веб-сайт. URL: <http://www.hvac-school.ru>.

СИСТЕМНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЛОГІКО-ДИНАМІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

Підгорний М.В.¹, к.т.н., доцент, Мельник В.П.², к.т.н., доцент, Рахімі Я.³,
аспірант

1 – Черкаський державний технологічний університет,

2 – Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України,

3 – Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»,
м. Черкаси

Вступ. Автоматизація процесів створення систем транспортування небезпечних вантажів є важливою народногосподарською задачею. Для її вирішення широко використовуються засоби, що реалізують інформаційні технології та забезпечують задані транспортно-технічні характеристики (ТТХ) автомобільного транспорту (АТ) в сучасних умовах його експлуатації.

Актуальність дослідження. Щорічно в Україні транспортними засобами перевозиться більше 950 мільйонів тон вантажів (в тому числі велика кількість небезпечних). Оскільки автомобільним транспортом перевозиться понад 21% потенційно небезпечних вантажів (вибухонебезпечні, пожежонебезпечні, хімічні та інші речовини), вимоги до забезпечення безпеки під час перевезення небезпечних вантажів застосовуються з метою приведення до мінімуму ризиків або неналежного транспортування небезпечних вантажів, в результаті чого може виникнути загроза життю людей, майну і навколишньому середовищу.

Виклад матеріалу дослідження. В статті отримала подальшого розвитку проблематика реалізації системної ефективності логіко-динамічних комплексів моніторингу транспортування небезпечних вантажів [1].

Комплексним показником рівня безпеки транспортування небезпечних вантажів прийнята ймовірність безпечного транспортування, що є добутком трьох складових комплексної системи забезпечення безпеки транспортування: надійності системи моніторингу транспортування небезпечних вантажів (СМТНВ) (безвідмовність СМТНВ) в процесі функціонування; ймовірність потрапляння АТ в умови небезпечних зовнішніх впливів і відмовобезпечність (безпека функціонування ергатичної системи «водій - АТ»). Працездатність АТ в екстремальних умовах експлуатацій оцінюється живучістю і в ряді ситуацій може характеризуватися ймовірністю відсутності потрапляння АТ в умови небезпечних зовнішніх впливів [2].

Формуються вимоги до безпеки транспортування небезпечних вантажів та здійснюється нормування вимог до можливих проявів надзвичайних ситуацій, що включають ускладнення умов транспортування (УУТ), складні ситуації (СС), аварійні ситуації (АС), катастрофічні ситуації (КС). Технічний стан АТ характеризується множиною станів, що представлені трьома підмножинами, що не перетинаються: справних (А), працездатних (частково працездатних - В), непрацездатних (С) станів: $A \subset Z; B \subset Z; C \subset Z; A \cap B = B \cap C = C \cap A = \varphi_n$.

Для множини станів АТ, які викликають особливі надзвичайні ситуації (ОНС) при порушенні функціонування підмножини (В) можна їх ранжувати по вихідним ефектам Φ_i :

$$\Phi_i = \{B_{УУТ}, B_{СС}, B_{АС}, B_{КС}\}, B = \{B_{ОНС}\} = \{B_{УУТ}, B_{СС}, B_{АС}, B_{КС}\} \quad (1)$$

Кількісна міра ефективності функціонування при виконанні складною системою АТ нетипових завдань (режимів) оцінюється за допомогою виразу (2)

$$E_{(t)} = \sum_{i \in \Phi} H_i \Phi_i \Leftrightarrow \sum_{i \in \Phi} P(H_i) \Phi_i, \quad (2)$$

де H_i – можливі стани АТ; $P(H_i)$ – ймовірність знаходження АТ (рівень виконання системою загальної задачі транспортування або рівень якості функціонування системи).

Вирішення проблеми управління перевезенням небезпечних вантажів та досягнення бажаного результату охоплює наступні етапи:

- ідентифікація проблеми – управління моніторингом перевезенням небезпечних вантажів в структурі ДСНС України;

- оцінка актуальності проблеми – відсутність процесу моніторингу перевезення небезпечних вантажів в структурі ДСНС України;

- визначення мети – використовуючи методику програмування життєвих циклів впроваджено критерій узагальнених системних вимог до цільових показників та характеристик комплексної автоматизації для побудова систем підтримки прийняття рішень для перевезення небезпечних вантажів в структурі ДСНС України;

- визначення структури системи для побудови набору варіантів - адаптація інформаційних систем на етапах ЖЦ перевезення техногенно-небезпечних вантажів;

- підготовка рішення (визначення процесу реалізації) - інтеграція автоматизованих підсистем у вигляді програмно-методичних комплексів і комплексів технічних засобів системи підтримки прийняття рішень для управління перевезенням (СМПНВ);

- узгодження знайденого рішення (визначення рішення) – науково-дослідна робота та дисертаційне дослідження; керування процесом реалізації рішення – завершення наукового дослідження та практичне впровадження результатів дослідження (патенти, свідоцтва, акти впровадження);

- оцінка реалізації та її наслідки (ефективності) – зменшення часу обробки оперативної інформації, розширення аналітичних можливостей у системі підвищення ефективності реагування підрозділів ДСНС України по ліквідації НС, економічний ефект від попередження можливих збитків від надзвичайних подій під час перевезення небезпечних вантажів.

Наявність інформаційної невизначеності на етапах ЖЦ перевезення НВ та процедури прийняття рішень підрозділами ДСНС України впливає на постановку задачі вирішенню проблеми.

Множина станів АТ $\{H_i\}$, утворюють групи підмножин, що неперетинаються $\{H_i_{ГН}\}$ і характеризує для поставленого завдання п'ять груп подій: умови нормального транспортування $\{H_i_{НТ}\}$, умови виникнення особливих надзвичайних ситуацій (УУТ - $H_i_{УУТ}$; СС - $H_i_{СС}$; АС - $H_i_{АС}$; КС - $H_i_{КС}$); $H_i_{НТ} \subset H_i_{УУТ} \subset H_i$; $H_i_{СС} \subset H_i$.

Отже $\{H_i\}$ є групи несумісних подій, що характеризують різні рівні функціонування АТ: від повного виконання технічних і експлуатаційно-технічних характеристик АТ до відмови АТ.

На відміну від проєктованих структур АТ для систем, що експлуатуються слід розуміти не тільки технічні характеристики (безвідмовність, довговічність і т.п.), але ж фактори взаємодії системи «людина - машина», тобто, ергатичні чинники.

Головним завданням у процесі управління при перевезенні небезпечних вантажів є вибір з множини рішень одного, найбільш доцільного в даних умовах (рішення).

Вибір засобів реагування для кожної НП буде успішним, якщо в процесі управлінської діяльності прийняте оптимальне рішення. Завдання програмування ЖЦ СМПНВ полягає в досягненні необхідних цільових показників СМПНВ у середовищі функціонування згідно умов оптимального розподілу обмеженого ресурсу по всіх етапах ЖЦ і в досягненні необхідної техніко-економічної ефективності систем і процесів проєктування, побудови й забезпечення оптимального функціонування СМПНВ [3].

Висновки. Безвідмовність транспортування небезпечних вантажів досягається за рахунок введення в структури СБТНВ систем резервування і створення стратегій і програм експлуатації, що забезпечують необхідний рівень резервування.

Як правило, застосовуються такі види резервування: параметричне, структурне, режимне, інформаційне, функціональне, ергатичне. Рішення задач резервування на всіх етапах ЖЦ АТ забезпечить заданий рівень системної ефективності, що досягається шляхом комплексної реалізації властивостей. Реалізація властивостей АТ в реальних умовах за етапами ЖЦ досягається за рахунок широкого впровадження ІАСУ, базисом яких є логіко-динамічні і системні моделі.

Системні моделі, забезпечать заданий рівень ефективності фракціонування АТ.

Література

1. Тимченко А.А., Підгорний М.В., Мельник В.П., Бойко В.В. Проєктування систем моніторингу транспортування небезпечних вантажів. *«Автоматика - 2017»*. Київ: Вид-во: НУБіП, 2017. С. 190-191
2. Підгорний М.В. Інформатизація виробничих процесів транспортної інфраструктури. *«Вісник Черкаського державного технологічного університету»*. Черкаси: – 2014. №1. С. 14-20.
3. Підгорний М.В. Впровадження системних досліджень в логістичні процеси. Автомобільний транспорт і автомобілебудування. *Новітні технології і методи підготовки фахівців: наукові праці міжнародної науково-практичної конференції*, (м. Харків, 19-20 жовтня 2017 р.). Харків, 2017. С. 38-40.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Ганєва Т.І., к.т.н., доцент, Кирилюк Є.В., викладач, Димов К.В., студент
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса

Логістика – одне з ключових засобів нормальної роботи організації. У даній сфері головне – дотримуватися основних елементів: по-перше, робити найвигідніший і оптимальний варіант поставки; по-друге, в даній сфері важливий ширший огляд розуміння всієї картини в цілому.

Логістика пов'язана з науковою і практичною діяльністю, яка включає в себе: роботу з організаціями, управління персоналом, матеріальними ресурсами, такими як продукція та сировина і інформаційно-фінансовою базою, яка допоможе доставити потрібний товар споживачеві.

Для організації оптимального переміщення матеріальних та інформаційних потоків в будь-якій великій організації необхідно вибудовувати логістичні процеси, що дозволить економити ресурси організації і оптимізувати складські запаси [1].

Виділяють три функції логістики:

1. інтегруюча – створює потік товарної бази по системі;
2. організуюча – погоджує дії учасників підприємства, а також стадії, через які повинен пройти товар;
3. керуюча – підтримка цілої системи шляхом створення витрат і противаг.

Головне глобальне завдання логістики – це досягнення максимального ефекту з мінімальними витратами.

1. Програма розвитку. У більшості організацій є планові програми розвитку, в яких намічається подальша політика і етапи зростання організації в цілому. Однак питань логістики далеко не кожна організація відводить належну увагу і необхідну статтю витрат, а також процесу професійного зростання рядових працівників, ступеня організації робочого процесу і іншим моментам.

2. Організаційна структура управління. Структура організації є свого роду планом, який повинен взаємодіяти з усіма підрозділами і враховувати особливості кожного. Грамотна структура є запорука прогресуючої продуктивності компанії.

3. Персонал. Співробітники – це ті особи, які є робочою силою, рушійним фактором, який дозволяє інтенсивніше працювати. Робота логіста в управлінні персоналом полягає в правильній постановці робочого часу, грамотному розподілі навантаження на кожен відділ, виявленні факторів, що перешкоджають нормальній роботі [1, 2].

В даній час великої організації з перевезення вантажів для підтримання ділового іміджу та ефективної роботи організації в цілому не обійтися без грамотно вибудованої логістичної системи. Для цього необхідно проводити комплекс оптимізаційних заходів, впроваджувати і підтримувати логістичні принципи організації.

Головна мета логістики – вчасно і в необхідній кількості доставити вироблену продукцію в потрібне місце з мінімальними витратами. Для того

щоб ця мета була досягнута, необхідно враховувати всі нюанси [2, 3].

Щоб вирішити завдання транспортної логістики, необхідно:

- 1) створити транспортні системи, а також транспортні коридори і транспортні ланцюги;
- 2) забезпечити технологічну єдність транспортно-складського процесу;
- 3) планувати транспортний процес зі складським і виробничим;
- 4) вибрати вид транспортного засобу;
- 5) вибрати тип транспортного засобу;
- 6) визначити раціональні маршрути доставки і ін.

Створення, аналіз і вдосконалення на основі методології загальної кібернетичної теорії систем становить перший, фундаментальний принцип транспортної логістики.

Основні моменти системного підходу в створенні транспортної логістики складаються з:

- 1) цілі створення і функціонування системи транспортної логістики;
- 2) елементів, з яких повинна складатися система транспортної логістики, щоб досягти поставленої мети;
- 3) структури, яку повинна мати система транспортної логістики для того, щоб досягти поставленої мети;
- 4) функціонування системи транспортної логістики, спрямоване на досягнення поставленої мети;
- 5) взаємодії системи транспортної логістики з зовнішніми системами;
- 6) результату діяльності системи транспортної логістики, який порівнюють з поставленою метою [3, 4].

Врахування потреб ринку транспортних послуг складається з:

- 1) надання широкого комплексу послуг (наприклад, виконання транспортним підприємством додатково до перевезень ще і вантажно-розвантажувальних робіт, пакування вантажів, тимчасового зберігання вантажів на своїх складах, митного оформлення зовнішньоторговельних вантажів і т.п.);
- 2) організації мультимодальних перевезень вантажів різними видами транспорту за єдиними транспортними документами;
- 3) доставки вантажів за чітким розкладом;
- 4) оформлення всіх транспортних документів самим транспортним підприємством.

Проблеми управління на автомобільному транспорті можна розглядати в різних аспектах, які мають на увазі використання як методів державного регулювання, так і ринкових методів вільного підприємництва. З огляду на найважливіші пріоритети стратегії розвитку транспортного комплексу України, необхідно перш за все чітко сформулювати вимоги, що пред'являються до автомобільного транспорту. Одним з інструментів вивчення даної проблеми може використовуватися логістика, як науково-практичний напрямок, що охоплює широкий діапазон бізнес-діяльності, яка завоювала міцні позиції в системі світогосподарських зв'язків [4, 5].

Необхідність розвитку системи логістичного управління на транспорті визначається умовами міжнародних перевезень, що характеризуються: зростаючим попитом на товари і послуги в формованих ринках; попитом на

імпортні і нові продукти; схожістю ринкового запиту в ланцюзі постачань; усуненням торгових бар'єрів в ланцюзі постачань; економією на масштабах в ланцюзі постачань; спеціалізованої підтримкою експорту в ланцюзі постачань; інтеграцією ланок у ланцюзі постачань вантажів; зростанням попиту на логістичні послуги у постачальників і клієнтів в ланцюзі постачань; зміною логістичних прийомів і операцій в ланцюзі постачань; поліпшенням комунікацій зі споживачами в ланцюзі постачань; вдосконаленням бізнес-процесів і систем управління ланцюгом поставок [2, 4].

На сучасному етапі розвитку логістичних і транспортних послуг ефективно управління логістичним ланцюгом поставок вантажів стало вирішальним фактором успіху в міжнародному сполученні, все більша кількість компаній докорінно змінюють свої організаційні та комерційні підходи. У істотній мірі це відбувається від перебудови індустрії послуг, що особливо стосується транспортної системи, де більшість традиційних постачальників транспортних послуг перетворилися в інтегрованих постачальників логістичних послуг. З огляду на те, що вони володіють значним досвідом і глобальними мережами, до них звертається все більше число замовників, причому це стало чітко вираженою тенденцією в міжнародній торгівлі і надання послуг.

Завдяки використанню найбільш вигідного виду транспорту в кожній ланці транспортно-логістичного ланцюга поставок вантажів стало можливим значне скорочення витрат. Реформа і вдосконалення умов розвитку транспортної індустрії є безперервним процесом. І як наслідок, транспортна логістика все більш інтегрується з логістичною системою промисловості та іншими ланками ланцюга поставок [5].

Література

1. Попова Н.В. Транспортно-логістична система: дефініція та складові. *Бізнес Інформ*. 2016. № 1. С. 169-174.
2. Пащенко Ю.Є. Транспортно-дорожній комплекс України в процесах міжнародної інтеграції: монографія / Ю.Є Пащенко, О.І. Никифорук; НАН України. Рада з вивчення продуктивних сил України. Ніжин: Аспект-Поліграф, 2008. 192 с.
3. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року: постанова Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80>.
4. Брагінський В.В. Розвиток транспортно-логістичної системи як форма реалізації транзитного потенціалу України. *Державне управління: теорія і практика* 2011. № 2. 12 с. URL: <http://www.academy.gov.ua/ej/ej14/txts/Braginskiy.pdf>.
5. Устенко М.О. Основні напрямки розвитку та завдання транспортної логістики. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. № 5. С. 251-254.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО МАНЕВРЕНОСТІ СИЛ І ЗАСОБІВ АВТОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Тесля С. Р.¹, магістрант, Братченко О. С.², науковий співробітник,
Братченко Г. Д.³, д.т.н., професор
1 – Військова академія (м. Одеса),
2 – Український науковий центр екології моря (УкрНЦЕМ),
3 – Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса

В [1] представлено аналіз сукупності факторів, які впливають на маневреність підрозділів автотехнічного забезпечення (АТЗ). Показано, що фізико-географічні особливості гірської, степової та лісної місцевостей можуть суттєво впливати на ефективність функціонування системи доставки засобів АТЗ. В цій роботі пропонуються розрахункові співвідношення для прогнозування експлуатаційної швидкості, яка враховує не тільки час на здійснення маршруту, але й інші складові витрат часу на навантаження та розвантаження вантажу, на повернення колони, необхідну кількість рейсів. Запропоновані розрахункові співвідношення, які враховують сукупність факторів, що знижують швидкість руху транспортних засобів (ТЗ). При цьому визначення максимально можливої швидкості руху ділянками маршруту наявних ТЗ залишається однією із задач, яка не розглядалася. Для її обчислення можуть застосовуватись надані в [2-4] розрахункові співвідношення. Для їх застосування необхідно мати дані про коефіцієнти зчеплення ТЗ з покриттям автомобільних доріг, коефіцієнт опору котінню коліс автомобіля. Такі коефіцієнти, наприклад, наводяться та аналізуються для різних типів покриття доріг, пересіченої місцевості та впливу метеорологічних факторів в [2-4]. Таким чином, при плануванні маршрутів руху сил і засобів АТЗ необхідно брати до уваги стан дорожнього покриття на різних ділянках передбаченого маршруту. Для отримання цієї інформації необхідно провести попередній аналіз місцевості та виділити ділянки з однорідними властивостями. В [5] пропонується ділення місцевості на лінійні (дороги) та площинні об'єкти з різними властивостями, в тому числі з урахуванням впливу рослинності, ґрунтів, гідрографії. Для вирішення такого завдання доцільно застосовувати сучасні географічні інформаційні системи (ГІС), які вже несуть частину потрібної інформації, а також можуть бути доповнені новими даними потрібними для проведення розрахунку швидкості руху ТЗ. Пропозиції щодо алгоритмів проведення розрахунків маневрів ТЗ із застосуванням ГІС надавались в [6, 7]. При цьому не розглядались конкретні дані, які мають зберігатись в ГІС, та співвідношення для обчислення швидкості руху ТЗ в різних умовах експлуатації.

Метою роботи є обґрунтування методики оцінювання швидкості переміщення сил і засобів автотехнічного забезпечення в різних умовах експлуатації із застосуванням ГІС для зберігання даних про характеристики місцевості щодо її прохідності в різних метеорологічних умовах.

Для досягнення цієї мети мають бути вирішені наступні завдання:

- провести обґрунтування та вибір розрахункових співвідношень для оцінювання максимально можливої швидкості пересування ТЗ різними типами місцевості та дорогах за різних умов експлуатації;
- обґрунтувати необхідні дані щодо характеристики місцевості, які мають зберігатись в ГІС для їх використання при виконанні розрахунків максимально можливої швидкості пересування по ній ТЗ;
- обґрунтувати необхідні дані щодо характеристик ТЗ та метеорологічних умов, які мають враховуватись при обчисленні швидкості руху ТЗ.

Для моделювання руху автомобіля по зовнішній швидкісній характеристиці його двигуна застосовуються розрахункові співвідношення надані в [2]. Вони можуть застосовуватись для обчислення швидкості руху автомобіля як дорогами з твердим покриттям, так і ґрунтовими дорогами та при русі пересіченою місцевістю. Для застосування цих співвідношень необхідні додаткові дані щодо коефіцієнтів зчеплення та опору котінню автомобілів різних типів, які отримуються з довідкових джерел, та зберігаються в базі даних ГІС.

Застосування ГІС дозволяє спростити завдання обчислення ухилу ділянок траєкторії руху ТЗ із застосуванням тривимірної інформації про рельєф місцевості (рис. 1), а також інформацію про мережу доріг з використанням програми ArcGIS ArcView та додаткового модуля ArcGIS 3D Analyst для тривимірного відображення моделей місцевості. В базу даних ГІС додається інформація про характеристики зчеплення та опір котінню автомобілів з урахуванням характерних погодних умов для тієї чи іншої пори року з відомих джерел. Також обираються для розрахунків дані щодо стану поверхонь доріг з різним покриттям, які є найбільш близькими до поточної інформації про погодні умови на час виконання необхідного маневру сил і засобів АТЗ. Якщо рух ТЗ має виконуватись також і пересіченою місцевістю, тоді має застосовуватись інформація про типи ґрунтів на маршруті руху. Інформація щодо розподілу типів ґрунтів також зберігається в ГІС (рис. 2). Детальну карту розподілу ґрунтів в Україні, а також для прикладу Одеської області, які розроблені А. Грачовим із застосуванням ГІС, наведені на авторському сайті [8].

Таким чином, в роботі представлені окремі результати з розробки математичної моделі для проведення розрахунку допустимої швидкості руху транспортного засобу ділянками маршруту із застосуванням досвіду моделювання таких процесів в теорії автомобіля та застосуванням можливостей ГІС для зберігання та застосування при проведенні розрахунків інформації про рельєф місцевості, стан ґрунтів та доріг та додаткової інформації про їх стан.



Рисунок 1 – Відображення дорожньої мережі ділянки місцевості спільно з тривимірним зображення її рельєфу в Одеській області



Рисунок 2 – Ділянка місцевості Одеської області з позначенням мережі доріг та типів ґрунтів

Література

1. Оленев В. М., Оленев М. В., Попович В. І., Хаба С. М. Оцінка факторів, які впливають на маневреність засобів автотехнічного забезпечення військової частини. Збірник наукових праць Військової академії. Одеса, 2017. Вип. 2(8). С. 93-99.
2. Безбородова Г. Б., Галушко В. Г. Моделирование движения автомобиля. Киев: издательское объединение «Вища школа», 1978. 168 с.
3. Евтюков С.А. Влияние факторов на сцепные качества покрытий автомобильных дорог. Современные проблемы науки и образования. 2012. № 3. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6099> (дата обращения: 17.12.2020).
4. Мигаль В. Д. Интеллектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів: монографія. Х.: Майдан, 2018. 262 с.
5. Engineering Design Handbook. Army Weapon Systems Analysis, Part one. Department of the Army Headquarters US Army Materiel Development And Readiness Command, Alexandria, VA 22333, DARCOM PAMPHLET No. 706-101, November 1977.
6. Маслов В. П., Исаков Е. Е., Ковалёв Ю. В. Методика оценивания проходимости местности с учетом требований к повышению маневренности мобильных воинских подразделений воздушно-космических сил. «Воздушно-космические силы. Теория и практика». Март 2020. № 13. С. 46-53.
7. Прібильський Д. С., Червонюк А. Ю., Братченко О. С., Братченко Г. Д. Оцінювання мобільності транспортних засобів із застосуванням ГІС-технологій: матеріали Одинадцятій Всеукраїнської НПК молодих учених і студентів «Технічне регулювання, метрологія, якість, інформаційні та транспортні технології» (4-5 червня 2020 року, Одеська державна академія технічного регулювання та якості. Одеса, Бондаренко М. О., 2020. С. 56-59.
8. Грачов А. Карти України. Ґрунти України. Режим доступу: <https://geomap.land.kiev.ua/soil.html>, <https://geomap.land.kiev.ua/obl-14.html>.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВАНТАЖНОЇ СИСТЕМИ СУДНА - ГАЗОВОЗУ ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ

**Мілованов В.І., д.т.н., професор, Василенко Є.В., студент
Одеська національна академія харчових технологій,
м. Одеса**

Останнім часом все більшого розвитку набувають трансатлантичні перевози скрапленого газу спеціальними судами-газовозами. Цей вид транспортування газу відіграє все більш значну роль в забезпеченні міжнародної торгівлі газом між країнами, які знаходяться на різних континентах світу. Світові заходи по запобіганню світового глобального потепління викликають активну діяльність по зменшенню добичі і використанню вугілля в усіх галузях народного господарства. Це приводить до підвищення попиту на газові енергетичні ресурси, в той же час спостерігається підвищення долі використання сланцевого газу у світовому балансі постачання газу в світовій енергетиці.

Розгляду сучасного судна-газовозу, а також його вантажної системи, яка забезпечує загрузку, транспортування та вивантаження газу, присвячена ця робота. Вантажні танки суден, що перевозять гази під атмосферним тиском, сконструйовані таким чином, щоб витримувати тиск максимум на 0,5 бару вище атмосферного, при цьому температура вантажу зазвичай утримується в межах $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Через невеликий тиск в вантажних танках, вони будуються таким чином, щоб найбільш повно використовувати корисний об'єм корпусу судна. Передбачено також, що вантажні танки повинні бути самонесучими і не мають жорсткого кріплення до корпусу судна, а це означає, що танки можуть вільно стискатися і розширюватися, незалежно від судових конструкцій. Як матеріал для виготовлення танків використовується вуглецево-марганцева або ж сталь з вмістом нікелю не менше 2%.

Танки встановлюються на спеціальні дерев'яні опори і жорстко кріпляться тільки до центральної опори, дозволяючи танку вільно розширюватися і стискатися.

Ізоляція вантажних танків, яка зазвичай наноситься на зовнішню поверхню танка у вигляді піни, значно знижує приплив тепла з навколишнього середовища. Міжнародні правила вимагають встановлювати на таких судах вторинний бар'єр для зниження ризику витоків вантажу в разі аварії. Така вимога виконується виготовленням танків подвійного дна і бортових баластних танків з низькотемпературної сталі. Вільні простори навколо кожного танка забезпечуються спеціальними ежекторами, що дозволяють видаляти рідкий газ, що накопичується в цих просторах в результаті пошкодження танка, в інший вантажний танк.

Кожен танк розділений поздовжньою перегородкою для зменшення вільної поверхні і обладнаний двома вантажними насосами.

Привід вантажних насосів електричний. На куполі кожного танка є пристрої для контролю за станом вантажу і відбору проб.

Установка для скраплення газів, яка використовується на таких судах, практично не відрізняється від установки, яка використовується на судах

напівнапірному типу. Весь сконденсований вантаж повертається знову в танки, так що втрати вантажу в процесі транспортування виключені.

Судна, що перевозять вантажі під атмосферним тиском не такі гнучкі у використанні по ряду причин. Головна з них – це те, що вантаж під час навантаження або вивантаження повинен знаходитися при низькій температурі (температурі кипіння при атмосферному тиску). Такі судна досить часто використовуються при перевезенні великої кількості однорідних вантажів, таких як пропан, бутан і аміак.

Враховуючи сказане, можна визначити переваги і недоліки таких суден.

Переваги:

- Найбільш повне використання корисного об'єму корпусу.
- Збільшення щільності вантажу, що перевозиться за рахунок низьких температур, і, отже, збільшення корисного завантаження.
- Вплив вільної поверхні зменшується за рахунок заповнення танків до рівня купола або установки поздовжніх перегородок в танках.
- Ефективність великих суден набагато більше, ніж малих, і тому суду такого типу будуються місткістю понад 100.000 кубічних метрів.

Недоліки:

- Висока вартість низькотемпературних сплавів, використовуваних для виготовлення вантажних танків, магістралей і клапанів.
- Необхідність ізоляції вантажних танків і трубопроводів для зменшення проникнення тепла в вантаж.
- Необхідність установки вторинного бар'єру, тобто подвійного корпусу.
- Для підтримки низького тиску в танках і низької температури, установка повторного зрідження повинна бути досить потужною, що тягне за собою додаткові витрати.
- Необхідність підтримки інертної атмосфери з низькою вологістю навколо вантажних танків.
- Використання цих судів тільки для великих партій однорідного вантажу, знижує їх ефективне використання на ринку.

Рішення поставлених в роботі задач базується на розгляді загальної характеристики типового судна-газовозу і його спеціального обладнання та оснащення. В роботі аналізуються експлуатаційні характеристики основних елементів вантажної системи судна, таких, як компресорні машини, насоси, система виробництва азоту, первинна і вторинна системи ізоляції та інше. Розглядається вплив кліматично-погодних умов регіону плавання судна, якості підготовки і обслуговування обладнання, його відпрацьованого ресурсу та інших факторів на робочі характеристики окремих елементів вантажної системи судна та її ефективність в цілому.

На базі цього аналізу вивчаються можливості підвищення ефективності роботи окремих елементів системи з метою зниження шкідливих витрат газу в період транспортування, підвищення техніко-економічних показників та екологічної безпечності судна. При цьому розглядаються такі елементи обладнання, як паливна система, система охолодження, система утилізації теплоти, газовипускна система, компресорна, насосна система, трубопроводи та запобіжні клапани. Аналізується вплив на роботу цих елементів зовнішніх факторів, а також якості її технічної експлуатації, управління та контролю.

Проведений аналіз цих факторів та умов експлуатації дає основу для розробки основних напрямків підвищення ефективності функціонування всієї вантажної системи судна-газовозу шляхом вдосконалення конструктивних, експлуатаційних та технологічних характеристик її окремих елементів. При цьому одною з основних задач вдосконалення системи вважають забезпечення її високої безпечності для обслуговуючого персоналу та зниження екологічної шкідливості для навколишнього середовища.

Судноплавство надає такий вплив на навколишнє середовище: шумове та світлове (при навантаженні і розвантаженні, а також при русі в льодах в полярну ніч) вплив на риб, морських птахів і ссавців, втрати води в системі технічних рідин з судів, викиди забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферу, скиди баластної води. Останній фактор призводить як до погіршення якості води, так і до появи в ній чужорідних видів.

Біологічні організми з інших середовищ, що переносяться з баластної води, можуть легко приживатися і поширюватися в локальному середовищі проживання, спотворюючи її біобаланс.

Під час морських перевезень СПГ в вантажних танках скраплений газ випаровується, утворюючи отпарний газ, який використовується в якості суднового палива. Надлишок отпарного газу або повторно скраплюється, або спалюється в спеціальному пристрої. Розрахунки показують, що викиди в атмосферу забруднюючих речовин від спалювання СПГ значно менше, ніж від спалювання нафтових видів суднового палива. Таким чином, танкери на СПГ повністю відповідають міжнародним екологічним вимогам щодо вмісту шкідливих викидів у вихлопних газах судів.

Що стосується вкладу в зміну клімату, то танкери на СПГ викидають обсяги вуглекислого газу в атмосферу приблизно на 20-25% менше, ніж танкери, що використовують нафтові види суднового палива. Разом з цим, великі викиди метану спостерігаються на танкерах, що використовують СПГ в якості палива в двопаливних двигунах, в порівнянні з судами, які працюють тільки на нафтових видах палива.

Надалі очікується удосконалення технологій зниження викидів метану в двопаливних двигунах.

Міжнародна морська організація (ІМО) оцінює внесок морського судноплавства в світові викиди парникових газів в 3,3%. Цей показник можна знизити за рахунок більш раціонального споживання енергії.

Ця проблема може вирішуватись такими технологічними рішеннями:

- застосування більш економічних двигунів;
- ширша утилізація тепла, що відходить;
- застосування альтернативних джерел енергії;
- збільшення вантажомісткості;
- збільшення розрахункової швидкості судна шляхом оптимізації форм корпусу і пропульсивного комплексу.

Врахування розроблених рекомендацій по вдосконаленню вантажної системи сучасного судна-газовозу дозволить підвищити економічну ефективність, надійність та екологічну безпечність трансатлантичного транспортування скрапленого газу.

ДОСЛІДЖЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ АКТІВ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ В СФЕРІ ТРАНСПОРТУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ.

Арцибашева Н.М., к.т.н., доцент, Меленчук Т.М., д.т.н., професор,
Гладка Т.О., студентка
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса

Актуальність теми дослідження: становлення Української держави в умовах ринкових реформ сьогодні залежить від розв'язання багатьох правових проблем, у тому числі у сфері транспортних послуг. Транспорт є однією з найважливіших галузей національної економіки, від функціонування якої залежать усі сфери суспільного виробництва, розподілу та обміну.

Україна як і будь-яка держава зацікавлена в ефективному регулюванні транспортних перевезень, зокрема, перевезення небезпечних вантажів, не тільки внутрішніх, а й міжнародних. Безперечно, що транспортування небезпечних вантажів пов'язано з особливою загрозою життю і здоров'ю людини та суспільства загалом, навколишньому середовищу, тому потребує особливої уваги зі сторони держави, і вдосконалення правового регулювання.

Метою дослідження є загальний аналіз системи нормативно-правових актів України, що регулюють перевезення небезпечних вантажів різними видами транспорту.

Об'єктом дослідження є суспільні відносини, які виникають при організації та здійсненні перевезень небезпечних вантажів.

Роль і значення транспорту визначені статтею 1 Закону України «Про транспорт» 10.11.1994 року, в якій зазначається, що транспорт є однією з найважливіших галузей суспільного виробництва, яка покликана задовольнити потреби населення й суспільного виробництва в перевезеннях [1].

Згідно з Законом України «Про перевезення небезпечних вантажів» від 06.04.2000 року: небезпечний вантаж – речовини, матеріали, вироби, відходи виробничої та іншої діяльності, які внаслідок притаманних їм властивостей за наявності певних факторів можуть під час перевезення спричинити вибух, пожежу, пошкодження технічних засобів, пристроїв, споруд та інших об'єктів, заподіяти матеріальні збитки та шкоду довкіллю, а також призвести до загибелі, травмування, отруєння людей, тварин і які за міжнародними договорами, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, або за результатами випробувань в установленому порядку залежно від ступеня їх впливу на довкілля або людину віднесено до одного з класів небезпечних речовин [2, 3]

Перевезення небезпечних вантажів – це сукупність організаційних і технологічних операцій з переміщення небезпечних вантажів залізничним, автомобільним, повітряним, водним та іншими видами транспорту, які здійснюються на договірних засадах та інших законних підставах.

Небезпечні речовини – речовини, віднесені до певного класу. На сьогодні всі небезпечні вантажі класифіковані, кожному з них присвоєно порядковий номер ООН.

Номер ООН (UN) – чотиризначний цифровий ідентифікаційний номер, наданий небезпечному вантажу КЕ ООН з перевезення небезпечних вантажів і

погодженої на глобальному рівні системи класифікації і маркування хімічних речовин Економічної і Соціальної Ради ООН.

КЕ ООН – Комітет експертів з перевезення небезпечних вантажів Економічної і Соціальної Ради ООН.

Згідно Закону України «Про перевезення небезпечних вантажів» транспортні засоби, якими перевозяться небезпечні вантажі, повинні відповідати вимогам державних стандартів, безпеки, охорони праці й екології, а також у встановлених законодавством випадках мати відповідне маркування і свідоцтво про допущення до перевезення небезпечних вантажів [3].

У складі транспортного законодавства України розрізняються наступні джерела:

Зважаючи на розгалужене законодавство в сфері транспортування вантажів можна поділити його на:

- загальне;
- спеціальне.

До загальних можна віднести:

- Конституція України від 28.06.1996 року;
- Цивільний кодекс України від 16.01.2003 року;
- Господарський кодекс України від 16.01.2003 року;
- Акти України (Закон України «Про транспорт» від 10.11.1994 року, Закону України «Про автомобільний транспорт» від 05.04.2001 р. та інші) [1];
- постанови та розпорядження КМУ (Постанова КМУ «Про затвердження Переліку документів, необхідних для здійснення перевезення вантажу автомобільним транспортом у внутрішньому сполученні» від 25.02.2009 року;
- та інші нормативно-правові акти.

Визначальне положення по відношенню до всіх інших законів і взагалі нормативних актів займає Конституція України – основний закон нашої держави. Конституція є джерелом транспортного права, виступаючи в якості юридичної бази його розвитку.

Конституція України встановлює, що людина, її життя і здоров'я визнаються найвищою соціальною цінністю і кожен має право на безпечне довкілля. З правом громадян співвідноситься обов'язок держави забезпечувати екологічну безпеку і підтримувати екологічну рівновагу на території України, зберігати генофонд українського народу.

Основними завданнями законодавства з питань перевезення небезпечних вантажів є:

- визначення основних принципів та напрямів державної політики у сфері перевезення небезпечних вантажів;
- визначення правових засад державного управління та державного регулювання безпеки у сфері перевезення небезпечних вантажів;
- установлення прав, обов'язків і відповідальності суб'єктів перевезення небезпечних вантажів.

Міжнародні перевезення радіоактивних матеріалів здійснюються відповідно до законодавства України, правил безпечного перевезення радіоактивних матеріалів Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ) та міжнародних договорів України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України.

В Україні створена комплексна правова база для здійснення безпечного перевезення небезпечних вантажів, але ця система має ряд істотних недоліків. З огляду на це дуже доречним було б розробити єдиний нормативний акт щодо перевезення небезпечних вантажів всіма видами транспорту з метою усунення розбіжностей у внутрішньому та європейському законодавстві щодо класифікації та ідентифікації, умов перевезення для забезпечення безпеки та схоронності вантажів.

Державне управління у сфері перевезення небезпечних вантажів здійснюють спеціально уповноважені органи виконавчої влади, контроль за діяльністю, яких здійснює Кабінет Міністрів України.

Доцільно зауважити, що на сьогоднішній день є чинним Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України «Про затвердження Порядку визначення органу, уповноваженого проводити перевірку знань працівників суб'єктів перевезення небезпечних вантажів» (від 20.08.2010 року № 604).

Цей Порядок установлює процедуру визначення органу, уповноваженого проводити перевірку знань працівників суб'єктів перевезення небезпечних вантажів (далі – Уповноважений орган). Такі працівники суб'єктів перевезення небезпечних вантажів (далі – працівники), займаються: класифікацією, пакуванням, маркуванням чи нанесенням знаків безпеки та інформаційних табло на упаковки, оформленням транспортних документів, відправленням, перевезенням або прийманням небезпечних вантажів, проведенням вантажних та інших операцій, пов'язаних з перевезенням таких вантажів.

Умови договору міжнародного автомобільного перевезення вантажів між європейськими державами визначає Конвенція про договір міжнародного перевезення вантажів (інакше: КДПВ або ЦМР), підписана у Женеві 19 травня 1956 р. Вона стала чинною з 2 липня 1961 р., а сьогодні діє у редакції від 5 липня 1978 р. Згідно з вказаною Конвенцією для здійснення автотранспортного перевезення укладається єдиний договір навіть у випадку його реалізації кількома перевізниками.

Серед міжнародних договорів є такі, що регулюють перевезення специфічних вантажів, або таких, що вимагають спеціальних застережних заходів і особливих умов при транспортуванні. Такою є, наприклад, Європейська конвенція про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів від 30 вересня 1957 р., яка набула чинності 29 січня 1968 р. Її учасницями є, зокрема, Австрія, Англія, Бельгія, Іспанія, Італія, Люксембург, Нідерланди, Польща, Португалія, ФРН, Франція, Швейцарія, Швеція.

За порушення законодавства про перевезення небезпечних вантажів юридичні та фізичні особи несуть відповідальність згідно з законом.

Перелік і кількість перевізних документів їх зміст залежать від виду та кількості небезпечних вантажів, що перевозяться, а також від способу їх перевезення.

Транспортні документи, необхідні при перевезенні небезпечних вантажів (на автомобільному транспорті):

- дорожній лист з позначкою «Небезпечний вантаж» або інший транспортний документ (Правила п.5.1.9, ДОПНВ Марго № 2002);
- свідоцтво про допуск водія до перевезення ОГ (Правила п.5.1.9, ДОПНВ Марго № 10315);

- аварійна картка інформації про безпеку (Правила п.5.1.9, ДОПНВ Марго № 10385);
- свідоцтво про допуск транспортного засобу до перевезення ОГ (Правила п.2.2.2, ДОПНВ Марго № 230000, 10282, 10283);
- дозвіл органів МВС на перевезення «особливо небезпечних вантажів» (Правила п.2.3);
- спеціальний дозвіл при перевезенні ОГ у міжнародному сполученні (Правила п.2.2.1);
- копія тексту відступу від правил (ДОПНВ Марго № 2010, 10602);
- пакувальний сертифікат на контейнер, призначений для перевантаження на морський або річковий транспорт (ДОПНВ Марго № 2008).

При цьому, транспортний документ, свідоцтво про завантаження контейнеру та письмові інструкції складаються відправником небезпечного вантажу. За відповідність цих документів встановленим вимогам та вантажу несе відповідальність відправник (у виді письмових інструкцій на випадок аварії або надзвичайної ситуації).

На виконання норм вказаних законів, Міністерством внутрішніх справ розроблено та введено в дію наказом МВС України від 26.07.2004 р. № 822 (zareestrovаний в Мін'юсті 20.08.2004 р. за № 1040/9639) Правила дорожнього перевезення небезпечних вантажів (далі – Правила). Підпунктом 9.1 д) Правил визначено, що під час перевезення небезпечних вантажів, на транспортному засобі повинно бути узгодження маршруту дорожнього перевезення небезпечного вантажу, видане Державтоінспекцією МВС України.

Єдиним загальнодержавним центром, що здійснює керівництво в галузі спеціальної підготовки водіїв автотransпортних засобів, які перевозять небезпечні вантажі, є Департамент Державтоінспекції МВС України.

В даній роботі проведено дослідження правового регулювання перевезень небезпечних вантажів різними видами транспорту. Розглянуто особливості законодавства як національного, так і міжнародного, щодо перевезень вантажів, зокрема, небезпечних.

Характерною рисою правового регулювання в сфері перевезень небезпечних вантажів є те, що в Україні існує розгалужена законодавча система в сфері галузі транспорту, функціонування якої є необхідною умовою стабілізації, структурних перетворень економіки, розвитку зовнішньої економічної діяльності, що особливо важливо для швидшої інтеграції України до Європейського Союзу.

Література

1. Про транспорт: Закон України від 16.10.2020 №232/94-ВР. *Голос України*. 2020. 13 с.
2. Про перевезення небезпечних вантажів: Закон України від 06.04.2000 р. № 1644-III. *Голос України*. 2000. 8 с.

СЕКЦІЯ 6

**ВПЛИВ ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ ТА
ГУМАНІТАРНИХ ДИСЦИПЛІН НА ЯКІСТЬ
ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ВНЗ
ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ**

КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЯК ЗАСІБ НАБУТТЯ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК З БАЗАМИ ДАНИХ

Хлівний М.О., студент, Янковський О.Г., к.т.н., доцент
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса

Згідно освітніх програм підготовки фахівців галузі знань «15 Автоматизація та приладобудування», вагому частину результатів навчання складають компетентності, які пов'язані з оволодінням сучасними інформаційними технологіями обробки даних. Так, студентам, які навчаються спеціальності «151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» потрібно опанувати наступні фахові компетентності та програмовані результати навчання [1]:

K16	Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.
ПР03	Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси.
ПР09	Вміти проектувати багаторівневі системи керування і збору даних для формування бази параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології.
ПР012	Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

Для реалізації визначених компетентностей у цикл вибіркової підготовки спеціалізованого блоку навчальних дисциплін навчального плану спеціальності 151 в межах курсу ВЗП01.03 «Бази даних» пропонується включити курсову роботу за темою «Розробка реляційної бази даних засобами СУБД MS ACCESS».

Основною метою виконання курсової роботи є закріплення та поглиблення теоретичних знань, оволодіння практичними навичками розроблення інформаційних систем для вирішення конкретних завдань у області обробки даних, а також використання сучасних систем управління базами даних та закріплення навиків самостійної роботи.

Виконання курсової роботи передбачає самостійне вивчення додаткових питань з теорії та практики обробки даних, UML-моделювання, створення графічного інтерфейсу користувача, а також отримання практичного досвіду

розробки програмних комплексів та оформлення відповідної документації на програмну розробку [2].

Під час виконання курсової роботи необхідно вирішити таку низку завдань:

- дослідження особливостей предметної області бази даних, що розроблюється;
- вивчення додаткової літератури з розроблення бази даних у рамках обраної предметної області;
- розроблення бази даних (БД): концептуальне, логічне та фізичне моделювання даних;
- аналіз отриманих результатів роботи БД.

Вхідні та вихідні дані для роботи подаються у вигляді переліку атрибутів заданої предметної області. Функціонал, який необхідно реалізувати, подається шляхом визначення певних методів.

Основна теоретична частина роботи включає багаторівневе проектування моделі БД, а саме:

1. Концептуальне моделювання.
2. Логічне моделювання.
3. Фізичне моделювання.

Результати моделювання БД необхідно подати у термінах ER-діаграми [2].

Практична частина роботи передбачає розробку засобами СУБД MS ACCESS реляційної бази даних, яка повинна містити усі основні об'єкти типової БД: зв'язані таблиці, запити до даних, форми, звіти, модулі.

Результуючий програмний продукт потрібно реалізувати у вигляді екранного додатку, який повинен забезпечувати:

- зручний графічний інтерфейс, який має багатовіконну структуру та включає необхідні елементи керування;
- введення даних з перевіркою їх коректності;
- корегування, додавання та видалення даних;
- перегляд введених даних;
- пошук даних за зразком.

Теоретичні знання та практичні навички, що отримують студенти під час виконання курсової роботи, є підґрунтям для вивчення спеціалізованих дисциплін та виконання дипломного проектування.

Література

1. Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». URL: <https://osatrq.edu.ua/diyalnist/navchalna-robota/osvitno-profesiyni-programi/>
2. Кузнецов С. Проектирование реляционных баз данных с использованием семантических моделей: диаграммы классов языка URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/74/74/lecture/2234>.

ЗАСТОСУВАННЯ ВИЗНАЧЕНОГО ІНТЕГРАЛУ В ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ

Бурмака В.В., студент, Гарбуз А.І., викладач
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
ВСП «Фаховий коледж вимірювань»,
м. Одеса

Метою даної роботи є дослідження прикладного характеру визначеного інтегралу та його застосування в спеціальних дисциплінах (електроніці, електротехніці).

Знаходження законів руху за швидкістю та прискоренням, розподіл кількості електрики в ланцюзі змінного струму, розподіл маси неоднорідного лінійного стержню за лінійною щільністю – це далеко не повний перелік задач, в основі рішення яких лежить вміння знаходити первісну або невизначений інтеграл, а також визначений інтеграл.

В теорії електричних кіл використовується математичний апарат, в основі якого лежить інтегральне числення. При дослідженні електричних кіл та знаходженні тих чи інших характеристик електричного кола безпосередньо використовується визначений інтеграл [1], [2]. Розглянемо застосування визначеного інтегралу при розв'язанні окремих прикладних задач з теорії електричних кіл.

Приклад 1. Знайти діюче значення струму, що уявляє собою послідовність імпульсів, зображених на рисунку 1 [3].

Розв'язання: Діюче значення I^2 функції $i(t)$ залежить лише від її абсолютного значення, тому діюче значення I^2 функції $i(t)$ за цілий період T та

за половину періоду $\frac{T}{2}$ рівні між собою. Тоді $I^2 = \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} i^2(t) dt$. Зважаючи на форму

імпульсу, можна вважати, що $I^2 = \frac{4}{T} \int_0^{\frac{T}{4}} i^2(t) dt$.

Пряма OA має кутовий коефіцієнт $k = \frac{4I_m}{T}$, тоді $i = \frac{4I_m}{T}t$, а діюче значення струму дорівнюватиме:

$$I^2 = \frac{4}{T} \int_0^{\frac{T}{4}} i^2(t) dt = \frac{4}{T} \int_0^{\frac{T}{4}} \frac{16I_m^2}{T^2} \cdot t^2 dt = \frac{64I_m^2}{T^2} \int_0^{\frac{T}{4}} t^2 dt = \frac{64I_m^2}{T^2} \cdot \frac{t^3}{3} \Big|_0^{\frac{T}{4}} = \frac{I_m^2}{3}.$$

Отже діюче значення струму дорівнює: $I = \sqrt{\frac{I_m^2}{3}} = \frac{I_m \sqrt{3}}{3}$.

Важливою характеристикою реальних процесів є середнє значення величини, так в електротехніці, середнє за період значення періодичного сигналу (напруги, сили струму) є його важливою характеристикою [3].

Приклад 2. Напруга на ділянці електричного кола задана у вигляді періодичної послідовності прямокутних імпульсів, що зображена на рисунку 2.

Напруга імпульсу $U_m = 1000V$, тривалість імпульсу $t_u = 10ms$, період повторення імпульсу $T = 10s$. Визначити середнє значення напруги впродовж

періоду.

Розв'язання: Обчислимо значення $U_{\text{сеп}}$:

$$U_{\text{сеп}} = \frac{1}{T} \int_0^T U dt = \frac{U_m}{T} \int_0^{t_u} dt = \frac{U_m}{T} \cdot t|_0^{t_u} = \frac{U_m t_u}{T} = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{10} = 1B$$

Отже шукане середнє значення напруги впродовж періоду дорівнює $U_{\text{сеп}} = 1B$.

Приклад 3. Визначити середнє значення синусоїдальної функції $f(t) = \sin \omega t$ протягом часу: 1) $t_1 = \frac{T}{2}$; 2) $t_2 = \frac{T}{4}$; 3) $t_3 = \frac{T}{8}$.

Розв'язання: Згідно з теоремою про середнє значення функції отримаємо:

$$1) F_{\text{сеп}} = \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} \sin \omega t dt = \frac{2}{\omega T} (-\cos \omega t) \Big|_0^{\frac{T}{2}} = -\frac{2}{\omega T} \left(\cos \frac{T\omega}{2} - 1 \right). \text{ Оскільки } \omega = \frac{2\pi}{T}, \text{ то}$$

$$F_{\text{сеп}} = -\frac{1}{\pi} \left(\cos \frac{T \cdot 2\pi}{T} - 1 \right) = -\frac{1}{\pi} (\cos 2\pi - 1) = 0;$$

$$2) F_{\text{сеп}} = \frac{4}{T} \int_0^{\frac{T}{4}} \sin \omega t dt = \frac{4}{\omega T} (-\cos \omega t) \Big|_0^{\frac{T}{4}} = -\frac{4}{\omega T} \left(\cos \frac{T\omega}{4} - 1 \right). \text{ Оскільки } \omega = \frac{2\pi}{T}, \text{ то}$$

$$F_{\text{сеп}} = -\frac{2}{\pi} \left(\cos \frac{\pi}{2} - 1 \right) = \frac{2}{\pi};$$

$$3) F_{\text{сеп}} = \frac{8}{T} \int_0^{\frac{T}{8}} \sin \omega t dt = \frac{8}{\omega T} (-\cos \omega t) \Big|_0^{\frac{T}{8}} = -\frac{8}{\omega T} \left(\cos \frac{T\omega}{8} - 1 \right). \text{ Оскільки } \omega = \frac{2\pi}{T}, \text{ то}$$

$$F_{\text{сеп}} = -\frac{4}{\pi} \left(\cos \frac{\pi}{4} - 1 \right) = \frac{4}{\pi} \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \frac{2}{\pi} (2 - \sqrt{2}).$$

$$\text{Отже: 1) } F_{\text{сеп}} = 0; \text{ 2) } F_{\text{сеп}} = \frac{2}{\pi}; \text{ 3) } F_{\text{сеп}} = \frac{2}{\pi} (2 - \sqrt{2}).$$

Таким чином можна відмітити, що аналіз учбової літератури за загальнотехнічними та спеціальними дисциплінами показує, що важливість поняття визначеного інтегралу пов'язане перед усім з застосуванням поняття інтегралу для моделювання багатьох важливих процесів в техніці.

Література

1. Лиман Ф., Власенко В., Петренко С. Вища математика: навчальний посібник. Ч. 1,2 – Універсальна книга, 2018. 614 с.
2. Клепко В. Голець В. Вища математика в прикладах і задачах: навчальний посібник. 2-ге видання. Київ: Центр навчальної літератури, 2019. 594 с.
3. Квітка С.О. Електроніка та мікросхемо техніка: підручник. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 223 с.

ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ЧИСЕЛ ДЛЯ РІШЕННЯ ДЕЯКИХ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

Мірошніченко О.І., старший викладач
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса

Комплексні числа виникли як методи розв'язання алгебраїчних рівнянь 3-го, а також 2-го ступеня. Незважаючи на те, що спочатку їх вважали лише вдалим математичним трюком, вони знайшли застосування у багатьох галузях різноманітних наук. Комплексні числа використовують в фінансових розрахунках, картографії, геодезії, при рішенні проблем електротехніки, теорії пружності, аеродинаміки та гідродинаміки, квантової фізики та інших галузях. Особливістю цього розділу математики є те, що деякі задачі, які мають досить складний метод розв'язання, завдяки використанню комплексних чисел зводяться до найпростіших випадків. Вміння використовувати методи комплексного аналізу дозволяє значно скоротити час на розв'язання завдань, тому оволодіння цим розділом математики є необхідним для більш якісної підготовки фахівців різноманітних напрямів. В якості демонстрації можливостей використання комплексних чисел, розглянемо задачу з фізики, пов'язану з коливальними процесами.

Для початку візьмемо диференціальне рівняння вільних гармонічних коливань. Воно має наступний вигляд:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$$

де x - деяка змінна величина (це може бути координата зміщення від точки рівноваги, кут зміщення та ін.) ω_0 - циклічна частота. Це рівняння другого порядку. Для його розв'язання необхідно знайти рішення відповідного характеристичного рівняння. В результаті отримаємо вираз для змінної величини:

$$x = A \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

де A - амплітуда, φ - початкова фаза. А тепер скористаємося комплексними числами. Припустимо, що x - комплексне число, причому представимо його у наступному вигляді

$$x = \hat{x} e^{i\alpha t}$$

де \hat{x} - амплітудне значення змінної величини, α - деяка константа, яка визначається з диференціального рівняння. При використанні такого запису, рівняння вільних гармонічних коливань зводиться до арифметичного рівняння:

$$(i\alpha)^2 \hat{x} e^{i\alpha t} + \omega_0^2 \hat{x} e^{i\alpha t} = 0$$

Звідси визначаємо значення $\alpha = \omega_0$. Таким чином отримаємо рішення цього рівняння в тому же вигляді, що і при використанні методів розв'язку диференціальних рівнянь (використовуємо той факт, що експоненту можна виразити через суму косинуса та синуса, а саме $e^{i\omega t} = \cos \omega t + i \sin \omega t$). В цьому випадку складність розв'язання рівняння, що першим методом так і другим, мало відрізняється. Тому використання комплексних чисел можна підставити під сумнів. Але при ускладненні даного диференціального рівняння складність методів буде зростати з різною швидкістю. Щоб продемонструвати

цю різницю, розглянемо більш загальний випадок.

Нехай на коливальну систему діє деяка зовнішня сила F , а також врахуємо той факт, що в реальних системах завжди присутня сила тертя. Тоді диференціальне рівняння коливань запишеться у формі:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = F$$

де γ – деякий коефіцієнт, який враховує наявність в системі сил тертя. Нехай зовнішня сила є періодичною, з власною циклічною частотою ω . Також припустимо, що зовнішня сила описується за законом $F = F_0 \cos(\omega t)$.

Розв'язати таке рівняння за допомогою методів диференціального аналізу вже не буде такою простою задачею, як у попередньому випадку. По-перше необхідно знайти розв'язок відповідного однорідного рівняння:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$$

Розв'язавши його отримаємо для нашої змінної величини:

$$x_1 = A_0 e^{-\gamma t} \cos(\omega_1 t + \varphi_1)$$

де $\omega_1 = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2}$ – циклічна частота з урахуванням сил тертя, φ_1 – відповідний зсув фаз. Наступний крок - це знаходження частинного розв'язку. Для нашого випадку він матиме вигляд:

$$x_2 = A_1 \cos(\omega t + \varphi)$$

де A_1 та φ – будуть визначатися з нашого диференціального рівняння. Потім загальний розв'язок буде представлений у вигляді суми частинного та розв'язку однорідного рівняння.

А тепер скористаємося комплексними числами. Нехай $F = \hat{F} e^{i\omega t}$, а $x = \hat{x} e^{i\omega t}$. Звичайно нас буде цікавити тільки дійсна частина комплексного числа. Тоді рівняння запишеться у формі:

$$e^{i\omega t} ((i\omega)^2 \hat{x} + \gamma i\omega \hat{x} + \omega_0^2 \hat{x}) = \hat{F} e^{i\omega t}$$

Звідси відразу знаходимо:

$$\hat{x} = \frac{\hat{F}}{\omega_0^2 - \omega^2 + i\gamma\omega} \quad \text{або} \quad \hat{x} = R \hat{F}$$

де $R = \frac{1}{\omega_0^2 - \omega^2 + i\gamma\omega}$. Після нескладних перетворень отримаємо для нашої змінної величини:

$$x = \rho F_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

тут ρ – величина відгуку системи на дію зовнішньої сили, яка знаходиться з рівняння $R = \rho e^{i\varphi}$, φ – відповідний фазовий зсув.

Використання комплексних чисел дозволяє звести диференціальне рівняння до алгебраїчного, яке в більшості випадків значно спрощує рішення задач. Але потрібно пам'ятати, що є випадки, коли використання комплексного аналізу для рішення рівнянь не є доцільним. Наприклад рівняння виду $y = f(x)^{g(x)}$ у комплексних числах не є тривіальною задачею, так як у випадку розглянутих диференціальних.

Література

1. . Гой П. Т., Махней О. В.. Диференціальні рівняння: навчальний посібник. Вид. 2-ге, випр. та доп. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2014. 360 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ВЕКТОРІВ В ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІНАХ

Шелудько Є.О., студентка, Гарбуз А.І., викладач
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
ВСП «Фаховий коледж вимірювань»,
м. Одеса

Метою даної роботи є аналіз застосування теми “Вектори” курсу математики в спеціальних дисциплінах та застосування векторного апарату при описі тих, чи інших явищ природи.

Величини – обов'язковий інструмент будь-якої науки про природу. Ними називають усе, що може бути виражено кількісно. Наявність величини дозволяє математизувати знання, інакше вивчення явищ природи зводилося б лише до спостережень та залишалося на рівні їх опису.

В загальнотехнічних дисциплінах в центрі уваги опиняються фізичні величини, які характеризують фізичні властивості об'єктів або особливості фізичних явищ природи. Ці величини можуть бути класифіковані за рядом ознак, серед них виділяються два види, що якісно відрізняються друг від друга: величини, що визначаються одним своїм числовим значенням, які називають скалярними та величини, що характеризуються не тільки своїм числовим значенням, а й напрямом у просторі, які називають векторними. Векторні величини однозначно визначаються трьома елементами: числовим значенням або модулем, напрямом та точкою прикладення. Математичною моделлю векторної величини є вектор. Векторна символіка загально технічних дисциплін співпадає з позначеннями, що застосовуються в математиці.

Найбільш важливий приклад векторної величини в загально технічних дисциплінах – сила, яка зображується спрямованим відрізком з початком (іноді – кінцем) в точці прикладення сил. В технічній механіці сукупність сил, що одночасно діють а деяке тіло, є системою сил $\{F_1, F_2, \dots, F_n\}$. Класифікація сил – векторів – на зовнішні та внутрішні, активні та реактивні, еквівалентні та інші, дають уяву про статику – один з важливіших розділів технічної механіки, що вивчає загальні властивості сил та умови рівноваги твердих тіл. Що знаходяться під дією прикладених до них сил. Важливою аксіомою статички є правило паралелограму: рівнодіюча двох сил, прикладених в одній точці, прикладена в тій самій точці та зображується діагоналлю паралелограму, побудованого на даних силах. В механіці додавання векторних величин за правилом паралелограму або трикутника називають геометричним, а сам паралелограм називається паралелограмом сил.

Інший розділ механіки – кінематика – вивчає рух тіл лише з геометричної точки зору поза залежністю від причин, що викликають цей рух. Важливішими векторними величинами кінематики є швидкість та прискорення матеріальної точки. Їх визначення аналогічно тому, як в математиці визначається фізичний зміст першої та другої похідної. Вектор, що зображує миттєву швидкість точки, в кожний момент часу спрямований по дотичній до траєкторії в сторогу руху точки, що витікає з означення швидкості.

В курсі фізики векторні величини застосовуються в електродинаміці, де центральне місце займає закон Кулона:

$$\vec{F} = F \cdot \frac{\vec{r}}{r},$$

де \vec{r} – вектор, проведений з центру O , в точку прикладення сили \vec{F} ;

F – проекція сили на напрям вектора \vec{r} .

Тоді сила \vec{F}_{12} , яка діє на точковий заряд Q_2 зі сторони точкового заряду Q_1 , дорівнює $\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 e} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^3} \cdot \vec{r}_{12}$, де r_{12} - вектор, що поєднує заряди (рис.1).



Рисунок 1

Таким чином, сила Кулона – приклад зв'язаної векторної величини.

Силову характеристикою електричного поля служить його напруга:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q_0},$$

де \vec{F} – сила, діюча зі сторони поля на нерухомий “пробний” додатній заряд Q_0 , який поміщений в точку поля, яка розглядається.

В електродинаміці та електротехніці для опису широко застосовуються такі векторні величини, як сила та щільність струму. Щільністю струму \vec{J} називають величину, яка характеризує швидкість переносу заряду в провіднику через одиницю площі його поперечного перетину.

Розклад вектора на складові – один з основних засобів при розв'язанні задач в теоретичній механіці, опорі матеріалів, деталях машин. Так, в динаміці, при криволінійному русі точки прикладену до неї силу \vec{F} розкладають на складові, котрим приписують певний фізичний зміст. Вважається, що дотична складова \vec{F}_r відповідає зміні модуля швидкості точки, а нормальна \vec{F}_n – зміні напрямку швидкості токи.

Таким чином можна відмітити, що аналіз учбової літератури за загальнотехнічними та спеціальними дисциплінами показує, що важливість поняття визначеного інтегралу пов'язане перед усім з застосуванням поняття інтегралу для моделювання багатьох важливих процесів в техніці.

Література

1. Рубіш В.В. Вища математика: конспект лекцій. Частина 1. Ужгород: ДВНЗ УжНУ, 2015. 96 с.
2. Клепко В. Голець В. Вища математика в прикладах і задачах: навчальний посібник. 2-ге видання. Київ: Центр навчальної літератури, 2019. 594 с.
3. Кармазін В.В., Семенець В.В. Курс загальної фізики: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. К.: Кондор, 2016. 786 с.

ЛІНІЙНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТА МАТРИЦІ

Русєва С.С., студентка, Лінкова О.В., ст. викладач
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса

Низка галузей народного господарства – економіка, управлінський апарат, статистика – мають справу з таблицями (масивами) з чисел. Таблиці є зручними при плануванні виробництва, звітності, тощо. Переваги табличного задання обширних числових даних очевидні: компактність запису, зручність орієнтування, наочність, можливість оперативно здобувати порівняльну характеристику. Наприклад, таблиця норм витрат матеріалу на одиницю продукції має вигляд:

Номер матеріалу	Номер продукції			
	1	2	n
1	a_{11}	a_{12}	a_{1n}
2	a_{21}	a_{22}	a_{2n}
.....
m	a_{m1}	a_{m2}	a_{mn}

Такі таблиці, що складаються з mn величини (елементів), розташованих в m рядках та n стовпцях, застосовуються в різних математичних обчисленнях. При цьому над такими таблицями можна виконувати різні перетворення, з ними можна проводити математичні операції, які підкоряються певним правилам. В силу цього вони самі стають математичними поняттями. Таблиці з mn елементів, розташованих в m рядках та n стовпцях, дії над якими підкорені правилам матричного числення, називаються *матрицями* та зображуються у вигляді

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Місце елемента в матриці, що визначається за вказівкою рядка та стовпця, дозволяє визначити, які показники характеризуються цим елементом. Для матриці характерним є те, що всі її рядки містять одне теж число елементів, рівне кількості стовпців, та навпаки.

Будь-яка економічна система – підприємство, галузь, народне господарство в цілому – характеризуються наявністю сукупності виробничих процесів $A = (a_{ij})$ та кількістю $x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_m \end{pmatrix}$ усіх продуктів, що є у системі. Виробнича

діяльність полягає в перетворенні за допомогою процесів A продуктів X у якісь інші, більш необхідні. Ідея перетворення – ключова в математиці та її прикладеннях. Розглянемо таблицю, в якій наводяться дані, що характеризують кількість деталей трьох типів a, b, c , необхідних для виробництва приладів трьох типів 1, 2, 3.

Тип деталі	Вид приладу		
	1	2	3
<i>a</i>	1	2	3
<i>b</i>	2	5	6
<i>c</i>	2	7	7

Якщо позначити через x_1, x_2, x_3 число приладів виду 1, 2, 3 відповідно, а через y_1, y_2, y_3 – загальне число деталей типу a, b, c , необхідних для зборки всіх приладів, то неважко помітити, що

$$\begin{aligned} y_1 &= 1 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 + 3 \cdot x_3 \\ y_2 &= 2 \cdot x_1 + 5 \cdot x_2 + 6 \cdot x_3 \\ y_3 &= 2 \cdot x_1 + 7 \cdot x_2 + 7 \cdot x_3 \end{aligned} \quad (2)$$

Тут кожне значення y_1, y_2, y_3 лінійно виражається через x_1, x_2, x_3 , або y_i є лінійною комбінацією x_1, x_2, x_3 , $i = 1, 2, 3$. Співвідношення (2) прийнято називати лінійним перетворенням невідомих x_1, x_2, x_3 в невідомі y_1, y_2, y_3 . Їх можна записати у матричному вигляді, застосовуючи правило множення та умову рівності матриць:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 5 & 7 \\ 2 & 7 & 7 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$$

або скорочено $Y = A \cdot X$,

$$\text{де } Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix}; A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 5 & 7 \\ 2 & 7 & 7 \end{pmatrix}; X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$$

Матриця A називається матрицею лінійного перетворення (2). Перетворення та його матриця однозначно визначають друг друга. Продовжуючи виробничу тему, ускладнимо задачу: нехай для виробництва деталей a, b, c потребується метал двох сортів α та β . Потреба в сировині в певних одиницях для виготовлення деталей задана в таблиці:

Сорт металу	Тип деталі		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
α	1,5	1,2	2,1
β	0,1	0,3	0,2

Якщо через z_1, z_2 позначити кількість металу типів α та β відповідно, яка необхідна для виробництва деталей в кількостях y_1, y_2, y_3 , то:

$$\begin{aligned} z_1 &= 1,5 \cdot y_1 + 1,2 \cdot y_2 + 2,1 \cdot y_3 \\ z_2 &= 0,1 \cdot y_1 + 0,3 \cdot y_2 + 0,2 \cdot y_3 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{або} \quad \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,5 & 1,2 & 2,1 \\ 0,1 & 0,3 & 0,2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix}$$

та у символічних позначеннях $Z = B \cdot Y$.

Тут так само ми отримали лінійне перетворення z_1, z_2 через y_1, y_2, y_3 .

Підставляючи значення y_1, y_2, y_3 з (2) до (3), ми визначимо, скільки металу обох сортів необхідно для виготовлення приладів виду 1, 2 та 3. Тут доцільно скористатися матричними співвідношеннями, а саме:

$$Y = A \cdot X \quad \text{та} \quad Z = B \cdot Y \quad \text{звідки матимемо} \quad Z = B \cdot A \cdot Y.$$

Оскільки

$$B \cdot A = \begin{pmatrix} 1,5 & 1,2 & 2,1 \\ 0,1 & 0,3 & 0,2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 5 & 6 \\ 2 & 7 & 7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 8,1 & 22,7 & 26,4 \\ 1,1 & 3,1 & 3,5 \end{pmatrix}$$

то

$$\begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 8,1 & 22,7 & 26,4 \\ 1,1 & 3,1 & 3,5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$$

Таким чином, ми маємо лінійне перетворення з матрицею $B \cdot A$, за допомогою якого z_1, z_2 виражаються через x_1, x_2, x_3 .

В математиці лінійні перетворення мають чітку *геометричну* спрямованість. Наприклад, лінійне перетворення $x' = -x, y' = y$ з матрицею $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ задає симетрію точок площини відносно вісі OY , лінійне перетворення

$x' = kx, y' = ky$ з матрицею $\begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{pmatrix}$ – гомотетія точок площини відносно початку координат з коефіцієнтом k , а лінійне перетворення $x' = x, y' = y, z' = z$ з

матрицею $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$ – симетрія точок простору відносно площини XOY .

Отже, можна прийти до висновку, що матрична форма надання невідомих має переваги, коли не так важно зменшення об'ємів обчислень, як встановлення для них деякого єдиного порядку. Крім того, будь-яке перетворення у просторі можна надати у вигляді лінійного перетворення його координат, яке задається у вигляді матриць. Застосування матриць значно спрощує розв'язання систем лінійних рівнянь, якими описуються рівняння руху в механіці, фізиці.

Література

1. Лиман Ф., Власенко В., Петренко С. Вища математика: навчальний посібник. Ч. 1,2 – Універсальна книга, 2018. 614 с.
2. Клепко В. Голець В. Вища математика в прикладах і задачах: навчальний посібник. 2-ге видання. Київ: Центр навчальної літератури, 2019. 594 с.
3. Рудавський Ю.К., Костробій П.П., Луник Х.П., Уханська Д.В. Лінійна алгебра та аналітична геометрія: навч. підручник. Львів: Вид-во «Бескид Біт», 2002. 262 с.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗВ'ЯЗКУ

Матеріали Дванадцятій Всеукраїнської
науково-практичної конференції
молодих учених і студентів

**«ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, МЕТРОЛОГІЯ,
ЯКІСТЬ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ТРАНСПОРТНІ
ТЕХНОЛОГІЇ»**

03-04 червня 2021 р.

Стиль та орфографія авторів збережені
Підписано до друку 31.05.2021 р.
Формат 60*84/16. Гарнітура Times New Roman
Ум.друк.арк. 12,56

Виготовлено у Державному університеті інтелектуальних технологій і зв'язку
65029, м. Одеса, вул. Кузнєчна, 1