

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ



**ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ
В ЕНЕРГЕТИЦІ ІМ. Г.С. ПУХОВА**



**ДРУГА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«БЕЗПЕКА ЕНЕРГЕТИКИ В ЕПОХУ
ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ»**

ПРОГРАМА ТА МАТЕРІАЛИ

28-29 грудня 2020 року

Київ – 2020

УДК [621.3+620.9]:[004[056.53+42+94] + 504.06]

ББК 31

Б-39

Рекомендовано до друку
Вченою радою Інституту
проблем моделювання в
енергетиці ім. Г.Є. Пухова
НАН України (протокол
№ 17 від 17 грудня 2020 р.)

Б-39 **Безпека енергетики** в епоху цифрової трансформації, Друга науково-практична конференція Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова Національної академії наук України : програма та матеріали, 28-29 грудня 2020 р., Київ : ПІМЕ ім. Г.Є.Пухова НАН України, 2020. 81 с.

© Автори публікацій, 2020

© ПІМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2020

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова
Національної академії наук України,
Асоціація «Інформатіо-Консорціум»

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Мохор Володимир Володимирович

член-кореспондент НАН України, доктор технічних наук, професор,
директор Інституту, голова програмного комітету

Чемерис Олександр Анатолійович

доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Куцан Юлій Григорович

доктор технічних наук, заслужений енергетик України

Гончар Сергій Феодосійович

доктор технічних наук, старший дослідник

Богданов Олександр Михайлович

доктор технічних наук, професор

Борукаєв Зелімхан Харитонович

доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Васильєв Всеволод Вікторович

член-кореспондент НАН України, доктор технічних наук, професор

Верлань Анатолій Федорович

доктор технічних наук, професор

Винничук Степан Дмитрович

доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Владимирський Олександр Альбертович

доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Євдокимов Віктор Федорович

член-кореспондент НАН України, доктор технічних наук, професор,
почесний директор Інституту

Самойлов Віктор Дмитрович

доктор технічних наук, професор

Саух Сергій Євгонович

доктор технічних наук, професор

Яцишин Андрій Володимирович

доктор технічних наук, старший науковий співробітник

ГРАФІК РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

28 грудня 2020 року

9.00 – 10.00 – онлайн реєстрація учасників конференції

10.00 – 10.15 – офіційне відкриття конференції

10.15 – 11.45 – панельні презентації, дискусії

11.45 – 13.30 – виступи, дискусії

13.30 – 14.00 – перерва

14.00 – 18.00 – виступи, дискусії

29 грудня 2020 року

10.00 – 11.45 – панельні презентації, дискусії

11.45 – 13.30 – виступи, дискусії

13.30 – 14.00 – перерва

14.00 – 18.00 – виступи, дискусії

18.00 – 18.30 – підведення підсумків роботи конференції

РЕГЛАМЕНТ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Панельні презентації - до 10 хв.

Дискусії - до 20 хв.

Запитання доповідачам - до 7 хв.

Виступи - до 5 хв.

ОФІЦІЙНЕ ВІДКРИТТЯ КОНФЕРЕНЦІЇ

Вітальне слово директора Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, чл.-кор. НАН України, д-ра техн. наук, професора **Мохора Володимира Володимировича**

ПАНЕЛЬНІ ПРЕЗЕНТАЦІЇ

УДК 504.05:531.768

Анфімова Галина Вікторівна,
ННПМ НАН України,
наук. співроб., канд. геолог. наук
anfimova77@ukr.net

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ АПАРАТУРИ РЕЄСТРАЦІЇ МІКРОСЕЙСМІЧОГО ШУМУ

Анотація. Представлені результати дослідження вібрації ґрунту на стан будівлі Національного науково-природничого музею НАН України. Підвищений рівень вібрації розглядається в якості одного з факторів прискореної деградації музейних зразків.

Annotation. The results of the study of soil vibration on the state of the building of the National Science and Natural History Museum of the National Academy of Sciences of Ukraine are presented. An increased level of vibration is considered as one of the factors in the accelerated degradation of museum specimens.

УДК 347.771::621.643.8

Анфімова Галина Вікторівна,
ПІМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
інж. I кат., канд. геолог. наук
anfimova77@ukr.net

ДОСВІД ЗАХИСТУ ПРАВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ПРИ РОЗРОБЦІ ТЕЧЕПОШУКОВОЇ АПАРАТУРИ

Анотація. Розглянуто практичні аспекти захисту прав інтелектуальної власності при розробці діагностичних течешукових апаратно-програмних комплексів з отриманням свідоцтв на твір (захист програмного забезпечення і методик) і патентів на корисну модель (захист апаратного забезпечення).

Annotation. The practical aspects of protecting intellectual property rights in the development of diagnostic leak detection hardware and software systems with obtaining certificates and patents are considered.

УДК 347.771::003.26

Васильєв Олексій Всеволодович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. наук. співроб., канд. техн. наук,
патентний повірений
oleksii.vasyliiev@gmail.com

Чьочь Вікторія Володимирівна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. наук. співроб., канд. техн. наук,
патентний повірений
victoria.choch@gmail.com

НАУКОМЕТРИЧНІ ТА ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА ТЕМОЮ «НЕЙРОННА КРИПТОГРАФІЯ»

Анотація. Нейронна криптографія (нейрокриптографія) - досить новий розділ криптографії, присвячений аналізу застосування стохастичних алгоритмів, особливо штучних алгоритмів нейронних мереж, для використання в шифруванні та криптоаналізі. Нейронна криптографія активно розвивається в напрямі застосування в інформаційній безпеці комп'ютерних мереж. У доповідь включені результати інформаційних та патентних досліджень науково-технічних публікацій, присвячених цій тематиці, наведено онтологічну схему даного наукового напрямку та короткий огляд способів застосування нейронної криптографії для вирішення проблем інформаційної безпеки комп'ютерних мереж.

Annotation. Neural cryptography (neurocryptography) is a fairly new section of cryptography devoted to the analysis of the use of stochastic algorithms, especially artificial neural network algorithms for use in encryption and cryptanalysis. Neural cryptography is actively developing towards application in the segment of information

security of computer networks. The report includes the results of information and patent research of scientific and technical publications devoted to this topic, an ontological diagram of this scientific direction and a brief overview of the ways of using neural cryptography to solve information security problems of computer networks.

УДК 004.056.53

Гончар Сергій Феодосійович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. дослідник, д-р техн. наук,
учений секретар
sfgonchar@gmail.com

Ониськова Алла Вікторівна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
мол. наук. співроб.
alla.oniskova@ukr.net

Комаров Максим Юрійович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
аспірант
maxkom@i.ua

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Анотація. Кібератаки стали актуальною проблемою для об'єктів критичної інфраструктури, включаючи об'єкти атомної енергетики. На таких об'єктах, як атомні електростанції, безпека є найбільш важливим фактором, оскільки ядерні аварії можуть призвести до серйозних небезпек та наслідків. Досліджено застосування методології побудови дерева подій та дерева відмов для оцінки ризику кібербезпеки автоматизованих систем управління технологічними процесами об'єктів атомної енергетики з урахуванням особливостей функціонування даних об'єктів. Приведено переваги використання даної методології.

Annotation. Cyber attacks have become an urgent problem for critical infrastructure facilities, including nuclear power facilities. On such facilities, like nuclear power plants, safety is the most important factor, some nuclear accidents can lead to serious problems and inheritance. The methodology has been established to induce the tree of the pod and the tree of views for the assessment of the cybersecurity of automated control systems for technological processes of the nuclear power industry in order to improve the features of the functions of the given data. The results of this methodology are given.

УДК 004[274+056]

Гільгурт Сергій Якович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. наук. співроб., канд. техн. наук,
старш. наук. співроб.
hilgurt@ukr.net

Кіслов Олексій Геннадійович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
мол. наук. співроб.
kislov@ipme.kiev.ua

Попова Валентина Миколаївна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
інженер першої категорії
porovavn@ukr.net

ОЦІНКА КІЛЬКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СХЕМ АСОЦІАТИВНОЇ ПАМ'ЯТІ НА ЦИФРОВИХ КОМПАРАТОРАХ ДЛЯ РЕКОНФІГУРОВНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Анотація. Розглянуто техніку прискореного обчислення функціональної залежності кількісних характеристик реконфігуровних засобів сигнатурного аналізу з використанням асоціативної пам'яті на базі цифрових компараторів від властивостей набору патернів та апаратного прискорювача, яка дозволяє виконувати процедуру оптимізації за прийнятний час.

Annotation. The technique of accelerated calculation of functional dependence of quantitative characteristics of reconfigurable means of signature analysis using CAM based on discrete comparators on the properties of a pattern set and hardware accelerator, which allows performing the optimization procedure in a reasonable time, is considered.

УДК 004.942:621.31

Гурєєв Віктор Олександрович,
ІІМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
канд. техн. наук,
докторант
viktor.gurieiev@infotec.ua

ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЧАСТИНИ МОДЕЛІ ОБ'ЄДНАНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

Анотація. Розглядається проблема формування інформаційної частини моделі функціонування об'єднаної електроенергетичної системи України з розосередженими джерелами енергії (РДЕ) різного типу. В якості методу моделювання використовується багатоопорний метод розрахунку контурних струмів у складі веб-орієнтованих тренажерних систем. Досліджуються нові моделі відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) і методи формування ключових компетентностей оперативно-диспетчерського персоналу в умовах функціонування нового ринку електроенергії.

Annotation. The problem of formation of the information part of the model of functioning of the unified electric power system of Ukraine with dispersed energy sources (IDE) of different types is considered. As a method of modeling, a multi-support method of calculating circuit currents in web-oriented simulation systems is used. New models of renewable energy sources (RES) and methods of formation of key competencies of operational and dispatching personnel in the conditions of functioning of the new electricity market are investigated.

Дімітрієва Дар'я Олександрівна,

*ДП «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки»,
начальник сектору,*

ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,

аспірантка

da_dimitrieva@sstc.ua

Каменева Ірина Петрівна,

ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,

старш. наук. співроб., канд. техн. наук,

старш. наук. співроб.

kamenevaip@gmail.com

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА ПРИ ПОРУШЕННЯХ НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АЕС

Анотація. Для уточнення невизначеностей щодо ролі людського фактору при виникненні аварійних ситуацій проведено дослідження порушень нормальної експлуатації та аномальних подій, що відбулися на АЕС України за останні 10 років. На основі звітів та даних інформаційної системи про порушення нормальної експлуатації побудовано розподіл порушень та помилок персоналу за даний період. Відповідно до повної вибірки порушень за 2010-2019 роки виявлено 152 порушення, з них 45 порушень віднесено до персоналу та організаційних факторів. В результаті проведених досліджень відзначено ряд суб'єктивних причин виникнення небезпечних подій, до яких віднесено психологічні фактори та неузгодженість окремих дій.

Abstract. To clarify the uncertainties regarding the role of the human factor in emergencies, a study of violations of normal operation and abnormal events that occurred at Ukrainian NPPs over the past 10 years. On the basis of reports and data of the information system on violations of normal operation the distribution of violations and errors of the personnel for the given period is constructed. According to the full sample of violations for 2010-2019, 152 violations were identified, of which 45 violations were attributed to staff and organizational factors. As a result of the research, a number of subjective causes of dangerous events were noted, which included psychological factors and inconsistencies in certain actions.

Комаров Максим Юрійович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
аспірант
maxkom@i.ua

Гончар Сергій Феодосійович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. дослідник, д-р техн. наук,
учений секретар
sfgonchar@gmail.com

Ониськова Алла Вікторівна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
мол. наук. співроб.
alla.oniskova@ukr.net

**ДОСЛІДЖЕННЯ АКТУАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
КІБЕРБЕЗПЕКИ ОБ'ЄДНАНОЇ ЕНЕРГОСИСТЕМИ УКРАЇНИ
В РАМКАХ ВПРОВАДЖЕННЯ
КОНЦЕПЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕРЕЖ**

Анотація. Запропоновано матрицю кіберзагроз для програмних та апаратних засобів об'єктів критичної інформаційної інфраструктури. Удосконалено модель бази даних кіберзагроз об'єктів критичної інформаційної інфраструктури Об'єднаної енергосистеми України. Результати досліджень можуть бути використані при підготовці нормативно-правових актів щодо кіберзахисту Об'єднаної енергетичної системи України в рамках впровадження концепції інтелектуальних мереж.

Annotation. A matrix of cyber threats for software and hardware of critical information infrastructure objects is proposed. The model of the cyber threat database of the critical information infrastructure of the United Energy System of Ukraine has been improved. The results of research can be used in the preparation of regulations on cyber defense of the United Energy System of Ukraine in the implementation of the concept of intelligent networks.

УДК 621.643.8

Криворучко Ігор Петрович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
аспірант
uhmi_igorkr@ukr.net

РОЗРОБКА ІМІТАТОРА НИЗЬКОЧАСТОТНОГО СТЕНДУ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ВІБРОКАЛІБРУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Анотація. Представлена розробка імітатора низькочастотного вібростенда на основі кінематики струменевого принтера. Імітатор призначений для налагодження апаратури і програмного забезпечення автоматизованої віброкалібрувальної установки НАВКУ-3, уточнення вимог до повнофункціонального стенду на базі лінійного актуатора з зубчастим ременем і кроковим двигуном.

Annotation. Simulator low frequency shaker based on the inkjet printer kinematics is presented. The simulator is designed to adjust the hardware and software of the automated vibration calibration system NAVKU-3 and to clarify the requirements for a full-function stand based on a linear actuator with a toothed belt and a stepper motor.

УДК 621.311:004.413.4

Герасимов Ростислав Павлович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
наук. співроб.
gerasimov.rostislav@gmail.com

ОГЛЯД МОЖЛИВИХ ПІДХОДІВ ДО РОЗРОБКИ ТАКСОНОМІЇ КІБЕРЗАГРОЗ ОБ'ЄДНАНОЇ ЕНЕРГОСИСТЕМИ УКРАЇНИ У ВІДПОВІДНОСТІ З КОНЦЕПЦІЄЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Анотація. Розглянуто основні підходи до проблеми класифікації кібератак: поділення атак на категорії в залежності від ефекту, який вони створюють та класифікація вразливостей апаратного і програмного забезпечення ІТС. Далі

розглянуто розвиток цих підходів в працях Атанасіо, Маркштейна і Філіпса; Giri Vijayaraghavan, Cem Kaner; Джеймса Андерсона; Пітера Ноймана і Дональда Паркера; Симона Хансмана; Джеффри Андеркоффера і Джона Пінкстона; Джона Ховарда і Томаса Лонгстаффа.

Annotation. The main approaches to the problem of the classification of cyber attacks have been discerned: the number of attacks on the category in the left is the effect, such as the stink of the classification of the variability of the hardware and software security of the ITC. The development of traffic patterns in the houses of Atanasio, Markstein and Fillips is far out; Giri Vijayaraghavan, Cem Kaner; James Anderson; Peter Neumann and Donald Parker; Simon Hansman; Jeffrey Anderkoffer and John Pinkston; John Howard and Thomas Longstaff.

УДК 621.31:004.942

Лисенко Євген Миколайович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
аспірант
evgen.lycnko@infotec.ua

МОДЕЛІ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ З РОЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

Анотація. Розглядаються задачі побудови моделей і паралельного функціонування різнотипних відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в електромережах з використанням багатоопорного методу розрахунку контурних струмів у складі веб-орієнтованих тренажерних систем та урахуванням особливостей перетворення ними первинної енергії. Стверджується, що дослідження і розробка нових моделей ВДЕ і методів, спрямованих на формування, підтримку і підвищення рівня компетентності оперативно-диспетчерського персоналу у нових умовах є актуальними.

Annotation. The problems of building models and parallel operation of different types of renewable energy sources (RES) in power grids using the multi-support method of calculating circuit currents in web-oriented simulation systems and taking into account the peculiarities of their primary energy conversion are considered. It is claimed that the research and development of new models of RES and methods aimed at forming, maintaining and improving the level of competence of operational and dispatching personnel in the new conditions are relevant.

УДК 355.237.1

Ониськова Алла Вікторівна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
мол. наук. співроб.
alla.oniskova@ukr.net

Гончар Сергій Феодосійович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. дослідник, д-р техн. наук,
учений секретар
sfgonchar@gmail.com

Комаров Максим Юрійович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
аспірант
maxkom@i.ua

ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ ДИСТАНЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З КІБЕРЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ

Анотація. Пропонується використовувати сучасні дистанційні освітні комунікаційні технології, які відображають індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається, в основному, за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчального процесу у спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій.

Annotation. It is proposed to use modern distance educational communication technologies that reflect the individualized process of acquiring knowledge, skills, abilities and ways of human cognitive activity, which occurs mainly through the indirect interaction of distant participants in the learning process in a specialized environment based on modern psychological and pedagogical and information and communication technologies.

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

УДК 004.94

Верлань Анатолій Федорович,

ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,

гол. наук. співр., чл.-кор. НАПН України, професор, д-р техн. наук,

заслужений діяч науки і техніки України

afverl@gmail.com

ВРАХУВАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ МОДЕЛЕЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРИ ПОБУДОВІ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

Анотація. До трудомістких завдань математичного моделювання належить вивчення об'єктів і явищ із розподіленими параметрами, що мають відношення до техніки, економіки, біології тощо. При вирішенні цих проблем важливо вибрати адекватні описи проблеми, тобто динамічні моделі. У звіті розглядається підхід до моделювання цього класу задач на основі застосування інтегральних рівнянь.

Annotation. The time-consuming tasks of mathematical modeling include the study of objects and phenomena with distributed parameters related to technology, economics, biology, and so on. When solving these problems, it is important to choose adequate descriptions of the problem, ie dynamic models. The report considers the approach to modeling this class of problems based on the use of integral equations.

Розглянуто особливості різних форм математичного опису електромеханічних об'єктів із розподіленими параметрами. Сучасні електромеханічні системи характеризуються зростаючою складністю, наявністю ланок з розподіленими параметрами, підвищеними вимогами до якості функціонування. Неможливо уявити їх дослідження без широкого застосування засобів математичного моделювання як на етапі проектування (врахування механічних особливостей, створення систем керування), так і в процесі експлуатації (визначення меж навантажень на елементи механізмів, параметрів експлуатації об'єктів тощо).

Висока розмірність математичних моделей, що описують електромеханічні системи з розподіленими параметрами, складність алгоритмів керування спонукають до подальшого їх аналізу та систематизації. Для підвищення ефективності математичного моделювання необхідно забезпечити певний рівень адекватності при мінімальній складності моделей серед усіх інших альтернативних варіантів. Тому необхідно вирішувати задачу вибору типу рівнянь, чисельного методу для їх розв'язування та відповідний спосіб програмної реалізації. Досягти цього можна завдяки використанню особливостей моделей для зазначеного класу динамічних об'єктів.

Методологія математичного моделювання, що склалася на даний час, в якості моделей динамічних систем з розподіленими параметрами передбачає використання переважно диференціальні рівняння в частинних похідних. Наприклад, механічний елемент з поздовжніми коливаннями (канатні підйомні установки) описується рівнянням

$$m \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} + h \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} - Es \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} = 0, \quad (1)$$

де E – модуль пружності канату, m – маса канату, h – коефіцієнт згасання, u – абсолютне видовження канату в перерізі x (відлік ведеться від верхньої точки, що приймається за початок координат). За нульових початкових умов граничні умови для останнього рівняння мають вигляд

$$Es \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \Big|_{x=l} = T_H(t), \quad u(x,t) \Big|_{x=0} = 0, \quad (2)$$

де $T_H(t)$ – сила натягу канату в нижній точці.

Подібним рівнянням описуються коливання механічного елемента з розподіленими параметрами, який зазнає деформації кручення:

$$\frac{\partial^2 \varphi(x,t)}{\partial t^2} - a^2 \frac{\partial^2 \varphi(x,t)}{\partial x^2} = 0, \quad (3)$$

де $\varphi(x,t)$ – кут закручування перерізу елемента вздовж поздовжньої осі,

$a = \sqrt{\frac{GJ_p}{I}}$, G – модуль зсуву, J_p – полярний момент інерції поперечного перерізу елемента, I – момент інерції одиниці довжини елемента.

Моделі, які описуються диференціальними рівняннями у частинних похідних, складно, а в багатьох випадках неможливо реалізувати чисельно, якщо враховувати обмежені для цього ресурси для розв'язання таких задач. В роботі пропонуються еквівалентні або апроксимаційні перетворення вихідних моделей, що дає можливість вибору однієї з декількох еквівалентних моделей задачі, що розв'язується (рівняння в частинних похідних, передатні функції, звичайні диференціальні або інтегральні рівняння).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Верлань А.Ф., Худаяров Б.А. Математическое моделирование флаттера летательных аппаратов: математическая модель, численные метод и алгоритмы. Palmarium Academic Publishing, 2012, 316 с.

2. Verlan A.F., Mitko L.A., Dyachuk A.A. Methods and Means of Power Units Testbenches Model development Support for Energy and Transport Purpose. Eighth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation WCIS-2014, November 25-27, 2014. Tashkent, Uzbekistan, 2014. P. 62-65.

УДК 004.942: 621.643.8:53.087.4

Владимирський Олександр Альбертович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
пров. наук. співроб., д-р техн. наук,
старш. наук. співроб.
av1000000@ukr.net

Владимирський Ігор Альбертович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. наук. співроб., канд. техн. наук

Криворучко Ігор Петрович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
аспірант
uhmi_igorkr@ukr.net

РОЗВИТОК ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗНОШЕНИХ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

Анотація. Розглянуто застосування нестандартних схем кореляційної обробки акустичних сигналів і мультипараметричних вимірювань для підвищення якості експлуатації теплових мереж.

Annotation. The use of non-standard schemes of acoustic signals correlation processing and multiparameter measurements to improve the quality of operation of heating networks is considered.

Зростання загального корозійного зносу трубопроводів водо та тепло постачання міст України та, як наслідок цього, поступове зростання кількості витоків трубопроводів змушує постійно шукати нові напрямки підвищення ефективності засобів діагностування. Умови діагностування тисяч кілометрів міських підземних трубопроводів є різними, не завжди задовольняють умовам ефективного застосування поширених засобів діагностування, навіть найбільш універсальних, таких як кореляційні чи акустичні течешукачі. Наприклад, при не достатньому тиску у пошкодженому трубопроводі, при відсутності задовільного доступу до трубопроводу, при неможливості усунення потужної акустичної завади. Ці та подібні випадки змушують шукати не стандартні рішення. Тому, за темою НДР «МОНІТОР», виконано наступне:

- проаналізовано та порівняно користь від застосування не стандартних схем кореляційної обробки акустичних сигналів від пошкоджень, які взагалі є доступними для їхньої реєстрації при діагностуванні трубопроводів [1];

- проаналізовано користь від мультипараметричних вимірювань, визначено відповіді, практичні завдання їхнього ефективного застосування на прикладі термо акустичного течешукача [2] та запропонованого, розробленого та випробуваного авторами зонда для внутрішньо каналного обстеження теплотрас [3, 4].

Виходячи з результатів цього аналізу, у ході НДР за темою «МОНІТОР» розроблено та виготовлено нові прилади. Оскільки якісні показники експлуатації

зношених трубопроводів значною мірою визначаються якістю їхнього діагностування за фактичним станом, на прикладі трубопроводів теплових мереж проаналізовано шляхи підвищення якісних показників їх експлуатації [5].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Владимирский А.А., Владимирский И.А.. О различных схемах применения корреляционной обработки акустических данных при поиске утечек трубопроводов. Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць. Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України. Вип. 88, Київ, 2019. С.20-27. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3859635>.

2. Владимирский А.А., Владимирский И.А., Криворучко И.П. Термоакустический течеискатель А-10ТЗ. XXXVIII науково-технічна конференція молодих вчених та спеціалістів інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. Збірник тез конференції. Київ. 15 травня 2020 р. С. 72.

3. Владимирский А.А., Владимирский И.А. Аналіз завдань застосування мультипараметричних вимірювань у складі зонда для експресної діагностики тепломереж. Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць. Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України. Вип. 84, Київ, 2018. С. 134-142.

4. Владимирський О.А., Владимирський І.А. Мультипараметричний зонд для обстежень теплових мереж. Патент на корисну модель № 139964. Заявка ІПМЕ ім. Г.Є.Пухова НАНУ 25.11.2019. Рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель №28755/3У/ 19 від 12.12.2019. Публікація відомостей 27.01.2020, Бюл. №2.

5. Владимирський О.А., Владимирський І.А. Шляхи підвищення якісних показників експлуатації зношених підземних трубопроводів теплових мереж. Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць. Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України. Вип. 89, Київ, 2019. С.23-32. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3860724>.

Владимирський Олександр Альбертович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
пров. наук. співроб., д-р техн. наук,
старш. наук. співроб.
av1000000@ukr.net

Владимирський Ігор Альбертович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. наук. співроб., канд. техн. наук

ПАРАМЕТРИЧНИЙ СПОСІБ ВИБОРУ ПОЗИЦІЙ ДАТЧИКІВ НА ТРУБОПРОВОДІ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ КООРДИНАТ ВИТОКІВ КОРЕЛЯЦІЙНИМ ТЕЧЕШУКАЧЕМ

Анотація. Пропонується спосіб просторового налагодження на потужні хвилі гідравлічного удару, заснований на обчисленні кореляційних функцій для різних положень датчиків на трубопроводі та їхнього порівняння за параметром якості.

Annotation. A method of spatial tuning to powerful waves of water hammer, based on the calculation of correlation functions for various positions of acoustic sensors on the pipeline and their comparison by the quality parameter is proposed.

Відомий кореляційний спосіб визначення координат витоків в напірних трубопроводах, при якому два вібродатчика механічно кріпляться до ушкодженого трубопроводу по обидві сторони від витоків і визначається координата витоків за формулою

$$L_x = \frac{L}{2} + \frac{V_{\Gamma} \cdot dT}{2}; \quad (1)$$

де L_x - відстань від одного з датчиків до витоків, L - довжина трубопроводу між датчиками; V_{Γ} - швидкість поширення по трубопроводу від витоків до датчиків акустичних хвиль, зокрема хвиль гідравлічного удару; dT - затримка за часом між приходом акустичних хвиль до одного і до другого датчиків, що визначається за максимумом взаємної кореляційної функції:

$$R(dT) = \max_T (R(T)); \quad (2)$$

де $R(T)$ - оцінка взаємної кореляційної функції сигналів з датчиків $x(n)$ і $y(n)$.

Ідея визначення координати L_x витоку за базовими для кореляційних течешукачів формулам (1) і (2) основана на тому, що $x(n)$ і $y(n)$ сформовані певним типом потужних акустичних хвиль, які генерує витік, наприклад хвилями гідравлічного удару [1] з відомою швидкістю поширення V_T . Разом з тим на практиці сигнали $x(n)$ і $y(n)$ містять і інші складові, які є завадами. Для усунення завад у течешукачах використовуються частотні фільтри, за допомогою яких при пошуку витоків прагнуть виділити смугу частот з найбільш виразним максимумом $R(dT)$. Однак, в ряді випадків, цього способу усунення перешкод не достатньо з причини багатохвильового характеру поширення акустичних сигналів від витоку до датчиків кореляційного течешукача. Через це в місцях реєстрації сигналів $x(n)$ і $y(n)$ когерентні хвилі від витоку з різними швидкостями, накладаючись одна на одну, призводять до інтерференційних спотворень та завадових кореляцій. Виникають не тільки амплітудно-частотні, але й часово-частотні спотворення, усунути які, застосовуючи тільки амплітудно-частотну фільтрацію, не можна. Тому для точного визначення координат витоків за формулами (1) і (2) крім традиційної частотної селекції необхідна додаткова просторова селекція найбільш потужних, але спотворених інтерференцією при їх реєстрації хвиль із заданою в (1) швидкістю [2]. Пропонується спосіб просторового налагодження на потужні хвилі гідравлічного удару, заснований на обчисленні декількох кореляційних функцій $R_m(k)$ для різних положень m датчиків на трубопроводі та їхнього порівняння за параметром якості Q_m , який обчислюється за формулою:

$$Q_m = \frac{A_m}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} [\eta(R_m(k)) \cdot \Omega(k - k_0)]^2}} \quad (3)$$

$$A_m = \max_k \eta(R_m(k)) = \eta(R_m(k_0))$$

де η - функція перетворення $R_m(k)$ для підвищення точності визначення параметру Q_m та координати витоку; $\Omega(k)$ - вагова функція з можливістю

обнуління в (3) частини $\eta(R_m(k))$; N - кількість відліків кореляційної функції, при цьому уточнюючі функції $\Omega(k)$ и η залежать від особливостей застосування параметричного способу та точності визначення $R_m(k)$. Формула (3) основана на відомому формулюванні відношення сигнал/завада [3].

Для визначення координати витоку за (1) та (2) обирається така кореляційна функція $R(T) = R_{m'}(k / F_\delta)$, де F_δ - частота дискретизації сигналів, для якої обчислений параметр якості $Q_m = Q_{m'}$ є найбільшим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. Собр. соч. М.: Гостехиздат, 1948. Т. 2. 422 с.
2. Владимирський О.А. Параметричні методи діагностування підземних трубопроводів з урахуванням багатохвильового поширення інформаційних сигналів. Електронне моделювання. 2019. 41 (1). С.3-17.
3. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для высших учебных заведений. Москва, «Радио и Связь», 1986. 512 с.

УДК 621.3.013

Грінченко Володимир Сергійович,
*ДУ «ІТІМ НАН України»,
заст. директора з наук. роботи, канд. техн. наук
vsgrinchenko@gmail.com*

Яковенко Володимир Миколайович,
*ДУ «ІТІМ НАН України»,
мол. наук. співроб.*

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ КОНТУРНОГО ЕКРАНА ПРИ ЗМЕНШЕННІ МАГНІТНОГО ПОЛЯ КАБЕЛЬНОЇ ЛІНІЇ

Анотація. Розглянуто задачу зменшення магнітного поля високовольтної кабельної лінії електропередачі за допомогою контурного екрана. Отримано

аналітичні співвідношення для довжини контурного екрана, при якій магнітне поле в області екранування зменшується до наперед заданого гранично допустимого рівня.

Abstract. We consider a mitigation of a high-voltage cable line magnetic field by a passive loop. We obtain analytical expressions to calculate the passive loop length allowing to reduce the magnetic field in the shielding region to a predetermined reference level.

Для передачі електричної енергії в житлових зонах в умовах щільної забудови доцільно використовувати підземні високовольтні кабельні лінії (КЛ), ширина охоронної зони яких не перевищує кількох метрів [1]. Для прокладки високовольтних КЛ використовують одножильні кабелі з ізоляцією зі зшитого поліетилену. Оскільки в житлових будівлях, які розташовані поблизу трас КЛ, магнітне поле (МП) не має перевищувати гранично допустимий рівень $B_0=0,5$ мкТл [2], виникає необхідність його екранування.

Найбільш перспективним засобом зменшення МП КЛ є контурний екран, який складається із алюмінієвого кабелю та допоміжних феромагнітних осердь [3]. Принцип дії контурного екрана аналогічний до традиційного електромагнітного: змінний магнітний потік первинного МП КЛ пронизує контурний екран, і відповідно до закону електромагнітної індукції виникає електрорушійна сила, під впливом якої в кабелі екрана виникає електричний струм. Відомі дослідження обмежено аналізом екранованого МП у плоскопаралельному наближенні, а питання визначення необхідної довжини контурного екрана лишається недостатньо вивченим.

Під час аналізу МП КЛ при використанні контурного екрана зроблено такі спрощення: а) МП розглядається лише в крайній точці області екранування; б) МП КЛ моделюється полем прямого та оберненого проводів, в яких протікає β -компонента струмів КЛ; в) не береться до уваги МП, яке утворене струмом у поперечних ділянках екрана; г) повздовжні ділянки контурного екрана замінено напівнескінченими струмовими нитками; д) вважається, що КЛ та екран лежать на поверхні землі.

У рамках наведених спрощень отримано аналітичний вираз для магнітної індукції B поля, яке створюється КЛ та контурним екраном певної довжини. У результаті розв'язання оберненої задачі $B=B_0$ визначено довжину екрана, яка є сумою довжини області екранування та дельти. Цю дельту представлено як аналітичну функцію таких змінних: гранично допустимий рівень B_0 , величина струму в КЛ та відстань між її кабелями, амплітуда та початкова фаза струму в екрані, а також його ширина.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 4 березня 1997 р. № 209 «Про затвердження Правил охорони електричних мереж» у редакції від 5 квітня 2017 р.
2. Правила улаштування електроустановок. К.: Міненерговугілля України, 2017. 617 с.
3. Эффективное контурное экранирование магнитного поля трехфазных кабельных линий при ограниченном тепловом воздействии на силовые кабели / В.Ю. Розов, В.С. Гринченко, А.В. Ерисов, П.Н. Добродеев // Електротехніка і Електромеханіка. 2019. № 6. С. 50-54.

УДК 621.31:[643.6+654.9]

Гнатюк Сергій Євгенович,

*Адміністрація Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації,
канд. техн. наук
sgnatuk30@gmail.com*

Скибун Олександр Жоржович,

*Адміністрація Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації,
канд.держ.управл.*

ЕЛЕКТРОННІ КОМУНІКАЦІЇ ЯК ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ СТАЛОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

Анотація. В рамках дослідження було розглянуто електронні комунікації в контексті важливого елементу сталого та безпечного функціонування об'єктами

енергетики в Україні. Було визначено, що електронні комунікації разом із інформаційною інфраструктурою виступають, в сучасних умовах, основою цифрових систем управління об'єктів енергетики. Рівень впливу електронних комунікацій на стале та безпечне функціонування об'єктів енергетики зростає разом із подальшою цифровізацією комунікацій та процесів. Запровадження автоматичних та автоматизованих систем управління, використання елементів штучного інтелекту та Інтернету речей вимагає відповідного кіберзахисту таких цифрових систем.

Abstract. The study considered electronic communications in the context of an important element of sustainable and safe operation of energy facilities in Ukraine. It was determined that electronic communications, together with the information infrastructure, are, in modern conditions, the basis of digital management systems for energy facilities. The level of impact of electronic communications on the sustainable and safe operation of energy facilities is growing along with the further digitalization of communications and processes. The introduction of automatic and automated control systems, the use of artificial intelligence and the Internet of Things requires appropriate cybersecurity of such digital systems.

Стрімкий розвиток електронних комунікацій, електронних комунікаційних послуг (далі - ЕК) та широке впровадження інформаційно-комунікаційних технологій, інформатизації в усі сфери суспільства та суспільних відносин створюють передумови формування та постійного зростання цифрової складової (віртуального простору). Що передує подальшим трансформаціям комунікацій, інформаційних та комунікативних процесів. Крім того сучасні процеси глобалізації створюють новий рівень трансформації національної економіки в глобальну. Як відзначається у аналітичній записці «Захист енергетичної інфраструктури: аналіз української законодавчої бази» «важливість захисту енергетичної інфраструктури значно зросла в силу» таких факторів як: «необхідність забезпечення стійкості функціонування системи енергозабезпечення суспільства; зростання світової торгівлі енергоресурсами; розширення енергетичної інфраструктури, у тому числі транскордонних мереж;

використання, окремими країнами, енергетичних ресурсів та енергетичної інфраструктури в якості інструментів геополітичної боротьби; активізація діяльності терористичних груп, які акцентовано руйнують енергетичну інфраструктуру; посилення вимог щодо захисту довкілля та людини від діяльності енергетичного сектору» [4]. Все це вимагає використання нових сучасних комунікацій та управління, а тому в ЕК все частіше постають головною інфраструктурною платформою для здійснення заходів із управління (функціонування) як окремих об'єктів енергетики України так і усієї енергетичної інфраструктури в цілому. При цьому автоматизація технологічних процесів контролю починає здійснюватися із використанням Інтернету речей та залучення штучного інтелекту. Вказані процеси цифровізації та інформатизації об'єктів енергетики України розширюють межі «системи фізичного захисту енергетичної інфраструктури від цілеспрямованих зловмисних дій» [3], захист якої досить ґрунтовно нормативно врегульовано на національному та галузевому рівнях. Що стосується здійснення захисту від кіберінцидентів та кіберзагроз, то вказані виклики є новими і тому актуальність створення дієздатної системи кіберзахисту окремих об'єктів енергетики України та усієї енергетичної інфраструктури в цілому є вкрай актуальною, зважаючи на те, від сталості функціонування залежить не тільки «здатність об'єднаної енергетичної системи України забезпечити надійний розподіл та постачання електричної енергії у звичайних умовах та в умовах надзвичайних ситуацій» [4], захист населення, а й національна безпека країни в цілому. Таким чином ЕК в рамках інформаційної та критичної інфраструктур виступають як важливий елемент сталого функціонування об'єктів енергетики України. Так, стаття 6 Закону України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України» визначає, що «до об'єктів критичної інфраструктури можуть бути віднесені підприємства, установи та організації незалежно від форми власності, які» серед іншого «провадять діяльність та надають послуги в галузях енергетики, інформаційно-комунікаційних технологій, електронних комунікацій» [2, ст. 6]. Показовими стали події 2016-2017 років, коли «унаслідок кібератаки в грудні 2016 року на державні фінансові установи протягом майже трьох днів було ускладнено

сплату до бюджету податків та інших платежів, заблоковано електронну систему адміністрування ПДВ, порушено роботу митниці», а «у результаті атаки вірусу NotPetya на комп'ютерні системи українських державних і комерційних установ України станом на 7 липня 2017 року було виведено з ладу до 10 % приватних, урядових і корпоративних комп'ютерів» [1, с.57]. Ось чому актуальність зі створення дієвої системи кіберзахисту окремих об'єктів енергетики України та усієї енергетичної інфраструктури в цілому ґрунтується на сталому та стійкому функціонуванні електронних комунікаційних мереж та високій якості телекомунікаційних послуг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жилияєв І., Семенченко А. Організаційно-правові механізми розвитку національної системи кібербезпеки України: стан та перспективи. / Стратегічні Пріоритети, № 4 (45), Київ. 2017, С. 55-63.

2. Про основні засади забезпечення кібербезпеки України : закон України . Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 45, С. 403.

3. Суходоля О.М. Захист енергетичної інфраструктури: аналіз зарубіжного законодавства. Аналітична записка. <http://old2.niss.gov.ua/articles/1600/>.

4. Суходоля О.М. Захист енергетичної інфраструктури: аналіз української законодавчої бази. Аналітична записка. URL : <http://old2.niss.gov.ua/articles/1568>.

УДК 004[056.5+413.4]

Давидюк Андрій Вікторович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
аспірант
andrey19941904@gmail.com

ВІЗУАЛЬНА АНАЛІТИКА В ОЦІНЮВАННІ РИЗИКІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Анотація. Запропоновано використання прийомів візуальної аналітики у процесі оцінювання ризиків інформаційної безпеки. Визначені переваги такого

підходу для оптимізації часових затрат на прийняття рішення в умовах невизначеності.

Abstract. The using of visual analytics techniques in the process of information security risk assessment is proposed. The advantages of this approach for optimizing the time spent on decision-making in conditions of uncertainty are identified.

У наш час зі стрімким розвитком інформаційних технологій збільшується кількість загроз інформаційної безпеки (далі - ІБ). Одним з важливих етапів управління ІБ є процес оцінювання ризиків. Результатом такого оцінювання є рішення щодо прийняття та обробки ризиків ІБ. Проте постає питання оперативності прийняття керівництвом організації та ефективності виконання такого рішення.

З урахуванням того, що безпека інформації полягає у захисті конфіденційності, цілісності та доступності інформації, пропонується застосувати колір для позначення кожної властивості. Сприйняття кольору людиною є набагато швидшим, а ніж буквених чи числових знаків, що вже дасть змогу без часозатратних підрахунків оцінити загальний рівень ризику для інформаційних активів (далі - ІА) організації.

У комп'ютерних системах з використанням кольору є можливість пов'язати вплив від порушення однієї з властивостей інформації на інші властивості. Наприклад порушення цілісності може вплинути на доступність інформації тощо. Комп'ютер використовуючи адитивну кольорову модель RGB представляє колір і його відтінки як числові значення. Відтінки кольорів формуються з урахуванням диспропорції наявних в ньому відсотків червоного, зеленого та синього кольорів. Отже порушення тієї чи іншої властивості інформації можна виражати зменшенням відсотку відповідного кольору у даній тріаді.

Таким чином, можливо сформулювати правило за якого при появі в базі даних загроз для певної властивості інформації певного ІА рівень ризику ІБ (колір певної властивості) буде змінюватися, що дасть змогу здійснити підтримку прийняття рішення щодо обробки ризиків у найкоротші строки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. «Колірна модель RGB» [Онлайн]. Available: <https://cases.media/column/rgb-kolirna-model>. [Дата звернення: 06 12 2020].
2. «ДСТУ ISO/IEC 27001:2015. Методи захисту системи управління інформаційною безпекою», ДП «УкрНДНЦ», 2016. [Онлайн]. Available: https://www.assistem.kiev.ua/doc/dstu_ISO-IEC_27001_2015.pdf. [Дата звернення: 06 12 2020].

УДК 519.218.82

Дячук Олександр Анатолійович
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
наук. співроб., канд. техн. наук,
oadyachuk@ukr.net

ІНТЕГРАЛЬНІ ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТІВ ІЗ ЗАПІЗНЕННЯМ

Анотація. Розглянуто інтегральний метод математичного моделювання об'єктів з запізненням, що ґрунтується на перетворенні вихідної моделі у вигляді звичайних диференціальних до системи інтегральних рівнянь Вольтерри II роду. Формування інтегральної моделі також можливо безпосередньо за динамічними характеристиками об'єкту. Даний підхід є узагальненням для задачі моделювання об'єктів з розподіленими параметрами.

Annotation. An integrated method of mathematical modeling of objects with delay is considered, which is based on the transformation of the initial model in the form of ordinary differential to the system of integral equations of Volterra of the second kind. The formation of an integrated model is also possible directly from the dynamic characteristics of the object. This approach is a generalization for the problem of modeling objects with distributed parameters.

У практиці моделювання є значна кількість трудомістких задач, наприклад, задач управління, фільтрації і т.д., коли процес, який моделюється, не можна

адекватно описати лінійним звичайним диференціальним рівнянням. Результатом впливу на технічну систему множини різних факторів в багатьох випадках передбачає врахування запізнювання. Розглянутий в роботі підхід до моделювання процесів в динамічних системах з запізненням полягає в поданні динаміки процесу математичною моделлю у вигляді лінійного інтегрального рівняння Вольтерри II роду. Інтегральні моделі також дозволяють об'єднати переваги як непараметричного, так і параметричного підходів до опису динаміки процесів. Даний підхід суттєво розширює клас динамічних систем, що досліджується, дозволяє з єдиних позицій розглядати процеси, описувані звичайними диференціальними рівняннями і диференціальними рівняннями з елементами запізнювання.

В інтегральній постановці процес в динамічній системі описується багатовимірним лінійним інтегральним рівнянням Вольтерри II роду

$$x(t) + \int_{t_0}^t K(t, \tau)x(\tau)d\tau = \int_{t_0}^t L(t, \tau)u(\tau)d\tau + f(t, t_0) \quad (1)$$

де (1) - досліджуваний n - вимірний процес; $u(t)$ - n - вимірний процес на вході системи; $K(t, \tau)$ - відома матрична функція розмірністю (n, n) , що містить ядра n - вимірного інтегрального рівняння; $L(t, \tau)$ - відома матрична функція розмірністю (n, n) ; t - час; $f(t, t_0)$ - початкова функція; t_0 - початковий момент часу.

Якщо динамічна система описується наступним диференціальним рівнянням з запізненням:

$$\frac{dx(t)}{dt} - \sum_{i=0}^n [M_i(t)x(t-h_i)] = \sum_{j=0}^n [N_j(t)u(t-h_j)], \quad (2)$$

$$t \gg t_0, x(t) = \varphi(t), \quad \text{для } t \in [t_0 - h, t_0],$$

де функції M_i і $N_j(t)$ представляють динаміку системи, h_i значення запізнення, $\varphi(t)$ - початкова функція, то після перетворення рівняння (2) до інтегрального рівняння Вольтерри II роду (1) вираз для ядер інтегрального рівняння (1) і початкової функції мають вигляд:

$$K(t, \tau) = \sum_{i=0}^n 1(t - \tau - h_i) M_i(\tau + h_i) \quad , \quad L(t, \tau) = \sum_{j=0}^n 1(t - \tau - h_j) N_j(\tau + h_j),$$

$$f(t, t_0) = \sum_{i=1}^n \int_{t_0 - h_i}^{\min(t - h_i, t_0)} M_i(\tau + h_i) \varphi(\tau) d\tau + \sum_{j=1}^n \int_{t_0 - h_j}^{\min(t - h_j, t_0)} N_j(\tau + h_j) u(\tau) d\tau + x(t_0),$$

де $\chi(t) = \begin{cases} 1 & \text{для } t \geq 0 \\ 0 & \text{для } t < 0 \end{cases}$.

Обчислювальні експерименти з дослідження динамічних об'єктів із запізненням за допомогою інтегральних моделей свідчать про доцільність і практичну ефективність даного підходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Верлань А.Ф., Сагатов М.В., Сытник А.А. Методы математического и компьютерного моделирования измерительных преобразователей и систем на основе интегральных уравнений. Ташкент: Фан, 2011. 336 с.

2. Математичне моделювання об'єктів керування хімічних і фармацевтичних виробництв: навч. посібник / Красніков І. Л., Бабіченко А. К., Вельма В. І., Подустов М. О., Зайцев О. І., Бабіченко Ю. А.; за ред. А.К. Бабіченко. – Х. : Вид-во ТОВ «С.А.М.», 2015 р. 224 с.

УДК 621.502

Джигун Олена Миколаївна,
 ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
 старш. наук. співроб., канд. техн. наук
 elromanenko@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

Анотація. Сьогодні у світі відновлювана енергетика демонструє найбільш динамічний розвиток. Україна має достатній потенціал відновлюваних джерел енергії, розвиток яких закріплено на державному рівні у Національному плані

дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. Ефективно використовуючи цей потенціал, до 2035 р. можна забезпечити близько 50% загального споживання енергетичних ресурсів з відновлюваних джерел енергії. Світ свідомо рухається в єдино правильному напрямку збереження нашої планети. Найвищою поставленою ціллю є повна відмова від традиційних видів палива вже в другій половині 21 століття.

Annotation. Today, renewable energy in the world demonstrates the most dynamic development. Ukraine has sufficient potential for renewable energy sources, the development of which is enshrined at the state level in the National Action Plan for Renewable Energy for the period up to 2020. Using this potential effectively, by 2035 it is possible to provide about 50% of the total consumption of energy resources from renewable energy sources. The world is consciously moving in the only right direction to save our planet. The highest goal is the complete abandonment of traditional fuels in the second half of the 21st century.

У прийнятій Енергетичній стратегії України на період до 2035 року та в положеннях законодавчої бази відновлювальна енергетика визнана одним із головних пріоритетів енергетичної реформи. Відновлювальна енергетика гарантує екологічну безпеку та енергетичну незалежність суб'єктам, які її запроваджують. Національний план дій України з відновлюваної енергетики на період до 2020 року, затверджений Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 1 жовтня 2014 року № 902-р, передбачав в період 2014-2020 років збільшення потужності вітроенергетики з 497 МВт до 2280 МВт, а сонячної енергетики - з 819 МВт до 2300 МВт [1].

Концентрація встановленої потужності відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) по енергосистемах України у грудні 2019 року наступна: вітряні (ВЕС) та сонячні (СЕС) електростанції розташовані в основному у Дніпровському (42,6 % - ВЕС і 32,4% - СЕС) і Південному (41% - ВЕС і 29,5 % - СЕС) регіонах, при цьому північ і схід країни практично не охоплені, тобто спостерігається значна нерівномірність розподілу ВДЕ по країні. У структурі встановлених

потужностей, що виробляють електроенергію з різних ВДЕ, сумарна частка ВЕС та СЕС досягла 97,3% [2].

Робота ВЕС і СЕС характеризується нестабільністю поточної потужності. Впродовж доби можливі часті зміни величини генерованої активної потужності в значному діапазоні, що може позначитись на роботі інших електростанцій енергосистеми та споживачів. Для того, щоб завчасно реагувати на ці зміни, електроенергетична система повинна розвиватись з урахуванням зростання частки відновлюваних джерел енергії в енергобалансі країни. Для забезпечення балансу електроенергетична система повинна мати певну кількість генеруючих потужностей, що можуть змінювати свою робочу потужність у відповідності до зміни навантаження (зростання або зменшення).

Мінливість об'ємів виробництва електроенергії ВЕС та СЕС спричиняє особливий вплив на функціонування електроенергетичної системи. Динаміка об'ємів виробництва електроенергії ВЕС та СЕС не співпадає з динамікою обсягів споживання електроенергії. Тому, використання потужностей ВЕС та СЕС для покриття поточного попиту здійснює особливий вплив на режими завантаження енергоблоків ГЕС, ГАЕС і ТЕС, які мають здатність до маневрування потужністю.

Відновлювана енергетика створює надмірне фінансове навантаження на ринок електроенергії України, тому важливим завданням є збалансувати її розвиток з урахуванням збереження інвестиційного клімату. Кабінет Міністрів України підписав «Меморандум про взаєморозуміння щодо врегулювання проблемних питань у сфері відновлюваної енергетики». Документ передбачає, що виробники ВДЕ приймають умови добровільної реструктуризації «зелених» тарифів, що передбачає їх зменшення. [3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про внесення змін до статті 9-1 Закону України «Про альтернативні джерела енергії» щодо врегулювання питання генерації електричної енергії приватними домогосподарствами. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-19#Text>.

2. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. <http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/elektro/energo>.

3. Меморандум про взаєморозуміння щодо врегулювання проблемних питань у сфері відновлюваної енергетики. <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-pidpisav-memorandum-z-virobnikami-zelenoyi-elektroenergiyi>.

УДК 004[75+274+056]

Євдокимов Віктор Федорович,

*чл.-кор. НАН України, професор, д-р техн. наук,
заслужений діяч науки і техніки України,
почесний директор ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України*

Давиденко Анатолій Миколайович,

*ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
пров. наук. співроб., канд. техн. наук,
старш. наук співроб.
davidenkoan@gmail.com*

Гільгурт Сергій Якович,

*ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. наук. співроб., канд. техн. наук,
старш. наук співроб.
hilgurt@ukr.net*

ЗАСТОСУВАННЯ ВЕБ-СЕРВІСУ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ПРОГРАМУВАННЯ РЕКОНФІГУРОВНИХ ОБЧИСЛЮВАЧІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМАХ

Анотація. Розглянуто питання застосування для захисту цифровізованих підприємств енергетики веб-сервісу централізованого програмування реконфігурованих апаратних засобів технічного захисту інформації. Стандарт МЕК-61850 дозволяє підвищити експлуатаційні якості електричних підстанцій, але до переваг застосування інформаційних технологій додає притаманні їм недоліки, насамперед – загрози інформаційної безпеки. Застосування відомих засобів захисту інформації на промислових підприємствах енергетичної галузі вимагає врахування особливостей кіберфізичних систем.

Annotation. The issue of using a web service of centralized programming of reconfigurable hardware for digitalized energy enterprises security is considered. The IEC 61850 standard allows to increase operational qualities of electric substations, but adds inherent shortcomings of information technologies, first of all – security threats. The use of known information protection techniques requires consideration of the features of cyber-physical systems for the enterprises of the energy sector.

Для вирішення проблем сумісності різних поколінь енергетичного обладнання електричних підстанцій та систем керування ними було створено стандарт МЕК-61850 «Мережі та системи зв'язку на підстанціях» [1]. В Україні перші цифрові підстанції на базі МЕК-61850 було запущено в 2019 р. [2].

На жаль крім переваг цифрові технології привносять притаманні їм загрози інформаційної безпеки. Наявний в ІТ-галузі досвід боротьби з кібератаками не може буди безпосередньо застосованим до інтелектуальних промислових систем, але з низкою поправок його доцільно використовувати.

Одним з дієвих засобів протидії загрозам безпеки інформації є сигнатурні засоби. Прискорити ресурсоємну задачу сигнатурного аналізу дозволяють апаратні пристрої на базі ПЛІС. Але створення ефективних реконфігуровних засобів потребує наявності в складі обслуговуючого персоналу кіберфізичних систем висококваліфікованих спеціалістів. Вирішити проблему дозволяє централізоване створення конфігурацій для ПЛІС прискорювачів, що розташовані на локальних об'єктах. В роботі [3] досліджені питання побудови систем централізованого синтезу реконфігуровних прискорювачів для вирішення задач інформаційної безпеки. Крім зниження вартості володіння такі системи дозволяють враховувати специфічні особливостей задач кіберзахисту кіберфізичних систем енергетичної галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Yang Y., McLaughlin K., Sezer S., Littler T., Im E.G., Pranggono B., Wang H.F. Multi-attribute SCADA-specific intrusion detection system for power networks // IEEE Trans. on Power Delivery. 2014. Vol. 29, P.1092-1102.

2. Порошенко запустил первые турбины Приморской ветроэлектростанции. Режим доступа: <http://1news.zp.ua/poroshenko-zapustil-pervuyu-ochered-primorskoy-vetroelektrostantsii-video>.

3. Євдокимов В.Ф., Давиденко А.М., Гільгурт С.Я. Створення на базі грид-сайту ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАНУ системи централізованого синтезу апаратних прискорювачів для вирішення задач інформаційної безпеки в енергетичній галузі // Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. пр. ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. Київ, 2017. Вип. 79. С.3-8.

УДК 004[413.3+738.5.057.4]

Зубок Віталій Юрійович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України
канд. техн. наук,
докторант
vitaly.zubok@gmail.com

ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТОПОЛОГІЇ ЗВ'ЯЗКІВ В КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ НА ОСНОВІ ОЦІНОК ЗАХИЩЕНОСТІ ВІД КІБЕРАТАК НА СИСТЕМУ ГЛОБАЛЬНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ

Анотація. Описано рішення актуальної науково-практичної проблеми підвищення захищеності інформаційних активів в глобальній комп'ютерній мережі Інтернет шляхом пошуку ефективної топології міжмережєвих зв'язків для захисту від атак на систему глобальної маршрутизації. Критерієм ефективності топології є оцінка ризику як міра захищеності інформації. Приведено практичні результати застосування методики для різних за масштабом та географією суб'єктів глобальної маршрутизації. Візуалізований результат моделювання наглядно демонструє практичні шляхи для підвищення захищеності топології міжвузлових зв'язків від кібератак типу перехоплення маршруту.

Abstract. The solution of the current scientific and practical problem of increasing the security of information assets in the global computer network Internet by finding an effective topology of interconnections to protect against attacks on the global routing system is described. The criterion for the effectiveness of the topology is risk assessment as a measure of information security. The practical results of the application of the methodology for different in scale and geography subjects of global routing are presented. The visualized simulation result clearly demonstrates practical ways to increase the security of the internodal topology from cyberattacks such as route interception.

В роботах [1-3] описано проблеми безпеки інформації при міжмережевому обміні в Інтернеті в результаті вразливості системи глобальної маршрутизації. Існуючі методи на даний час не здатні забезпечити надійний захист ані системи глобальної маршрутизації в цілому, ані окремих маршрутів. Підвищення захищеності топології глобальної комп'ютерної мережі Інтернет від кібератак на систему глобальної маршрутизації залишається актуальною науково-прикладною проблемою. В попередніх роботах показано, що топологія зв'язків між інтернет-вузлами, якими є автономні системи (AS) і ризик кібератаки типу перехоплення маршруту пов'язані між собою. При цьому існує зв'язок з обома компонентами ризику: з вірогідністю перехоплення і з потенційними розмірами збитку. Запропонована загальна модель оцінки захищеності топології Інтернет, в якій використовуються нові метрики для Інтернет-вузлів - метрика значущості та метрика довіри:

$$R_v^u = \frac{\sum_i^{|V|} d(u,i)}{d(u,v)(|V|-1)} \sum_p^{|P|} 2^{24-l(p)} (1 + \delta_p)^{-1}$$

де R_v^u - ризик перехоплення на узлі v маршруту, джерелом якого є вузол u ; V - множина вузлів, до яких входять v та u ; $d(u,v)$ - топологічна відстань між u та v ; P - множина мережевих префіксів, маршрут до яких пролягає крізь v ; $l(p)$ - довжина мережевого префіксу $p \in P$; δ_p - відстань від v до джерела

мережевого префіксу p . На рис. 1 наведено гібридну схему, яка демонструє реалізацію методики підвищення захищеності топології зв'язків.

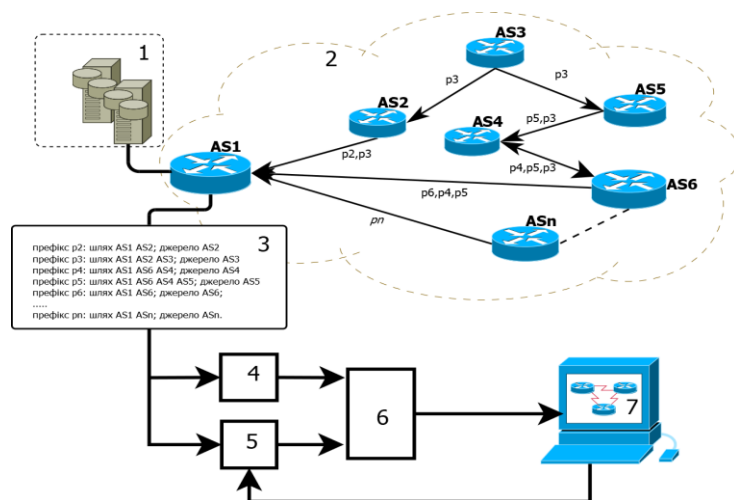


Рис.1. Схема реалізації методики моделювання ефективної топології зв'язків:
 1 - інформаційний актив; 2 - глобальна мережа Інтернет; 3 - дані про глобальну маршрутизацію; 4 - процес розрахунку метрики значущості; 5 - процес розрахунку метрики довіри; 6 - процес розрахунку ризику; 7 - система оцінювання ризику та моделювання нової топології

На ньому позначено інформаційний актив 1, підключений до Інтернет-вузла AS1 - власного обладнання, задіяного для забезпечення глобальної маршрутизації (BGP-маршрутизатора). AS1 разом з вузлами $\{AS2, AS3, AS4 \dots ASn\}$ входить до мережі Інтернет 2. Дані про глобальну маршрутизацію 3, зібрані на вузлі AS1, передають до блоків розрахунку метрики значущості 4 та розрахунку метрики довіри 5, результати розрахунку метрик обробляють в блоці розрахунку ризику перехоплення маршруту 6 та у впорядкованому вигляді виводять на дисплей 7, наприклад, у вигляді графіка або таблиці. Підчас моделювання ефективної топології зв'язків для зниження ризику, до блоку розрахунку метрики довіри подається нова топологія міжмережєвих зв'язків, що містить нові зв'язки. З урахуванням нових зв'язків розраховується метрика довіри та ризик, який порівнюється із заданим.

Було проведено експериментальне моделювання підвищення захищеності AS8258 від ризику атак «перехоплення маршруту». Для цього безпосередньо з маршрутизатора AS8258 отримано таблицю глобальної маршрутизації, в якій міститься інформація про маршрути до всієї доступних на той момент мережєвих префіксів. Для кожного вузла v зроблено розрахунок ризику, а

також сумарного ризику, який для перших 50 вузлів з найвищою значущістю склав $R'' = 1,698 \cdot 10^6$. Далі проведено впорядкування вузлів за ризиком і виділено три вузли, що мають найвищий ризик. З цими вузлами у AS8258 відсутній безпосередній зв'язок, тож вони є концентраторами ризику перехоплення маршруту. Відповідно до методики (рис.1) на вхід модуля 5 (розрахунок метрики довіри) передано модифіковану таблицю глобальної маршрутизації, відповідно до якої між AS8258 та трьома концентраторами ризику присутній безпосередній зв'язок. В результаті отримано нові метрики довіри до вказаних вузлів та розраховано нові ризики по всіх вузлах (рис.2).

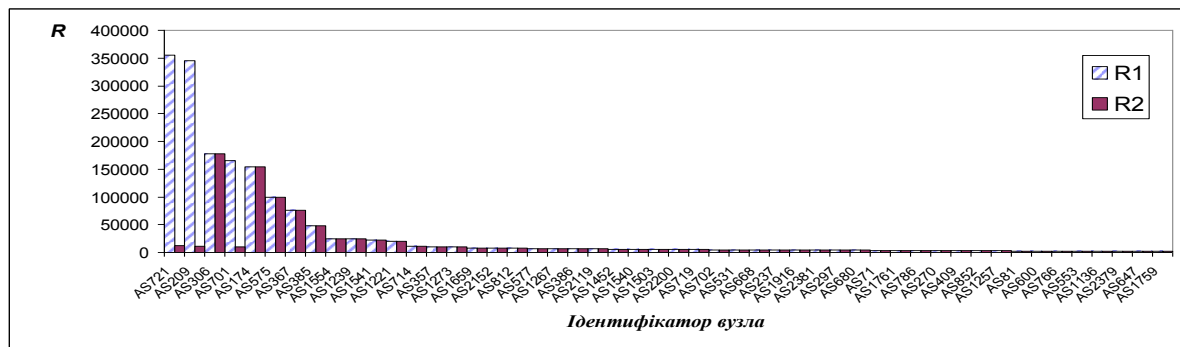


Рис.2. Розподіл ризику перехоплення маршруту серед 100 вузлів з найвищою метрикою значущості для старої топології (R1) та нової топології (R2)

Візуальне та арифметичне порівняння рядів даних R1 та R2 демонструє, що запровадження окремих змін у топології зв'язків AS8258 здатно зменшити ризик перехоплення маршруту. Точний розрахунок показав, що сумарний ризик (2) для нової топології склав $R'' = 8,6 \cdot 10^5$, тобто R2 на 50% нижче за R1.

Проведені емпіричні дослідження демонструють практичну результативність запропонованої методики стосовно підвищення захищеності топології зв'язків певного вузла Інтернет від кібератак, вектором яких є перехоплення маршруту до мережевих префіксів, що належать цьому вузлу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зубок В.Ю. Визначення напрямків протидії кібератакам на глобальну маршрутизацію в мережі Інтернет, Електрон. моделювання, 2018, 40, №5, С. 67-76.

2. Зубок В.Ю. Нові метрики для ризик-орієнтованого підходу до протидії атакам на глобальну маршрутизацію в Інтернеті, Електрон. моделювання, 2020, 42, №5. С. 111-119.

3. Зубок В.Ю. Аналіз захищеності Інтернет-вузлів від кібератак типу перехоплення маршруту, Реєстрація, зберігання і обробка даних, 2020, 22, №3, С. 58-67.

УДК [614.8.084+64.066.82]:004.942

Каменева Ірина Петрівна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. наук. співроб., канд. техн. наук
kamenevaip@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ В ЗАДАЧАХ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Анотація. Проведено аналіз сучасних математичних та алгоритмічних засобів, спрямованих на виявлення найбільш інформативних параметрів (факторів ризику) для побудови моделі знань з екологічної безпеки. Визначено також основні критерії інформативності та методи вибору певного набору параметрів в контексті поставлених задач, які запропоновано для реалізації в системі підтримки прийняття рішень.

Abstract. The analysis of modern mathematical and algorithmic means aimed at identifying the most informative parameters (risk factors) for building a model of knowledge on environmental safety. The main criteria of informativeness and methods of choosing a certain set of parameters in the context of the tasks, which are proposed for implementation in the decision support system, are also defined.

Аналіз багатовимірних даних і вибір інформативної підмножини ознак з певної вихідної множини займає важливе місце при розробці баз знань, необхідних для прогнозування тенденцій поведінки складних систем і прийняття

стратегічних рішень в різноманітних сферах діяльності. Методи оцінювання інформативності та вибору найбільш інформативних ознак представляють інтерес для експертів і фахівців, що вивчають внутрішні зв'язки в складних системах. У той же час скорочення числа ознак сприяє спрощенню процесу моделювання і розширює можливості якісного аналізу динаміки системи, зокрема, застосування когнітивної графіки.

Інформативність будемо визначати як міру корисності та повноти інформації в межах певної предметної області (ПО), що забезпечує коректне та лаконічне представлення структури знань із врахуванням можливостей практичного використання в задачах прийняття рішень.

В останні десятиріччя велику популярність здобула нова концепція Big Data Analytics [1, 2], (в перекладі «Великі дані»), що поєднує серію методів і засобів аналізу структурованих або неструктурованих даних великих обсягів із різноманітних джерел, адаптованих для пошуку змістовних і зрозумілих закономірностей, важливих для прийняття стратегічних рішень.

В рамках нового підходу необхідно адаптувати для екологічних задач методи багатовимірного аналізу, орієнтовані на виявлення можливостей для лаконічного пояснення природи аналізованої багатовимірної структури. Вони базуються на гіпотезі, що є невелике число визначальних параметрів, за допомогою яких можна з достатньою точністю описати як вихідні показники аналізованих станів, так і характер зв'язків між ними. Іноді експерти можуть виявити такі ознаки серед вимірюваних показників, але частіше це латентні фактори, які можна обчислити у вигляді комбінацій вихідних ознак [3].

Критерії інформативності. Припустимо, що $z = z(x) - k$ - мірна функція вихідних змінних x_1, x_2, \dots, x_m , де $k < m$; $I_k(z(x))$ - міра інформативності для k - мірної системи; $z(x) = (z_1(x), z_2(x), \dots, z_k(x))$. Нагадаємо два загальних критерії вибору функціоналу $I_k(z(x))$ [3]:

- *критерій автоінформативності*, що забезпечує максимально можливе збереження інформації, яка міститься у вихідному масиві даних $\{x_i\}$ відносно самих вихідних характеристик та їх співвідношень;

- *критерій зовнішньої інформативності*, орієнтований на максимально можливе збереження інформації щодо певних зовнішніх вимог.

Вибір інформативних ознак. В рамках побудови моделі експертних знань визначено три підходи до вибору інформативних ознак.

1. Експертний підхід, тобто вибір інформативних показників на основі попереднього досвіду з урахуванням експертних знань, звітності за минулий період, результатів імовірнісного аналізу безпеки тощо.

2. Визначення латентних параметрів у вигляді лінійних або нелінійних комбінацій вихідних ознак, що задовольняють заданим умовам.

3. Комбінований підхід: побудова імовірнісних шкал на основі експертних знань, визначення латентних параметрів та оцінювання ризиків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Майер-Шенбергер В., Кукьер К. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 240 с.

2. Верес О.М., Оливко Р.М. Класифікація методів аналізу великих даних. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://science.lpnu.ua>.

3. Айвазян, С.А. и др. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерностей. М.: Финансы и статистика, 1989. 607 с.

УДК 004.9:621.3

Коваленко Олексій Єпифанович,
ІПММС НАН України,
доцент, канд. техн. наук
OleksiyKovalenko@gmail.com

МОДЕЛІ КОНВЕРГЕНЦІЇ СИСТЕМ КІБЕР-ЕНЕРГЕТИКИ

Анотація. Конвергенція окремих систем енергетики в рамках консолідованої архітектурної моделі системи енергетичних систем потребує вирішення проблеми подолання розривів управління між різними рівнями енергетичної піраміди. Ця проблема може бути вирішена на основі

кіберматичного підходу, що передбачає глибоку інтеграцію кіберматичних засобів з фізичними компонентами кожного рівня та створення єдиного середовища керованого моделями з уніфікованими інтерфейсами. Для застосування такого підходу запропоновані формальні моделі конвергенції.

Abstract The convergence of separate energy systems within the consolidated architectural model of the system of energy systems requires solving the problem of bridging management gaps between different levels of the energy pyramid. This problem can be solved on the basis of a cybermatic approach, which involves the deep integration of cyber tools with the physical components of each level and the creation of a single environment controlled by models with unified interfaces. To apply this approach, formal convergence models are proposed.

Енергетична стратегія України «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» на період до 2035 року схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 року № 605-р [1] передбачає оптимізацію та інноваційний розвиток інфраструктури та забезпечення сталого розвитку енергетичної галузі на основі:

- створення умов для завершення проектів з підвищення надійності енергосистеми, поліпшення зв'язків з енергосистемою континентальної Європи, ліквідації обмежень з видачі потужності генеруючих підприємств;
- сприяння впровадженню «розумних» енергомереж (Smart Grids) і «розумного» обліку споживання електроенергії у споживачів (Smart Metering);
- стимулювання створення інфраструктури для розвитку електротранспорту, включаючи муніципальний;
- покращення показників надійності енергопостачання (SAIDI, SAIFI).

Безпека енергетики є комплексною проблемною сферою, яка може розглядатись з різних точок зору: економічної, екологічної, політичної, соціальної, гуманістичної тощо. Вирішення цієї проблеми ґрунтується на холістичному архітектурному підході. Кіберізація сфери енергетики заснована на застосуванні методології кіберматики. Кіберматика орієнтована на кіберсутності, які існують у кібер-світі і мають відношення з сутностями у кібер-

пов'язаних світах. Кібер-сутності пов'язані з енергетичною галуззю утворюють кібернетичний світ кібер-енергетики [2].

Конвергенція сутностей реального світу з кібер-сутностями кібер-енергетики здійснюється в межах моделі піраміди енергетики, що включає шари добування енергоресурсів; виробництво енергії; логістика енергії; споживання енергії, які забезпечуються відповідною інфраструктурою з насиченими засобами кіберматики.

Узагальнена модель конвергенції систем кіберенергетики представляється параметричним векторним функціональним Φ -графом:

$$\Phi_n \langle \langle V, E \rangle, X, F, q \rangle$$

де $\langle V, E \rangle$ - орієнтований граф з множиною вершин $V=S+C$ (S – постачальники енергії, C – споживачі енергії) та множиною дуг $E(S, C)$, що відображають зв'язність між сутностями сфери енергетики; X – множина параметрів вершин з простору параметрів q ; $F=F(X, E)$ – функції перетворення дуг графа.

Таким чином, представлення конвергенції систем кібер-енергетики в єдиній системі систем у вигляді функціонального графа, що описує відношення між кіберсутностями з кібер-пов'язаних світів дозволяє застосувати когнітивну модель як реалізацію холістичного архітектурного підходу до побудови таких систем. Запропонована модель може бути використана як каркас для побудови моделі знань систем кібер-енергетики та знання-орієнтованих систем управління на їх основі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кабінет Міністрів України. Розпорядження від 18 серпня 2017 р. № 605-р «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>.

2. Коваленко О.Є. Елементи архітектури систем кібер-енергетики / Безпека енергетики в епоху цифрової трансформації, науково-практична конференція Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова Національної

академії наук України : програма та матеріали, 20 грудня 2019 р. Київ : ІПМЕ ім. Г.Є.Пухова НАН України, 2019. – С. 69-71.

УДК 621.31:004.942

Лєпатєв Антон Олександрович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
провідний інженер
antonlepatiev@gmail.com

РУЧНА ПІДГОТОВКА ДАНИХ ДЛЯ МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ РЕЖИМУ РОЗПОДІЛЬЧОЇ МЕРЕЖІ

Анотація. Комп'ютерні тренажери та системи навчання використовуються на підприємствах розподільчих мереж енергетики для підготовки персоналу. Вони можуть підвищити рівень підготовки персоналу. При створенні тренажерних занять для спеціалістів по керуванню розподільчих мереж, однією з задач є підготовка даних для моделі режиму мережі по мнемосхемі. Розглядається ручна підготовка даних.

Abstract. Computer simulators and training systems are used on the distribution network to train personnel. They can improve the level of training of staff. The process of creating a mimic for training should be flexible, since every qualified industry specialist on the distribution network will be able to build his mimic with various components and place them in the desired place in the editor. However, there are many requirements for a specialist that must be taken into account for the correct display of the model.

На підприємствах розподільчих мереж для тренування персоналу використовуються комп'ютерні тренажери оперативних перемикачів (ТОП) і практика підтверджує їх високу ефективність. Основою ТОП є мнемосхема (МС) об'єкту керування, приклад якої наведено на Рис 1.

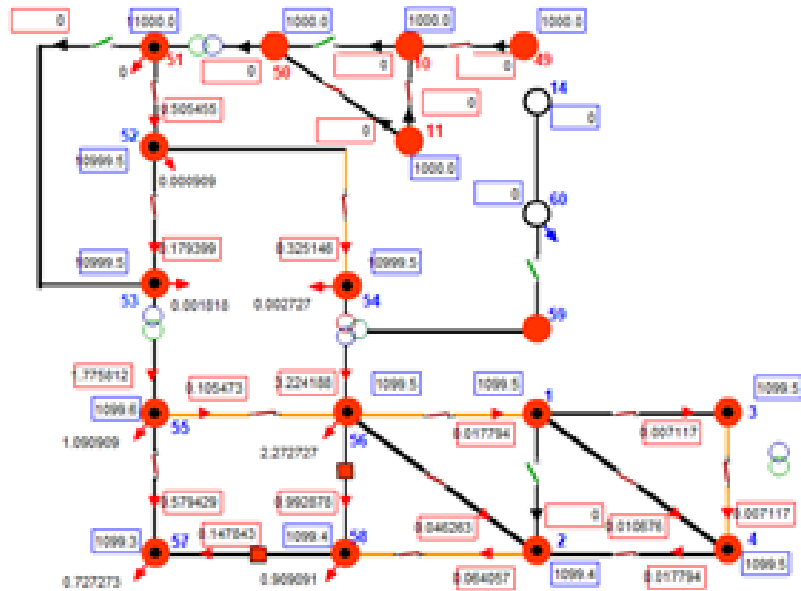


Рис 1. Приклад фрагменту налагоджувальної моделі мнемосхеми розподільної мережі

Існує практика замовляти розробку тренажерів програмістам, які зазвичай не обізнані у технологічних процесах. Консультативну роль у наданні інформації про технологічні процеси надає галузевий спеціаліст[1]. Дана ієрархія процесу розробки не ефективна, так як витрачається багато часу на розробку тренажерних занять. Крім того програмний продукт виготовлений в цьому випадку потребує постійного супроводження з боку програмістів для оперативного внесення необхідних змін та доопрацювань, що часто неможливо [3]. Дослідження та аналіз доступних до звичайного користувача інформаційних технологій та інструментів вказує на те, що вирішити цю проблему можна, якщо розробкою тренажеру буде займатись галузевий спеціаліст. Для цього необхідно використання Internet- технологій та конструкторів існуючих новітніх мультимедійних інформаційних пакетів [2]. Дані технології мають простий і зрозумілий інтерфейс і не використовують мов програмування, що робить їх ефективним варіантом для розробки тренажерів непрограмуєчими спеціалістами, таких як диспетчери, інженери, технологи та інші. Перед роботою з редактором розробник тренажерного заняття має сам пройти інструктаж щодо процесу введення індексів і номерів, розташування компонентів.

На рис. 2 показано процес побудови моделі мнемосхеми. В процесі побудови формуються необхідні дані для моделі режимів. Розробник тренажерного заняття на початку повинен з бібліотеки компонентів додати екземпляр компонента. Після цього він задає технологічні параметри (значення провідностей, коефіцієнтів трансформації та ін.). Занесенню екземплярів технологічних компонентів передує установка структурних - вузлів і гілок мнемосхеми.

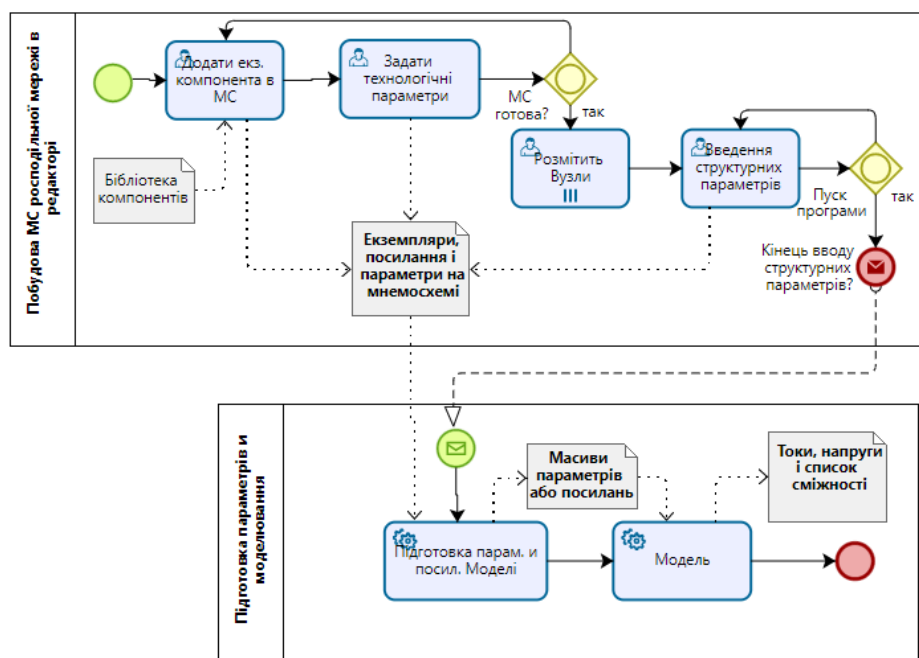


Рис 2. Побудова моделі мнемосхеми

У разі якщо розробник вирішить, що модель мнемосхеми не готова, він знову додає екземпляр компонента в мнемосхему, і задає параметри. Після готовності моделі мнемосхеми треба розмістити числами вузли і ввести структурні параметри (крім номерів вузлів задати індекси гілок, трансформаторів, вимикачів, роз'єднувачів, елементів виводу напруг і струмів). Індекс – це параметр, який визначає параметр гілки парою номерів вузлів, які з'єднанні гілкою. Індеси вимикачів, роз'єднувачів і двох обмоткових трансформаторів визначається індексом гілки, на якій розміщені дані компоненти. Індекс стрілки струму визначається напрямом струму і гілкою, на якій розміщена стрілка. Некоректне введення структурних параметрів може привести до некоректної роботи моделі режиму і для знаходження помилки може знадобитись дуже багато часу.

Головним недоліком ручної підготовки даних є обов'язково безпомилкове виконання етапу побудови моделі мнемосхеми - введення структурних параметрів(індекси, номери). Ця проблема вирішується з автоматичною підготовкою даних. У автоматичній підготовці даних структурні параметри записуються без допомоги розробника тренажерного заняття. Технологічні параметри, як і при ручній підготовці даних, вводяться розробником тренажерного заняття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Р.П. Абрамович, А.О. Бальва, В.Д. Самойлов. Інтегрована технологія проектування комп'ютерних засобів сценарного типу підготовки фахівців для енергопідприємств. Електронне моделювання. 2018. Том 40, №2. С. 27-42.

2. Бальва А.О., Абрамович Р.П., Самойлов В.Д. До вибору графічної специфікації діяльності персоналу енергопідприємств. Моделювання та інформаційні технології, 2018. Вип. 85, С. 45-52.

3. Переверзев И.А. Противоаварийный тренажер для диспетчеров электрических сетей с автоматизированной адаптацией к электроэнергетическим объектам: дис. канд. техн. наук: 05.14.02 / Электричні станції, мережі і системи. Київ, 1988. 159 с.

УДК 62-52

Митько Лідія Олексіївна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. наук. співроб, канд. фіз.-мат. наук,
lmitko@ukr.net

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ ПРИ ЦИФРОВІЙ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Анотація. При проведенні цифрової трансформації енергетичних систем і об'єктів, необхідним компонентом цього процесу є створення стандартів для

кожного енергетичного об'єкту стосовно дій персоналу на випадок стороннього втручання в його інформаційну систему, що буде сприяти зменшенню втрат від непередбачуваних ситуацій.

Annotation. In the digital transformation of energy systems and facilities, a necessary component of this process is the creation of standards for each energy facility regarding the actions of staff in the event of outside interference in its information system, which will reduce losses from unforeseen situations.

У матеріалах CIGRE значне місце відводиться трендам трансформації та розвитку світової енергетики (3D) - Decentralisation, Decarbonisation і Digitalisation і наголошується, що цифровізації, які реалізуються різними суб'єктами енергетики, повинні взаємоузгоджуватись на архітектурному і протокольному рівні, забезпечувати можливість інтеграції через єдиний інформаційний простір і цифрове середовище взаємодії, з метою отримання сумарного галузевого ефекту.

Цифрова трансформація в енергетиці дозволяє: зменшити бар'єри між енергетичними секторами, збільшуючи гнучкість і можливість інтеграції різних секторів; розмити межі між генерацією і споживанням, забезпечуючи інтелектуальне управління попитом, що дозволяє заощадити інвестиції в нову інфраструктуру електроенергетики, які в іншому випадку були б необхідні; інтеграцію змінних поновлюваних джерел, що сприяє електричним мережам краще адаптуватися до стохастичного процесу вироблення електроенергії цими джерелами; розробляти розумні зарядні технології для електротранспорту, що буде не тільки сприяти підвищенню гнучкості енергосистем, але й заощадженню коштів. Цифрова трансформація в енергетиці сприяє появі кращих можливостей для виробників накопичувати і продавати надлишки електроенергії в електричну мережу, що може стимулювати розвиток розподілених джерел енергії.

Залучення цифрової трансформації до енергетичних систем, які відносяться до об'єктів критичної інфраструктури, неможливий без створення безпекових засобів та методів, що пов'язані з використанням інформаційних технологій,

враховуючи, що саме об'єкти енергетики представляють собою найбільш привабливу мішень для деструктивних впливів.

Так успішна хакерська атака може нанести шкоду, яку раніше могли отримати лише від прямого військового втручання. Як приклад, можна розглянути найсучасніші пристрої РЗА, доступ до яких йде по IP, тобто вони стають екстериторіальними за можливостями атаки, а саме такі атаки можуть пошкоджувати первинне обладнання, що приводить до великих втрат, а також до найкращим чином замітання слідів, причому може пройти тривалий час від зловмисного внесення змін у конфігурацію до катастрофічних наслідків. Традиційні підходи, що базуються на захисті периметра і застосуванні високоефективних накладених засобів захисту, скоро зовсім втратять не тільки свою ефективність, а навіть і доцільність, бо занадто багато учасників розмиває саме поняття периметра захисту, а існуючі рішення будуть не тільки занадто дорогими для багатьох учасників, оскільки не всі зможуть кваліфіковано налаштувати і експлуатувати обладнання. А враховуючи, що значна частина пристроїв забезпечення захисту інформації або їх елементна база виготовляється іншими виробниками, що теж може сприяти серйозним ризикам. Тобто самі пристрої забезпечення інформаційної безпеки збільшують «поверхню» для можливої атаки, і самі можуть бути об'єктами нападу, тому необхідність забезпечення технічної надійності потребує дублювання або резервування та інфраструктури ІБ, що вимагає додаткових затрат.

При проведенні цифрової трансформації енергетики для забезпечення інформаційної безпеки необхідно ретельно вивчити об'єкт захисту і провести детальну оцінку ризиків, які можливі через моделювання загроз. Розуміння існуючих ризиків реалізації загроз безпеки допоможе не тільки більш ефективно розподілити ресурси при побудові системи захисту, а й, можливо, уникнути драматичних наслідків. Захист інформаційного забезпечення об'єктів енергетики потребує комплексних підходів, враховуючи індивідуальність кожного об'єкта, які неможливі без розробок, що включають аспекти постійного контролю дій персоналу, підвищення його компетентності, а також

розробки конкретних правил доступу персоналу до кожної ланки енергетичного об'єкту. Як необхідний компонент цифрової трансформації об'єкта повинні бути прийняті стандарти для кожного енергетичного об'єкту стосовно дій персоналу на випадок стороннього втручання в інформаційну систему енергооб'єкту, які будуть сприяти зменшенню втрат від непередбачуваних ситуацій.

Отже, втілення цифрової трансформації енергетичних систем або об'єктів, що пов'язується з оновленням, заміною інформаційних систем та обладнання, вимагає наявності безпекового модуля, який об'єднує як технічні і програмні засоби захисту, так і втілення контролю за діями персоналу, які пов'язані достовірністю прийнятих рішень та виконаних робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://www.cigre.org/GB/publications/technical-brochures>.
2. Voropai N.I., Kolosok I.N., Korkina E.S., Osak A.B. Energy Systems Research. Vol.3. No. 2. P. 19-28. DOI: 10.38028/esr.2020.02.0003

УДК 004.942

Митько Лідія Олексіївна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. наук. співроб, канд. фіз.-мат. наук,
lmitko@ukr.net

Анатієнко Людмила Миколаївна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
інженер I кат.
33294335@ukr.net

СТВОРЕННЯ ТА АПРОБАЦІЯ ПРОГРАМ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МОДЕЛЕЙ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Анотація. Доповідь присвячена створенню системи програм, призначених для вирішення задачі ідентифікації динамічних об'єктів на основі інтегральних

рівнянь. Програмні засоби будуються з використанням платформи Matlab і складаються із низки модулів, що реалізують розв'язання базових інтегральних рівнянь, які еквівалентні відповідним диференціальним рівнянням, а також програми, що забезпечують виконання необхідних обчислювальних експериментів.

Annotation. The report is devoted to the creation of a system of programs designed to solve the problem of identifying dynamic objects based on integrated equations. The software is built using the Matlab platform and consists of a series of modules that implement the solution of basic integral equations, which are equivalent to the corresponding differential equations, as well as programs that provide the necessary computational experiments.

У роботі представлена структура комплексу програм в системі Matlab, виконано опис програмних модулів, що реалізують розроблені алгоритми ідентифікації динамічних об'єктів, наведені результати розв'язання задач.

Для створення програм застосовано моделююче середовище системи Matlab, що надає можливість використання модульного принципу та ефективної реалізації всіх видів обчислювальних алгоритмів, що запропоновані в роботі. Комплекс складається з основних модулів, призначених безпосередньо для вирішення задач ідентифікації, а також для відновлення вхідного сигналу динамічних об'єктів, модулів, що реалізують віконний інтерфейс і забезпечують діалоговий процес вирішення задач і одинадцяти додаткових підпрограм, що викликаються основними модулями. Структура включає наступні модулі: *MSM_general*, *inv_general* - реалізація інтегрального методу ідентифікації на основі методів найменших квадратів та обернених матриць відповідно; *paramsMSM*, *paramsLM* - розрахунок параметрів диференційного рівняння методами найменших квадратів та Левенберга-Маркарда відповідно; *calcZ*, *calcPInvZ* - аналітичне представлення експериментальних залежностей на основі зворотного z-перетворення передатної функції з використанням методів найменших квадратів та псевдооберненої матриці; *polyCoef* - визначення коефіцієнтів перехідної

характеристики динамічного об'єкта; *coefH* - розрахунок коефіцієнтів передатної функції на основі перетворення Лапласа-Карсона; *voltIuv* - розв'язання інтегрального рівняння Вольтера I роду на основі традиційного підходу; *voltIbuv* - розв'язання інтегрального рівняння Вольтера I роду зі степеневим ядром на основі ядер, що розділяються; *voltIbuv1* - розв'язання інтегрального рівняння Вольтера I роду с ядром у вигляді тригонометричної функції на основі ядер, що розділяються; *errorMiddle2*, *errorMax* - розрахунок середньоквадратичної та максимальної абсолютної похибки вихідного сигналу відповідно.

Для доведення ефективності методу інтегральної ідентифікації розв'язано типовий приклад з використанням відповідних програм. Задано вхідний сигнал $f(t) = -14e^{-2t} - 0.2$; вихідний сигнал $y(t) = 1 - e^{-2t}$; порядок еквівалентної диференційної моделі $m=5$; Початкові умови $C_i, i = \overline{1,5}$; вектор точних значень $p_i, i = \overline{1,5}$. Параметри моделі $q_1 - q_5$ розраховано запропонованим методом та методом Левенберга-Марквардта з максимальною амплітудою випадкової похибки ϵ у вихідних даних на інтервалі $[0; 2]$ з кроком $h=0,01$. Значення параметрів, які отримані за результатами моделювання, час обчислень T , максимальна абсолютна похибка розв'язку $\Delta y = |y(t) - \tilde{y}(t)|$ наведено в таблицях 1, 2.

Таблиця 1

Результати застосування інтегрального методу ідентифікації, $m=5, h=0,01$

$\epsilon, \%$	$\max \Delta y$	T, c	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5
1	0,000189	0,103491	0,023311	-6,49706	6,37588	15,83192	-0,23627
5	0,000310	0,089377	0,00475	-1,49317	5,514835	-6,05629	-0,2662
10	0,000340	0,084081	0,003691	-1,016305	5,387974	-7,63575	-0,32318

Таблиця 2

Результати застосування методу Левенберга-Марквардта, $m=5, h=0,01$

$\epsilon, \%$	$\max \Delta y$	T, c	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5
1	0,055796	0,092078	129,9511	4971,802	5075,571	-8483,68	85,11122
5	0,111028	0,012793	128,5888	4742,03	2141,363	-13428,8	221,1721
10	0,113844	0,010860	125,861	4203,769	1789,687	-12070,3	382,1129

Результати проведення даного та інших експериментів свідчать про стійкість та високу точність розроблених алгоритмів. На основі алгоритмів реалізації інтегральних моделей розв'язано задачі побудови теплодинамічної моделі резистивних структур, ідентифікації ділянок довгих ліній та інш.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Верлань А.Ф. Эвристический метод идентификации модели динамического объекта с распределенными параметрами. Химическая технология. Контроль и управление. № 1. 2005. С.28-33.
2. Верлань А.Ф., Ключка К.Н. Метод интегральных уравнений в задаче идентификации параметров электрических цепей. «Вісник ЧДТУ», № 1, 2011. с. 55-58.

УДК 621.3; 543.7.4; 543.8

Огір Олена Олександрівна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
мол.наук. співроб.
lenaogir@gmail.com

ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ДЕФЕКТІВ СКАНОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА З ВИСОКОЮ ТОЧНІСТЮ

Анотація. Актуальною є розробка та дослідження нової технології формування дефектів зображень неоднорідностей сканованого середовища з високим розрізненням та точністю. В ході роботи розроблено пакет програм для комп'ютерного моделювання процесів формування і реконструкції зображень дефектів досліджуваних середовищ, шляхом вирішення, зокрема, таких завдань як модифікація математичних моделей, структур, апаратних та програмних засобів системи формування звукових зображень високого розрізнення та точності, створення програмно-апаратних засобів удосконалення зображень дефектів у реальному часі.

Abstract. The development and research of a new technology for the formation of image defects inhomogeneities of the scanned medium with high resolution and accuracy is relevant. In the course of work a package of programs for computer modeling of processes of formation and reconstruction of images of defects of investigated environments is developed, by solving, in particular, such tasks as modification of mathematical models, structures, hardware and software of system of formation of sound images of high resolution and accuracy.

Актуальною є розробка комп'ютерної технології формування акустичних зображень дефектів сканованого середовища, що включає в себе розробку архітектури, апаратного та програмного забезпечення для систем ультразвукової ехоскопії, що використовують в якості інформаційного параметра і амплітуду, і фазу відбитого ехосигналу.

Алгоритм повинен бути досить швидкодіючим для роботи в реальному часі, слабо чутливим до перешкод і флуктуацій швидкості ультразвуку. В теорії УЗ систем ехоскопії відомі високі потенційні можливості голографічних методів обробки інформації, пов'язані з реєстрацією та комп'ютерною обробкою звукових голограм - фазових і амплітудно-фазових просторових спектрів відбитої від об'єкта звукової хвилі [1].

В описах новітніх систем медичної діагностики, наприклад, Sequoia S512 виробника Acuson, вже з'явилися повідомлення про використання фази відбитого ехосигналу для формування зображень патологій в тканинах людського організму. Крім того, використання комп'ютерних цифрових моделей фізичних голограм має властиві тільки їм якості - можливість застосування алгоритмічної обробки на всіх стадіях формування звукової голограми та реконструкції голограмних зображень. Це дозволяє провести різну попередню комп'ютерну обробку зображень з метою їх поліпшення перед виведенням на екран оператора. Розробка засобів і нових технологій для покращення зображень дефектів середовища в реальному часі - ще одна актуальна проблема в даній області. Розрізнявальна здатність системи залежить від значення глибини (дальності) залягання досліджуваної області. Зі

збільшенням робочої частоти і розмірів апертури роздільна здатність системи поліпшується [3]. Просторова розрізнявальна здатність не залежить від кількості датчиків на апертурі вимірювань. Це є принциповою відмінністю від акустичних систем контролю з алгоритмами трансверсальної фільтрації при формуванні зондуючого променя в режимі прийому ехосигналів [2].

Метою роботи є розробка та дослідження нової технології формування дефектів зображень неоднорідностей сканованого середовища з високим розрізненням та точністю. Для досягнення вказаної мети були поставлені та вирішені, зокрема, такі завдання як модифікація математичних моделей, структур, апаратних та програмних засобів системи формування звукових зображень високого розрізнення та точності, створення програмно-апаратних засобів удосконалення зображень однорідностей у реальному часі, розробка пакета програм для комп'ютерного моделювання процесів реєстрації і формування зображень дефектів досліджуваних середовищ.

Для застосування в проектованій системі ехоскопії голографічного типу необхідно представити залежності (1), (2)

$$U(x_0) = \frac{1}{j\lambda} \cdot \frac{z}{z^2 + x_0^2} \cdot e^{\frac{j\omega z}{c}} \cdot e^{\frac{j\omega}{2cz} \cdot x_0^2} \int_{-\infty}^{+\infty} U(x_1) \cdot e^{\frac{j\omega}{2cz} \cdot x_1^2} \cdot e^{\frac{-j2\pi}{c} f_x \cdot x_0 \cdot x_1} dx_1 \quad (1)$$

$$U(x_1) = j\lambda \cdot e^{\frac{-j\omega}{2cz} \cdot x_0^2} \cdot \frac{z^2 + x_0^2}{z} \cdot e^{\frac{c}{j\omega z}} \int_{-\infty}^{+\infty} U(x_0) \cdot e^{\frac{-j\omega}{2cz} \cdot x_0^2} \cdot e^{j2\pi f_x \cdot x_0 \cdot x_1} df_{x_0} \quad (2)$$

в дискретному вигляді. Пара дискретних одномірних перетворень з врахуванням обмежень Кірхгофа-Френеля запишеться у вигляді (3), (4):

$$U(x_0) = A \sum_{x_1} U(x_1) \cdot e^{\frac{j\omega}{cz} \cdot x_1^2} \cdot e^{-j2\pi f_{x_0} \cdot x_1} \Delta x_1 \quad (3)$$

$$U(x_1) = A^{-1} \sum_{x_0} U(x_0) \cdot e^{\frac{j\omega}{2cz} \cdot x_0^2} \cdot e^{j2\pi f_{x_0} \cdot x_0 \cdot x_1} \Delta f_{x_0} \quad (4)$$

В результаті досліджень доведено, що розрізнявальна здатність системи практично не залежить від площини розміщення датчиків на апертурі, що робить голографічні системи візуалізації значно більш технологічними у виробництві. Алгоритми та програми вирішення завдань формування та

виведення зображень дефектів у реальному часі показали ефективність обраних апаратно-програмних засобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Євдокимов В.Ф., Огір Е.А., Душеба В.В. Комп'ютерна технологія формування акустичних зображень дефектів сканованого середовища з високою точністю // Проблеми інформатизації та управління. 2020. № 63. С. 18-27.

2. Огір О.О. Метод підвищення якості реконструкції діагностичних зображень на основі інтегральних перетворень. Электронное моделирование. 2019. Том 41, № 4. С. 35-47.

3. Євдокимов В.Ф., Огір О.С., Огір О.О. Дослідження характеристик якості УЗ зображень та алгоритмів їх обробки. Моделювання та інформаційні технології. 2017. Вип. 80. С. 3-11.

УДК 004[051+052]::519.6

Сушко Сергій Володимирович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
аспірант
sergii.sushko@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ РОЮ ЧАСТОК ДЛЯ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНИХ РОЗМІРІВ БЛОКІВ У ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕТОДОМ РОЗБИТТЯ НА БЛОКИ

Анотація. Стаття присвячена оптимізації програмного забезпечення. В статті розглянуто метод розбиття на блоки в якості універсального алгоритму оптимізації. В статті наведено особливості використання цього методу і важливість вибору параметрів алгоритму з метою найкращої оптимізації по часу виконання програм. Наведено можливі конфігурації алгоритму дискретного методу рою часток для пошуку найкращих параметрів метода розбиття на блоки.

Abstract. The article is devoted to software optimization. The article considers tiling method as a universal optimization algorithm. The article presents main features of method and importance of choosing parameters of the algorithm in order to better optimization for faster program execution. Possible configurations of Discrete Particle Swarm Optimization Method for finding best parameters of tiling method are given.

Оптимізація програмного забезпечення має в своєму складі багато алгоритмів і технік оптимізації. Одним з підходів оптимізацій є перетворення вихідного програмного коду в інший програмний код згідно застосованих оптимізаційних методів. Надалі такий вихідний код може бути оптимізовано в подальшому на рівні компілятора. Такий клас перетворень базується на поліедральній моделі [1] представлення вихідного коду.

Останнім часом з'явилися програмні пакети [2], що дозволяють виконувати перетворення із вихідного коду в вихідний код в автоматичному режимі із застосуванням деяких оптимізаційних методів, як наприклад методу розбиття на блоки. Авторами у [3] були виконані дослідження що підтверджують ефективність методу розбиття на блоки, проте також виявляють, що сам розмір розбиття суттєво впливає на ефективність методу. Проводячи подальше дослідження пропонується використовувати дискретний метод рою часток для ітеративного пошуку оптимального розміру блоку. Пропонується використання методу рою часток з точками по границям ітеративного простору та рівномірного розподілення точок в ітеративному просторі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Feautrier P., Lengauer C., «The polyhedron model», in Encyclopedia of Parallel Computing, pp. 1581–1592. Springer, Berlin (2011).
2. Boundhugula U., Ramanujam J., Sadayappan P. Pluto: a practical and fully automatic polyhedral parallelizer and locality optimizer, Technical Report OSU-CISRC-10/07-TR70, Louisiana State University, Columbus, OH (2007).

3. Chemeris A., Lazorenko D., Sushko S., «Influence of Software Optimization on Energy Consumption of Embedded Systems», in Green IT Engineering: Components, Networks and Systems Implementation, V. Kharchenko, Y. Kondratenko and J. Kacprzyk, Ed. Springer International Publishing, 2017, pp. 111-133.

УДК 004[056.5+413.4]

Савельєв Денис Валентинович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України
аспірант
desmix07@gmail.com

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ВЕБ-СИСТЕМ ВІД АКТУАЛЬНИХ ЗАГРОЗ БЕЗПЕКИ НА СТАДІЇ РОЗРОБКИ

Анотація. У доповіді наведено перелік актуальних загроз, які ґрунтуються на рекомендаціях та досвіді авторитетних організацій у світі та Україні. Список загроз веб-безпеці на основі основних рекомендацій щодо забезпечення безпеки веб-систем під час проектування та розробки, зокрема, рекомендацій OWASP для веб-розробників програмного забезпечення та рекомендацій Українського державного центру реагування на комп'ютері інциденти CERT-UA з безпеки веб-ресурсів, що використовується для адміністраторів.

Abstract. The report describes the list of threats of which based on the recommendations and experience of reputable organizations in the world and Ukraine. The list of web security threats based on the main recommendations for ensuring system security during design and development, in particular, Open Web Application Security Project (OWASP) recommendations for web-based software developers and recommendations of the Ukrainian State Center for Computer Incident Response CERT-UA on web resource security used for administrators.

Наведений перелік базується на актуальних рекомендаціях із забезпечення захищеності веб-систем для розробників та адміністраторів системи, серед яких

рекомендації OWASP для розробників веб-орієнтованого програмного забезпечення [1] та рекомендації CERT-UA з безпеки веб-ресурсів для адміністраторів [2] та наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Рекомендації щодо розробки та адміністрування веб-систем

Рекомендація	Опис
Дотримання актуальних вимог безпеки	При проектуванні продуктів рекомендується дотримання існуючих практик замість винаходу власних підходів [1].
Використання безпечних фреймворків та бібліотек.	Програмні інструменти з гарантованою відсутністю вразливостей допомагають створювати захищені додатки [2].
Управління оновленнями програмного забезпечення	Необхідно постійно слідкувати за версіями операційної системи та програмного забезпечення (в тому числі використовуваних пакетів при розробці) – актуальні версії виключають виявлені вразливості попередніх, що можуть застосовуватись зловмисниками [1,2].
Забезпечення захищеного доступу до даних	Забезпечення безпечності запитів, механізмів конфігурації, автентифікації та обміну даними з додатками[1].
Шифрування безпека даних та	Налаштування перетворення спеціальних символів, які можуть бути інтерпретованими як частина команди – уникнення міжсайтового скриптингу (XSS) [1].
Перевірка вхідних даних	Контроль вхідних даних на синтаксичний та семантичний аспекти – перевірка коректності формату отриманих даних, очікуваного системою [1].
Захист «цифрової особистості»	Сукупність даних про користувача в рамках сеансів роботи з системою – використання сильних паролів та засобів автентифікації, налаштування сеансу користувача у системі, тощо [1].
Управління доступом	Визначення рівня прав на отримання інформації для кожного користувача, додатку або процесу [1,2].
Всебічний захист інформації	Класифікація даних для коректної обробки кожного типу, шифрування передачі інформації (використання протоколів HTTPS/TLS[2]) та баз даних (хешування паролів та інших вразливих даних) [1].
Моніторинг та ведення журналів безпеки	Контроль подій та моніторинг відправки нехарактерних запитів та команд для своєчасного виявлення ознак кібератаки [1,2].
Коректне опрацювання помилок та виключень	Перевірка реагування системи на непередбачені кодом команди та ситуації, які можуть знизити продуктивність системи або призвести до її збою. Контроль відображення повідомлень про помилку на стороні клієнта, які мають бути максимально стислими та виключати наявність будь якої технічної інформації, яка може полегшити зловмиснику виконання атаки на систему [1].
Періодична перевірка директорій на сервері веб-ресурсу	Виявлення у файловій системі серверу бекдорів (вебшетів) для віддаленого доступу, що свідчить про злам веб-ресурсу та дає можливість для подальших дій з пошуку використаних вразливостей [2].

Продовження таблиці 1

Уникнення вразливих конфігурацій веб-сервера	Приховання версій використовуваного програмного забезпечення, приховання службових сторінок, вимкнення невикористовуваних сервісів та блокування портів, обмеження доступу до панелі адміністрування та серверу з зовнішньої мережі, тощо [2].
Розмежування веб-додатків	Уникнення розташування на одній віртуальній машині декількох веб-ресурсів, які не відносяться один до одного (наприклад, актуальна та тестова/попередня версія сайту – можливий злам актуальної версії сайту через вразливості попередньої) [2].

Наведені рекомендації забезпечують уникнення або зниження загроз, перелік яких приводиться у табл. 2, де для кожного типу загроз приводиться можливий вплив на систему та класифіковано за фазою розробки [3], під час якої можливе їх виконання чи допущення.

Таблиця 2

Перелік загроз та можливі наслідки їх реалізації

Можливий тип загрози	Можливі наслідки реалізації загрози			Фаза розробки		
	Порушення конфіденційності	Порушення цілісності	Порушення доступності	Проектування	Реалізація	Впровадження
Негативний вплив на ПЗ з боку засобів розробки	-	+	+	+	+	-
Шкідливі закладки у коді	+	+	+	-	+	-
Зловживання функціональністю	+	-	-	+	-	-
Використання компонентів з відомими вразливостями	+	+	+	+	+	+
Ін'єкції	+	+	+	-	+	-
Міжсайтовий скриптинг	+	+	+	-	+	-
Виконання команд, не передбачених системою	+	+	+	+	+	-
Порушення автентифікації	+	+	+	+	+	-
Перехоплення HTTP-cookies	+	-	-	+	+	-
Несанкціонований контроль доступу	+	+	+	+	+	+
Використання чутливих даних	+	+	+	+	+	+
Доступ до файлів сервера через URL	+	+	+	-	+	+

Продовження таблиці 2

Аналіз мережного трафіку	+	-	-	+	+	+
Сканування мережі	+	+	+	-	-	+
Впровадження хибного маршруту/об'єкта мережі	+	+	+	-	-	+
Недостатнє ведення журналів та моніторинг	+	+	+	-	+	+
Витік інформації	+	+	+	+	+	+
Небезпечна десеріалізація	+	+	+	-	+	-
Відмова в обслуговуванні	-	+	+	-	+	+
Розщеплення HTTP-запитів	+	+	+	-	+	-
Зовнішні об'єкти XML	+	+	-	-	+	+
Помилки безпеки	+	+	+	-	-	+
Індексація каталогів веб-сервера	+	+	+	-	-	+
Вплив через вразливості інших веб-ресурсів, розміщених на тому ж сервері	+	+	+	-	-	+

Визначення переліку загроз безпеки розроблюваної системи є одним із ключових етапів процесу оцінки ризиків, якість виконання якого в свою чергу забезпечує ефективність аналізу безпеки та контролю ризиків.

Наведено актуальні рекомендації щодо забезпечення безпеки процесу розробки веб-систем та додатків. Визначено перелік актуальних типів загроз, виходячи з невиконання наведених рекомендацій та наслідки їх реалізації. Для кожного типу загроз визначено фазу життєвого циклу розробки проекту, під час якої необхідний контроль загрози.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Anton K., Manico J., Bird J. 10 Critical Security Areas That Software Developers Must Be Aware Of // OWASP Top Ten Proactive Controls Project. 2018. URL: https://owasp.org/www-pdf-archive/OWASP_Top_10_Proactive_Controls_V3.pdf.
2. Рекомендації CERT-UA з безпеки вебресурсів. CERT-UA. URL: <https://cert.gov.ua/recommendations/25>.
3. Thread Classification Development View, The Web Application Security Consortium. URL: [http://projects.webappsec.org/w/page/13246969/Threat Classification Development View](http://projects.webappsec.org/w/page/13246969/Threat%20Classification%20Development%20View).

Цуркан Оксана Володимирівна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
мол. наук. співроб.
otsurkan24@gmail.com

Крук Ольга Миколаївна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
мол. наук. співроб.
o.n.kruk@gmail.com

Клименко Тетяна Михайлівна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
зав. науково-організаційним відділом
klimenko-t@ukr.net

Яшенков Вадим Петрович,
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України,
науковий співробітник
vadym.yashenkov@gmail.com

СИСТЕМА АНАЛІЗУВАННЯ УРАЗЛИВОСТЕЙ СОЦІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ДО ВПЛИВІВ СОЦІАЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Анотація. Приділено увагу уразливостям соціотехнічних систем до впливів соціальної інженерії. На основі нечітких соціальних графів розроблено систему їхнього аналізування. Розглянуто варіанти її використання, логічну та фізичну структури.

Abstract. Attention is given to the relevance of analyzing the urgency of social engineering systems. On the basis of unclear social graphs, a system of analytical analysis has been broken up. The options of using, logical and physical structure are considered.

Неспроможність соціотехнічних систем протидіяти впливанню соціальної інженерії обумовлено насамперед наявністю уразливостей користувачів. Маніпулювання їхніми слабкостями, потребами, маніями (пристрастями), захопленнями спонукає до нової моделі поведінки. Протидія такому маніпулюванню здійснюється розробленням системи аналізування

уразливостей соціотехнічних систем до впливів соціальної інженерії на основі нечітких соціальних графів [1 - 3].

Система аналізування уразливостей соціотехнічних систем характеризується варіантами використання з огляду на слабкості, потреби, манії (пристрасті), захоплення користувачів. Вони відображаються як ектори, між якими відношення або асиметричне, або відсутнє. Наприклад, від соціального інженера до обману як маніпулятивної форми. При цьому соціальний інженер тлумачиться відправником, обман – отримувачем [2]. Так, за направленістю між екторами встановлюється різновид ектора: ізольований, відправник, отримувач. Тому вплив соціальної інженерії на соціотехну систему відображається поєднанням екторів відправників та отримувачів.

Особливості аналізування уразливостей соціотехнічних систем до впливів соціальної інженерії враховано логічним представленням. Тоді як особливості його реалізування фізичною структурою [2, 3].

Отже, застосування розробленої системи дозволяє виявити та, як наслідок, протидіяти використанню слабкостей, потреб, маній (пристрастей), захопленню користувачів. Це досягається завдяки аналізуванню таких уразливостей соціотехнічних систем. Як наслідок, через них унеможливується здійснення впливів соціальної інженерії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Волобуев С. В. Безопасность социотехнических систем. Обнинск, Россия: Викинг. 2012. 340 с.

2. Мохор В., Цуркан О., Герасимов Р., Крук О., Покровська В. Модель аналізування уразливостей соціотехнічних систем до впливів соціальної інженерії. Кібербезпека : освіта, наука, техніка. 2020. Том 4, № 8. С. 165-173. DOI: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2020.8.165173>.

3. Цуркан О., Герасимов Р., Крук О. Методи протидії використанню соціальної інженерії. Information Technology and Security. 2019. Vol. 7, Iss. 2 (13), P. 161-170. DOI: <https://doi.org/10.20535/2411-1031.2019.7.2.190563>.

Мохор Володимир Володимирович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
член-кор. НАН України,
д-р техн. наук, проф.,
директор
v.mokhor@gmail.com

Цуркан Василь Васильович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
канд. техн. наук, доц.,
старш. наук. співроб.
v.v.tsurkan@gmail.com

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ ЯК ОБ'ЄКТ СИСТЕМНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Анотація. Розглянуто розроблення систем управління інформаційною безпекою. Встановлено багатоаспектність їхніх досліджень як цілісних об'єктів.

Abstract. The development of information security management systems is considered. The multifaceted nature of their research as an integral object is established.

Проактивним заходом забезпечення інформаційної безпека та, зокрема, кібербезпеки об'єктів критичної енергетичної інфраструктури є розроблення систем управління інформаційною безпекою. На практиці воно зводиться до реалізованості вимог [1]. Цим ускладниться виокремлення елементів таких систем та, як наслідок, встановлення між ними структурних та функціональних зв'язків. Дані обмеження долаються завдяки врахуванню багатоаспектності систем управління інформаційною безпекою як цілісних об'єктів при їх розробленні в організаціях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ISO/IEC 27001:2013. Information technology. Security techniques. Information security management systems. Requirements. [Valid from 2013-09-25]. Available: <https://www.iso.org/standard/54534.html> (accessed on: May 14, 2020).

Гільгурт Сергій Якович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. наук. співроб., канд. техн. наук,
старш. наук. співроб.
hilgurt@ukr.net

РЕКОНФІГУРОВНІ АПАРАТНІ ЗАСОБИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ ЦИФРОВИХ ПІДСТАНЦІЙ

Анотація. Розглянуто техніку прискореного обчислення функціональної залежності кількісних характеристик реконфігуровних засобів сигнатурного аналізу з використанням асоціативної пам'яті на базі цифрових компараторів від властивостей набору патернів та апаратного прискорювача, яка дозволяє виконувати процедуру оптимізації за прийнятний час.

Annotation. The technique of accelerated calculation of functional dependence of quantitative characteristics of reconfigurable means of signature analysis using CAM based on discrete comparators on the properties of a pattern set and hardware accelerator, which allows performing the optimization procedure in a reasonable time, is considered.

В проведеному дослідженні розглянуто техніку прискореного обчислення технічних параметрів реконфігуровної схеми розпізнавання, яка дозволяє виконувати процедуру пошуку оптимального рішення за прийнятний час. Наведений приклад побудови так званої функції оцінки (а саме – її ресурсної складової) для базової схеми розпізнавання патернів, побудованої у вигляді асоціативної пам'яті на базі цифрових компараторів. Отримано математичний запис залежності вихідного значення оцінки потрібних ресурсів ПЛІС від вхідних змінних, якими є параметри множини патернів, що мають розпізнаватися, та низці констант, що є параметрами реконфігуровного прискорювача, який використовується.

Отримана залежність не тільки дозволяє прискорити процедуру оптимізації, але також може бути окремо використана для попередньої оцінки ефективності реконфігуровних технічних рішень.

Станіцина Валентина Володимирівна,
*Інститут загальної енергетики НАН України,
старш. наук. співроб., канд. техн. наук*

Артемчук Володимир Олександрович,
*ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. наук. співроб., канд. техн. наук
ak24avo@gmail.com*

ПРОГНОЗУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА НОВІ ВИКЛИКИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ПАНДЕМІЄЮ COVID-19

Анотація. Прогнозування споживання електроенергії є важливою та актуальною проблемою, що підтверджується в тому числі й великою кількістю публікацій з даного питання в світі. Існують різні підходи до прогнозування споживання електроенергії, починаючи від аналізу часових рядів і закінчуючи найсучаснішими методами штучного інтелекту та машинного навчання, проте, як показав досвід, необхідне розроблення також і нових методів та засобів прогнозування з урахуванням надзвичайних ситуацій на кшталт пандемії COVID-19.

Abstract. Forecasting electricity consumption is an important and urgent issue, which is confirmed by the large number of publications on this issue in the world. There are different approaches to forecasting electricity consumption, from time series analysis to the latest methods of artificial intelligence and machine learning, but experience has shown that new methods and tools for forecasting in emergencies such as the COVID-19 pandemic need to be developed.

Точне прогнозування попиту на електроенергію важливе для ефективного управління в енергетичному секторі. Як завищений, так і занижений попит спричиняють значні економічні витрати через недостатнє використання встановлених потужностей або скидання навантаження. Вибір оптимального методу для вирішення конкретної практичної задачі являє собою окрему і досить непросту задачу.

Не існує єдиної класифікації діапазонів прогнозів споживання. Однією з них є наступна - групування процесів прогнозування за 4-ма категоріями на основі часових горизонтів: дуже короткострокове (very short term load forecasting - VSTLF), короткострокове (short term load forecasting - STLF), середньострокове (medium term load forecasting - MTLF) та довгострокове прогнозування споживання (long term load forecasting - LTLF). Часові межі для розподілу цих 4-х категорій складають відповідно один день, два тижні та три роки [1].

Масове впровадження в останнє десятиліття розумних лічильників забезпечило величезним обсягом даних, які мають надзвичайно детальний характер як у часі, так і в просторі. Наявність цих даних, разом із розвитком обчислювальних технологій та технік прогнозування, призвело до виникнення нового напрямку - прогнозування ієрархічного навантаження (hierarchical load forecasting - HLF). Цілі та класифікацію методів прогнозування зображено на рис. 1.

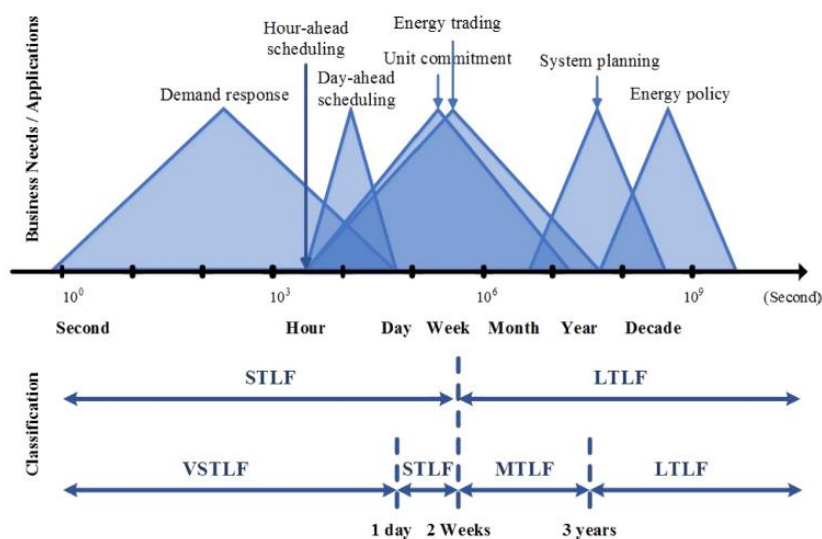


Рис. 1. Цілі прогнозування попиту на електроенергію та класифікація методів прогнозування

З часом зростає інтерес до прогнозування електроспоживання, кількість публікацій в цій області з 1970-х рр. показано на рис. 2. З кінця 1990-х до початку 2000-х років було приділено більше уваги до STLF, ніж LTLF, в основному через дерегуляцію комунальної галузі. Конкуренція на ринках електроенергії вимагала вдосконалення STLF, тоді як обмеження на інвестиції в інфраструктуру зменшили потребу в LTLF [1].

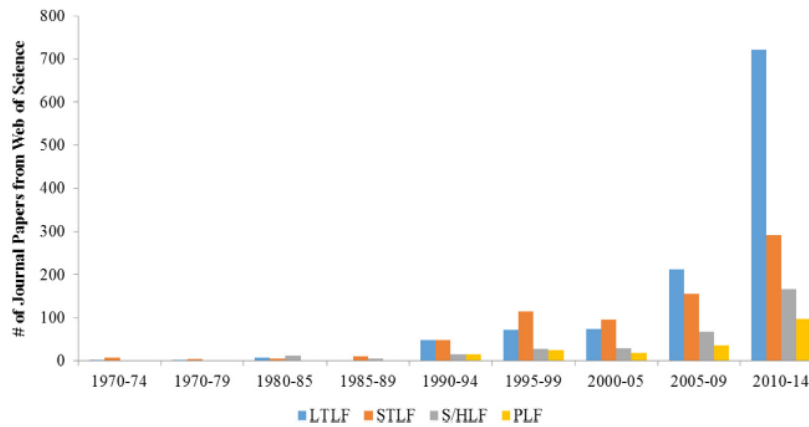


Рис. 2. Кількість журнальних статей в області прогнозування електроспоживання з 1970-х рр.

На вибір методу прогнозування впливають такі основні фактори: територія прогнозування; період попередження прогнозування; наявність ретроспективних даних і їх похибка; необхідна точність прогнозу; поведінка часового ряду спостережуваного процесу [2].

В Україні формування прогнозного балансу електричної енергії об'єднаної енергетичної системи України на розрахунковий рік затверджено на державному рівні і є складовим елементом системи прогнозування та планування розвитку об'єднаної енергетичної системи України на короткострокову, середньострокову та довгострокову перспективу [3].

З розвитком науки та техніки виникають нові методи та можливості для прогнозування електроспоживання, проте, як показує досвід, надзвичайні ситуації, на кшталт пандемії COVID-19, суттєво впливають на всі сфери життя суспільства. Пандемія COVID-19 призвела до зменшення обсягів виробництва продукції і споживання паливно-енергетичних ресурсів, в тому числі і споживання електроенергії, тому необхідним є розроблення методів прогнозування електроспоживання з урахуванням нових викликів сьогодення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hong, T., & Fan, S. (2016). Probabilistic electric load forecasting: A tutorial review. *International Journal of Forecasting*, 32(3), 914-938. doi:10.1016/j.ijforecast.2015.11.011

2. Борукаєв З.Х. Математичні та комп'ютерні моделі процесів вдосконалення механізмів функціонування і розвитку систем організаційного управління. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи. – Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, Київ, 2018.

3. Порядок формування прогнозного балансу електричної енергії об'єднаної енергетичної системи України на розрахунковий рік. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 26.10.2018 №539.

УДК 004[042+5+942]::007.51

Фуртат Юрій Олегович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
мол. наук. співроб., канд. техн. наук
saodhar@ipme.kiev.ua

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПЕРСОНАЛІЗОВАНА АДАПТАЦІЯ ПРОЦЕСУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ КОРИСТУВАЧА З АВТОМАТИЗОВАНИМИ СИСТЕМАМИ

Анотація. При роботі з інформацією в автоматизованих системах управління (зокрема, керування об'єктами енергетичних систем) користувач-оператор має справу з інтенсивним потоком даних. Довга робота в режимі сильного інформаційного навантаження знижує якість роботи оператора, потенційно призводить до помилок в роботі, що можуть мати негативні наслідки для керованих об'єктів. Для уникання таких ситуацій досліджуються і розробляються різні підходи до зниження рівня інформаційного навантаження на оператора, одним з яких є адаптація інформаційної взаємодії до особливостей робочого процесу і когнітивних характеристик оператора.

Annotation. When working with information in automated control systems (in particular, the management of energy units and facilities), the user-operator is dealing with an intensive flow of data. Prolonged work in the mode of heavy information load reduces the quality of the operator's work, potentially leads to errors in the work, which can have negative consequences for the managed objects. To avoid such situations, various approaches to reducing the level of information load on the operator are studied and developed, one of which is the adaptation of information interaction to the specifics of the work process and cognitive characteristics of the operator.

Сучасні автоматизовані системи – це людино-машинні системи зі складною структурою, орієнтовані на виконання широкого спектру функцій. Це зумовлює певні особливості роботи з інформацією в таких системах, її зберігання та обробки. В зв'язку зі значним обсягом інформації, з якою оператори автоматизованих систем повинні взаємодіяти в процесі роботи, часто в умовах обмеженого часу на прийняття рішень, виникає інформаційне перенавантаження операторів, яке негативно позначається на якості їх роботи і на надійності автоматизованих систем. Для вирішення проблеми зниження ефективності інформаційної взаємодії користувача з системою розглядається можливість створення моделі процесу інформаційної взаємодії, алгоритмізації та реалізації процесу адаптації характеристик інформаційних потоків, які надходять від системи до оператора, до індивідуальних особливостей оператора та робочого процесу.

Для алгоритмізації і реалізації процесу адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою пропонується ряд моделей. Процес адаптації реалізується як управління взаємопов'язаними параметрами моделей сутностей, що приймають участь у процесі інформаційної взаємодії.

Інформаційний потік I від системи може бути описаний як сукупність параметрів:

$$I = \langle T, F, C, D \rangle, \quad (1)$$

де T – темп подачі інформації, F – формат представлення даних, C – складність інформації, її пов'язаність з іншими блоками даних, D – дані, що передаються.

Темпом подачі інформації в автоматизованих системах можна керувати у некритичних ситуаціях, змінюючи інтенсивність подачі інформації користувачу в залежності від допустимого рівня інформаційного навантаження. Бажаний для користувача темп визначається його здатністю швидко реагувати на дані від системи, а також поточним рівнем втоми і зібраності. Формат подачі інформації може бути текстовим, графічним, табличним, звуковим, комбінованим. В загальному випадку формат представлення даних визначається набором елементів виводу користувацького інтерфейсу, але за умови можливості зміни цього набору у відповідності по потреб і вимог користувача формат подачі можна також адаптувати до особливостей сприйняття користувачем інформації (його когнітивного портрету). Складність інформації – комплексна характеристика, яка враховує зв'язки між блоками даних в моделі предметної області, кількість задіяних в даному епізоді представлення даних зв'язків і блоків, а також перекриття їх моделлю знань користувача. Параметр D – фрагмент інформації, що передається користувачу в даному епізоді робочого процесу. Цей фрагмент може відповідати одному блоку даних предметної області, а також представляти собою сукупність блоків чи частину окремого блоку, в залежності від сценарію взаємодії користувача з системою.

Користувацький інтерфейс в автоматизованих системах розглядається як сукупність елементів виводу $UI = \langle E_i \rangle, i = \overline{1, n}$, кожен елемент виводу

$$E_i = \langle \langle x, y \rangle_i^j, T_i, c_i \rangle, j = \overline{1, m} \quad (2)$$

де $\langle x, y \rangle_i^j$ – координати вершини межі елемента виводу у вікні користувацького інтерфейсу, T_i – тип елемента виводу, c_i – критичність i -ого елемента виводу для роботи користувача.

Множина значень параметра T_i в моделі (2) співпадає з множиною значень параметру F моделі (1), і саме тип наявних у вікні користувацького інтерфейсу елементів виводу визначає бажаний формат даних при формуванні інформаційного потоку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Верлань А.Ф. Особенности оперативного тестирования на рабочем месте операторов систем поддержки принятия решений (СППР) / Верлань А.Ф., Сопель М.Ф., Фуртат Ю.О. – Збірник наукових праць “Математичне та комп’ютерне моделювання. Серія: Технічні науки.” Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України та Кам’янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка. 2010. Вип. 3. С. 37-45.

УДК 004.77

Чемерис Олександр Анатолійович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. наук. співроб., д-р техн. наук,
заступник директора з наукової роботи
a.a.chemeris@gmail.com

Резнікова Світлана Олександрівна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
мол.наук. співроб.

РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СМАРТ-КОНТРАКТІВ

Анотація. Реалізація децентралізованих систем є одним з актуальних питань, котре потребує ефективного вирішення. Функціонування такого середовища пов’язане з досягненням консенсуса серед учасників цієї мережі. Для цього потрібне вирішення правових питань, які мають врегулювати взаємовідносини без участі посередників і інституцій.

Abstract. The implementation of decentralized systems is one of the pressing issues that needs to be addressed effectively. The functioning of such an environment involves consensus among the members of this network. This requires resolving legal issues that should regulate the relationship without the participation of intermediaries and institutions.

З розвитком суспільства ускладнюються правові конструкції та їх форма. Ці конструкції покликані забезпечувати виконання договору та контроль за діями сторін контракту. Однак всі функції, покладені на такі правові конструкції, не можуть бути реалізовані без участі людини, а людина може виконати його недобросовісно. Ідея використання програмного коду, як алгоритму взаємодії між двома сторонами, сприяла народженню смарт-контрактів. Фактично смарт-контракт є цифровою формою цивільно-правового договору або одразу кількох договорів, умови яких виражені у вигляді програмного коду [1].

Автори розглядають особливості використання смарт-контрактів в р2р мережах. Можливості використання існуючих мов створення смарт-контрактів розглянуто на прикладі проекту DAO (децентралізована автономна організація) [2]. Але, незважаючи на явні переваги, смарт-контракти мають явні проблеми, такі як відсутність регулювання (юридичної сили), складність реалізації та неможливість зміни смарт-контракту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Теряєв Р. Смарт-контракти: що, як, коли?, Юридична газета online, 13 листопада 2018, № 46 (648). Режим доступу: <https://yur-gazeta.com/publications/practice/informaciyne-pravo-telekomunikaciyi/smartkontrakti-shcho-yak-koli.html>

2. Quinn Dupont. Experiments in Algorithmic Governance: A history and ethnography of «The DAO» a failed Decentralized Autonomous Organization, In book: Bitcoin and Beyond: Cryptocurrencies, Blockchains and Global Governance, Publisher: RoutledgeEditors: Malcolm Campbell-Verduyn, January 2017.

УДК 004.052.42

Шкарупило Вадим Вікторович,
ІІМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
докторант, доцент, канд. техн. наук,
shkarupylo.vadym@gmail.com

Чемерис Олександр Анатолійович,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
старш. наук. співроб., д-р техн. наук,
заступник директора з наукової роботи
a.a.chemeris@gmail.com

Душеба Валентина Віталіївна,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України
доцент, канд. техн. наук
vdusheba@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МУЛЬТИПОТОЧНОСТІ НА ШВИДКОДІЮ МЕТОДУ ПЕРЕВІРКИ НА МОДЕЛІ

Анотація. Досліджується та аналізується вплив мультипоточності на швидкодію методу перевірки на моделі, призначеного для формальної верифікації специфікацій, побудованих згідно темпоральної логіки дій. Формулюються рекомендації до прикладного застосування мультипоточної реалізації методу.

Annotation. Research and analysis of multithreading influence on productivity of model checking technique application to formally verify the correctness of specifications synthesized with respect to Temporal Logic of Actions has been conducted. Recommendations to multithreaded implementation of the technique have been proposed.

У наш час, в епоху цифрової трансформації, питання безпеки енергетики набуває особливої актуальності. Вагомим кроком у вирішенні цього питання є застосування формальних методів, зокрема методів перевірки на моделі, при проектуванні відповідних систем. Це зазначається, наприклад, у стандарті ІЕС 61508 (функціональна безпека) [1].

У якості предмету дослідження було розглянуто метод перевірки на моделі TLC (TLAChecker), призначений для формальної верифікації специфікацій, синтезованих згідно темпоральної логіки дій TLA (TemporalLogicofActions)[2].

Метод передбачає дві альтернативні реалізації – на основі алгоритмів обходу в ширину (BFS, Breadth-firstSearch) і глибину (DFS, Depth-firstSearch)

теорії графів. Ефект від застосування мультипоточності було оцінено для обох реалізацій методу.

У якості показника швидкодії розглянуто коефіцієнт прискорення.

Було виявлено, що застосування мультипоточності по відношенню до DFS-реалізації методу TLC супроводжується істотно кращим значенням коефіцієнту прискорення: 2,230 - для випадку чотирьохпоточної реалізації методу [3]. При цьому для випадку BFS-реалізації методу значення коефіцієнту прискорення склало лише 1,198.

Таким чином, застосування мультипоточності по відношенню до DFS-реалізації методу TLC супроводжується істотно кращим значенням показника швидкодії, у порівнянні із альтернативною BFS-реалізацією методу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. IEC 61508 Edition 2.0. Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems. [Approved: April 2010]. URL: <https://www.iec.ch/functionalsafety/standards/page2.htm>. (Accessed: 20.12.2020).
2. LamportL. Specifying systems: The TLA+ language and tools for hardware and software engineers. Boston: Addison-Wesley, 2002. 382 p.
3. Шкарупило В.В., Чемерис О.А., Душеба В.В., Кудерметов Р.К. Дослідження мультипоточної реалізації методу перевірки на моделі для темпоральної логіки дій. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. 2020. Том 31 (70), № 6. С. (прийнято до друку).

ЗМІСТ

ПАНЕЛЬНІ ПРЕЗЕНТАЦІЇ.....	5
АНФІМОВА Г.В. Досвід застосування розробленої апаратури реєстрації мікросейсмічного шуму	5
АНФІМОВА Г.В. Досвід захисту прав інтелектуальної власності при розробці течешукової апаратури.....	5
ВАСИЛЬЄВ О.В., ЧЬОЧЬ В.В. Наукометричні та патентні дослідження за темою «нейронна криптографія».....	6
ГОНЧАР С.Ф., ОНИСЬКОВА А.В., КОМАРОВ М.Ю. Дослідження підходів до забезпечення кібербезпеки об'єктів атомної енергетики.....	7
ГІЛЬГУРТ С.Я., КІСЛОВ О.Г., ПОПОВА В.М. Оцінка кількісних характеристик схем асоціативної пам'яті на цифрових компараторах для реконфігурованих засобів захисту інформації.....	8
ГУРСЄВ В.О. Формування інформаційної частини моделі об'єднаної електроенергетичної системи України з відновлювальними джерелами енергії.....	9
ДІМІТРІЄВА Д.О., КАМЕНЕВА І.П. Аналіз впливу людського чинника при порушеннях нормальної експлуатації АЕС.....	10
КОМАРОВ М.Ю., ГОНЧАР С.Ф., ОНИСЬКОВА А.В. Дослідження актуальних проблем забезпечення кібербезпеки об'єднаної енергосистеми України в рамках впровадження концепції інтелектуальних мереж.....	11
КРИВОРУЧКО І.П. Розробка імітатора низькочастотного стенду для автоматизованої віброкалібрувальної установки	12
ГЕРАСИМОВ Р.П. Огляд можливих підходів до розробки таксономії кіберзагроз об'єднаної енергосистеми України у відповідності з концепцією інтелектуальних мереж.....	12
ЛИСЕНКО Є.М. Моделі відновлюваних джерел енергії та моделювання режимів роботи електромереж з розосередженими джерелами енергії.....	13
ОНИСЬКОВА А.В., ГОНЧАР С.Ф., КОМАРОВ М.Ю. Підходи до побудови дистанційної системи підготовки фахівців з кіберзахисту об'єктів енергетики.....	14

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ.....	16
ВЕРЛАНЬ А.Ф.	
Врахування особливостей моделей електромеханічних об'єктів з розподіленими параметрами при побудові вбудованих систем керування...	16
ВЛАДИМИРСЬКИЙ О.А., ВЛАДИМИРСЬКИЙ І.А., КРИВОРУЧКО І.П.	
Розвиток діагностування та шляхи підвищення якісних показників експлуатації зношених підземних трубопроводів теплових мереж.....	18
ВЛАДИМИРСЬКИЙ О.А., ВЛАДИМИРСЬКИЙ І.А.	
Параметричний спосіб вибору позицій датчиків на трубопроводі при визначенні координат витоків кореляційним течешукачем.....	21
ГРІНЧЕНКО В.С., ЯКОВЕНКО В.М.	
До питання визначення довжини контурного екрана при зменшенні магнітного поля кабельної лінії.....	23
ГНАТЮК С.Є., СКИБУН О.Ж.	
Електронні комунікації як важливий елемент сталого функціонування об'єктів енергетики України.....	25
ДАВИДЮК А.В.	
Візуальна аналітика в оцінюванні ризиків інформаційної безпеки.....	28
ДЯЧУК О.А.	
Інтегральні динамічні моделі об'єктів із запізненням	30
ДЖИГУН О.М.	
Перспективи розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні.....	32
ЄВДОКИМОВ В.Ф., ДАВИДЕНКО А.М., ГІЛЬГУРТ С.Я.	
Застосування веб-сервісу централізованого програмування реконфігурованих обчислювачів для захисту інформації в кіберфізичних системах.....	35
ЗУБОК В.Ю.	
Формування ефективної топології зв'язків в комп'ютерній мережі інтернет на основі оцінок захищеності від кібератак на систему глобальної маршрутизації.....	37
КАМЕНЕВА І.П.	
Визначення інформативних показників в задачах екологічної та енергетичної безпеки.....	41
КОВАЛЕНКО О.Є.	
Моделі конвергенції систем кібер-енергетики.....	43
ЛЄПАТЬЄВ А.О.	
Ручна підготовка даних для моделі розрахунку режиму розподільчої мережі.....	46

МИТЬКО Л.О. Деякі аспекти забезпечення безпеки об'єктів енергетики при цифровій трансформації.....	49
МИТЬКО Л.О., АНАТІЄНКО Л.М. Створення та апробація програм ідентифікації моделей динамічних об'єктів.....	52
ОГІР О.О. Технологія формування зображень дефектів сканованого середовища з високою точністю.....	55
СУШКО С.В. Застосування методів рою часток для пошуку оптимальних розмірів блоків у задачі оптимізації програмного забезпечення методом розбиття на блоки.....	58
САВЕЛЬЄВ Д.В. Рекомендації щодо забезпечення захищеності веб-систем від актуальних загроз безпеки на стадії розробки.....	60
ЦУРКАН О.В., КРУК О.М., КЛИМЕНКО Т.М., ЯШЕНКОВ В.П. Система аналізування уразливостей соціотехнічних систем до впливів соціальної інженерії.....	64
МОХОР В.В., ЦУРКАН В.В., Система управління інформаційною безпекою як об'єкт системних досліджень.....	66
ГІЛЬГУРТ С.Я. Реконфігуровні апаратні засоби інформаційного захисту цифрових підстанцій.....	67
СТАНІЦИНА В.В., АРТЕМЧУК В.О. Прогнозування споживання електроенергії: сучасні підходи та нові виклики, пов'язані з пандемією COVID-19	68
ФУРТАТ Ю.О. Моделювання та персоналізована адаптація процесу інформаційної взаємодії користувача з автоматизованими системами.....	71
ЧЕМЕРИС О.А., РЕЗНІКОВА С.О. Реалізація та функціонування смарт-контрактів.....	74
ШКАРУПИЛО В.В., ЧЕМЕРИС О.А., ДУШЕБА В.В. Дослідження впливу мультипоточності на швидкодію методу перевірки на моделі.....	75

**ДРУГА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«БЕЗПЕКА ЕНЕРГЕТИКИ В ЕПОХУ
ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ»**

ПРОГРАМА ТА МАТЕРІАЛИ

28-29 грудня 2020 року

Відповідальні за випуск:

О.В. Цуркан, Т.М. Клименко

Місце проведення: Інститут проблем моделювання в енергетиці
ім. Г. Є. Пухова НАН України; м. Київ, вул. Генерала Наумова, 15

З питаннями щодо конференції звертатися :

Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова НАН України,
м. Київ, вул. Генерала Наумова, 15, кім. 303, Цуркан Оксана володимирівна,
тел. 424-91-62, 068-014-57-22, e-mail: otsurkan24@gmail.com

Інститут проблем моделювання в енергетиці
ім. Г. Є. Пухова НАН України,
вул. Генерала Наумова, 15, Київ, 03164, Україна,
тел.: +38 044 424 91 62, факс: +38 044 424 10 63
веб сайт: <https://ipme.kiev.ua/>