

Міністерство освіти і науки України

**ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЯКОСТІ**



VIII Міжнародна науково-практична конференція

**«ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ,
МЕТРОЛОГІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:
ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ВЕКТОР»**

11-12 жовтня 2018 р.

ВІД ЯКОСТІ ОСВІТИ ДО ЯКОСТІ ЖИТТЯ!

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЯКОСТІ**



VIII Міжнародна науково-практична конференція

**«ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ,
МЕТРОЛОГІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ
ТЕХНОЛОГІЇ:
ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ВЕКТОР»**

11 – 12 жовтня 2018 р.

Одеса 2018

УДК 389:621:531:006.07:53.08:539.4
ББК 30
Т 38

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради
Одеської державної академії технічного регулювання та якості (ОДАТРЯ)
Міністерства освіти і науки України від 27.09.2018 р., протокол № 2.*

Головний редактор:

Л. В. Коломієць, доктор технічних наук, професор, ректор ОДАТРЯ

Відповідальний за випуск:

Г. Д. Братченко, доктор технічних наук, професор.

Матеріали подані в авторській редакції.
За зміст публікації несе відповідальність автор.

Т 38 Технічне регулювання, метрологія та інформаційні технології: європейський вектор: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції (Одеса, 11-12 жовтня 2018 р.) / ред. Л. В. Коломієць, Г. Д. Братченко, В. Д. Постоварова; Одеська державна академія технічного регулювання та якості. – Одеса, Бондаренко М. О., 2018. – 206 с.

ISBN 978-617-7424-98-6

У збірнику представлено матеріали конференції, присвяченої проблемам технічного регулювання та якості, стандартизації та споживчої політики, метрології та метрологічного забезпечення, розробки інформаційно-виміртовальних систем та приладобудування.

Розраховано на викладачів, аспірантів, наукових та інженерних працівників, які спеціалізуються в області вивчення та дослідження цих проблем.

**УДК 389:621:531:006.07:53.08:539.4
ББК 30**

ISBN 978-617-7424-98-6

В конференції беруть участь науковці вищих навчальних закладів, організацій та підприємств, в числі яких:

- Військова академія (м. Одеса), Одеса, Україна
- Головний ситуаційний центр України Апарату Ради національної безпеки і оборони України, м. Київ
- Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України, м. Київ
- Державне підприємство «Укрметрестандарт», м. Київ
- Державне підприємство «ХКБМ» ім. О.О. Морозова, м. Харків
- Інститут ВМФ Національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса
- Інститут електродинаміки НАН України, м. Київ
- Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ
- Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Лодзький технічний університет, м. Лодзь, Польща
- Науково-виробниче підприємство «ГЗК», м. Одеса
- Науково-дослідний центр ЗС України "Державний оксанаріум", Одеса, Україна
- Національний авіаційний університет, м. Київ
- Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, м. Київ
- Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», м. Київ
- Національний транспортний університет, м. Київ
- Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
- Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне
- Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса
- Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса
- Одеський державний екологічний університет, м. Одеса
- Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
- Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса
- Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне
- Северодонецький інститут ПрАТ «ВНЗ МАУП», ТОВ «Хімтехнологія», м. Северодонецьк
- Університет Північ, м. Вараждин, Республіка Хорватія
- Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

Організатори конференції:

- Міністерство освіти і науки України;
- Міністерство економічного розвитку і торгівлі України;
- Одеська державна академія технічного регулювання та якості (ОДАТРЯ);
- АГН науково-технологічний університет ім. Ст. Шашіца, Польща;
- Університет у Бельсько-Бялій, Польща;
- Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника;
- Державна служба України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів;
- Агентство із стандартизації, сертифікації і торгової інспекції при Уряді Республіки Таджикистан, Республіка Таджикистан;
- Азербайджанська державна морська академія, Азербайджанська республіка;
- Білоруський державний інститут метрології, Республіка Білорусь;
- Національний авіаційний університет;
- Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;
- Талліннський технічний університет, Естонська Республіка;
- Університет Північ, Республіка Хорватія;
- Чорноморський національний університет імені Петра Могили;
- ПАТ «Одесакабель»;
- ВГО «Союз споживачів України»;
- Інженерна академія України;
- Міжнародна Академія інформаційних технологій, Республіка Білорусь;
- Міжнародна Академія Стандартизації;
- Технічний комітет стандартизації ТК 90 «Засоби вимірювання електричних і магнітних величин»;
- Технічний комітет стандартизації ТК 163 «Якість освітніх послуг».

Програмний комітет

Голова: Коломієць Леонід Володимирович, д.т.н., проф., ректор ОДАТРЯ, перший віцепрезидент Міжнародної Академії Стандартизації, Заслужений працівник сфери послуг України, м. Одеса.

Члени комітету:

Аніскін Олексій, к.т.н., н.с., старший викладач кафедри цивільного будівництва, Університет Північ, м. Вараждин, Республіка Хорватія;

Величко Олег Миколайович, д.т.н., проф., заслужений діяч науки і техніки України, професор кафедри електроніки та мікросистемної техніки ОДАТРЯ, м. Одеса;

Гордієнко Тетяна Богданівна, д.т.н., доцент, завідувач кафедри стандартизації, оцінки відповідності та освітніх вимірювань ОДАТРЯ, м. Одеса.

Гасанов Юсіф Надир огли, д.т.н., проф., заступник начальника відділу метрології Державного Комітету по Стандартизації, Метрології і Патентам, Азербайджанська Республіка;

Діденко Віктор Дмитрович, д.ф.-м.н., проф., старший науковий співробітник ОДАТРЯ, м. Одеса;

Казакова Надія Феліксівна, д.т.н., доцент, завідувач кафедри автоматизованих систем та кібербезпеки, ОДАТРЯ, м. Одеса;

Карпінський Микола Петрович, д.т.н., проф., керівник кафедри інформатики та автоматизації Університету у Бельсько-Бялій, м. Бельсько-Бяла, Польща;

Квасніков Володимир Павлович, д.т.н., проф., заслужений метролог України, завідувач кафедри інформаційних технологій Національного авіаційного університету, м. Київ;

Лебковський Петро, д.т.н., проф., АГН науково-технологічний університет, Польща, м. Краків;

Маслянка Павло, д.т.н., проф., професор кафедри теоретичної фізики та комп'ютерних наук Лодзького університету, м. Лодзь, Польща;

Мілковіч Марін, д.т.н., професор, ректор, Університет Північ, м. Вараждин, Республіка Хорватія;

Мирзоахмедов Фахриддин, д.т.н., проф., професор кафедри математичного і інформаційного моделювання Фінансово-економічного інституту Таджикистану, м. Душанбе, Республіка Таджикистан;

Пархуць Любомир Теодорович, д.т.н. проф., професор кафедри захисту інформації Національного університету «Львівська Політехніка», м. Львів;

Петришин Любомир Богданович, д.т.н., проф., завідувач кафедри інформатики, ПНУ, АГН, м. Краків, Польща;

Попов Веселін Дмитров, д.с.н., доцент, завідувач кафедри «Бізнес-інформатика», Стопанська академія «Д. А. Ценов», м. Свищов, Болгарія;

Рихлік Анджей, к.т.н., старший викладач, Лодзький технічний університет, м. Лодзь, Польща;

Солдо Божо, д.т.н., проф., декан будівельного факультету, Університет Північ, м. Вараждин, Республіка Хорватія.

Шишманов Красимир Тодоров, д.с.н., проф., професор кафедри «Бізнес-інформатика», Стопанська академія «Д. А. Ценов», м. Свищов, Болгарія.

Оргкомітет конференції

Голова: Коломієць Леонід Володимирович, д.т.н., проф., ректор ОДАТРЯ, перший віцепрезидент Міжнародної Академії Стандартизації, Заслужений працівник сфери послуг України, м. Одеса.

Заступники Голови:

Братченко Геннадій Дмитрович, д.т.н., проф., проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків ОДАТРЯ, м. Одеса.

Сафонова Надія Володимирівна, к.пед.н., доцент, проректор з навчальної та виховної роботи ОДАТРЯ, м. Одеса.

Члени оргкомітету:

Боряк Костянтин Федорович, д.т.н., доцент, завідувач кафедри метрології та метрологічного забезпечення ОДАТРЯ, м. Одеса;

Грабовський Олег Вікторович, к.т.н., доцент, в. о. директора Навчально-наукового інституту метрології, автоматизації, інтелектуальних технологій та електроніки ОДАТРЯ, м. Одеса.

Новіков Володимир Миколайович, д.ф.-м.н., проф., директор Інституту підвищення кваліфікації фахівців в галузі технічного регулювання та споживчої політики ОДАТРЯ, м. Київ;

Янковський Олег Георгійович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри загальної підготовки ОДАТРЯ, м. Одеса.

ЗМІСТ

АКАДЕМИК НАН УКРАЇНИ А. А. ЛЕБЕДЕВ Рудаков К. Н., д.т.н.; Лебедева А. А., к.т.н.	10
СЕКЦІЯ 1 ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ	19
ВИБІР МОДУЛІВ ПІД ЧАС ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ПРОДУКЦІЇ ВИМОГАМ ТЕХНІЧНИХ РЕГЛАМЕНТІВ Букресва О.С., к.т.н.	20
ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ СИСТЕМ ГАЗОТУРБІННОГО НАДДУВУ Ярошенко В.М., к.т.н.	23
ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ВИМОГ ДО КОМПЕТЕНТНОСТІ ЛАБОРАТОРІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ АНАЛІЗУВАННЯ МІЖНАРОДНОГО СТАНДАРТУ ISO/IEC 17025:2017 Новіков В.М., д.ф.-м.н.; Никитюк О.А., д.с-г.н.	26
QUALITY OF BICYCLE LANES Solonenko I., PhD; Leonova A.	31
СУЧАСНИЙ СТАН РИНКУ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СПЕЦОДЯГУ Мартиросян І.А.; Пахолок О.В., к.т.н.; Кузнецова Л.В.	34
СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТУ ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ В СКЛАДНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМАХ Сичов М.І., к.х.н.; Меленчук Т.М., д.т.н.; Єлдашев Б.Т.; Жяленков В.А.	39
ОГЛЯД ВПРОВАДЖЕННЯ СЕРТИФІКАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА Шпат О.С.; Крижановська Г.О., к.т.н.	43
ОЦІНКА ВПЛИВУ РИЗИК-ДОМІНУЮЧОГО ФАКТОРУ НА ОРГАНІЗАЦІЙНУ ЗРІЛІСТЬ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ Лазько І.В., к.т.н.	46
СЕКЦІЯ 2 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ, НАНОВИМІРЮВАННЯ	50
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИСКОРЕННЯ ЯК ВИМІРЮВАНОЇ ВЕЛИЧИНИ Рудик А.В., к.т.н.; Рудик В.А.; Матей М.І.	51

СРЕДСТВА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА Мирошниченко А.И.; Бугаев С.В., к.т.н.	55
СИНТЕЗ АКТИВНЫХ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ НИЖНИХ ЧАСТОТ Ергиев Г.М., к.т.н.	58
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДАТЧИКІВ ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МОНОКРИСТАЛІВ Cd ZnTe Банзак О.В., д.т.н.; Банзак Г.В., к.т.н.; Кудряшов В.О.	61
ОСНОВНІ АСПЕКТИ ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН В УКРАЇНІ Добровольська С.В.; Вівчаренко О.В.	64
АНАЛІЗ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СТАЛЕДРОТОВОЇ КАНАТНОЇ МАШИНИ Лещенко О.І., к.т.н.; Полтораєв А.С.; Михайлова К.В.	66
ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ХВИЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ МОДУЛІВ ПРУЖНОСТІ ПОЛІМЕРНИХ АУКСЕТИКІВ Машенко В.А., к.ф.-м.н.; Бордюк М.А., к.ф.-м.н.; Шевчук Т.М., к.ф.-м.н.; Кривцов В.В., к.ф.-м.н.	69
МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ АПРОКСИМАЦІЇ ФУНКЦІЙ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТЕРМІСТОРІВ Зубрецька І.С.; Федін С.С., д.т.н.	73
ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ПОСТІЙНОЇ ВІДДАЛЕМИРА ТАХЕОМЕТРА Коломієць Л.В., д.т.н.; Подоєв К.О., к.т.н.; Марченкова С.В.	76
РОЗВИТОК ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ Сидорук Є.В.	80
СЕКЦІЯ З ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ. ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА	84
РАСШИРЕНИЕ СОТРУДНИЧЕСТВА МЕЖДУ ГОРОДАМИ ОДЕССА И ЛОДЬ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ТЕХНОЛОГИИ 5G Рыхлик Анжей, к.т.н.	85
ПРОГНОЗУВАННЯ СТІЙКОСТІ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ В УМОВАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА Юрковець В.І.; Буковський О.М.; Завадський А.В.; Шевченко В.В., к.т.н.	88

ПОСТРОЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО ПОЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ Перельгин Б.В., к.т.н.	92
ПЕРСПЕКТИВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ МОРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗА ДОСВІДОМ ДЕРЖАВ-ЧЛЕНІВ НАТО Симоненков В.М.; Черниш І.А.; Симоненкова І.В.	98
СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ОБРОБЛЕННЯ ТА ЗАХИСТУ ВЕЛИКИХ ДАНИХ Щербина Ю.В., к.т.н.; Додончук Д.О.; Кічук О.О.	102
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТЕРЖНЕВОГО АПАРАТУ ФІКСАЦІЇ З РІЗНОМАНІТНИМИ ВАРІАНТАМИ ОРТОПЕДИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ Лимаренко О.М., к.т.н.; Аніскін О., к.т.н.; Лимаренко А.С.	106
ТОЧНІСТЬ ВАРІАЦІЙНОГО МЕТОДУ КАНТОРОВИЧА-ВЛАСОВА Оробей В.Ф., д.т.н.; Лимаренко О.М., к.т.н.; Аніскін О., к.т.н.; Лимаренко А.С.	111
СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИЛАДІВ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК Юрковець В.І.; Буковський О.М.; Завадський А.В.; Шевченко В.В., к.т.н.	116
МЕТОД ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ЗАДАЧАХ СТІЙКОСТІ ПЛОСКОЇ ФОРМИ ВИГИНУ БАЛОК ПРЯМОКУТНОГО ПЕРЕРІЗУ Оробей В.Ф., д.т.н.; Дашенко О.Ф., д.т.н.; Лимаренко О.М., к.т.н.; Аніскін О., к.т.н.	119
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПЕРЕДАВАННЯ СИНХРОСИГНАЛІВ Коваль В.В., д.т.н.; Самков О.В., д.т.н.; Худинцев М.М., к.ф.-м.н.; Кальян Д.О.	123
СЕКЦІЯ 4 МЕТРОЛОГІЯ ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА, ВІЙСЬКОВОЇ СПРАВИ ТА СФЕРИ НАДАННЯ ПОСЛУГ	126
ВІДНОВЛЕННЯ ТРИВИМІРНОГО РАДІОЗОБРАЖЕННЯ ЦІЛІ З ВИПАДКОВОЮ СКЛАДОВОЮ РУХУ ПРИ СПОЛУЧЕННІ ІСА ТА ФАЗОВОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАНЬ Братченко Г.Д., д.т.н.; Смаглюк Г.Г.; Сеніва І.С.; Плотнік А.І.	127
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ «ЗА СТАНОМ» З ФІКСОВАНОЮ ПЕРІОДИЧНІСТЮ КОНТРОЛЮ Банзак Г.В., к.т.н.; Банзак О.В., д.т.н.; Кудряшов В.О.	131

КОНТРОЛЬ УМОВ ПРОВЕДЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ РОБІТ Петрище М.О., к.т.н.; Попов О.О.; Крутов С.Л.	134
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕХАНІЗМІВ З ПАРАЛЕЛЬНОЮ СТРУКТУРОЮ У СИСТЕМАХ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН Квасніков В.П., д.т.н.; Клепач М.М., к.т.н.	137
ОЦІНКА ЗМІНИ НАПРУГ В РАМІ ПРИЧЕПА ПРИ РОЗВИТКУ УШКОДЖЕНЬ Арцибашева Н.М., к.т.н.; Меленчук Т.М., д.т.н.; Сичов М.І., к.х.н.; Уца Д.С.	140
ІННОВАЦІЇ В СФЕРІ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЖИВЛЕННЯ БУДИНКУ Запорожець А.М.	144
МІКРОСИСТЕМОТЕХНІКА В ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІЙ ТЕХНІЦІ Любімов А.Я.; Кудряшов В.О.	148
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВОЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ Богач А.С., к.т.н.; Бугаев С.В., к.т.н.; Бабенчук М.С.	151
ОЦІНКА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ В МЕТРОЛОГІЧНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ Лапіна О.В.; Драганова Г.М.	157
СЕКЦІЯ 5 ВПЛИВ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ГУМАНІТАРНИХ ДИСЦИПЛІН НА РОЗВИТОК СФЕРИ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЯКІСТЬ НАДАВАННЯ ПОСЛУГ	162
ЕТАПИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ Янковський О.Г., к.т.н.; Лимаренко Ю.Л., к.т.н.	163
SMART-ТЕХНОЛОГІЇ У НАВЧАННІ ЯК НАПРЯМ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ Перетяка Н.О., к.т.н.; Боряк К.Ф., д.т.н.; Резнік К.В., к.т.н.; Перетяка Є.С.	166
FRactal GENESIS OF THE ANGLES OF THE NEUTRINO MIXING MATRIX Timkov V., PhD; Timkov S.; Zhukov V.; Afanasiev K.	171

МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ УЗАГАЛЬНЮЮЧИХ ТАБЛИЦЬ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ Зборовська І.А., к.т.н.; Лінкова О.В.; Гарбуз А.І.	183
СЕКЦІЯ 6 ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ	188
АНАЛІЗ КОНТЕКСТУ ПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ISO 9001:2015 Сілонова Н.Б., к.б.н.; Тетерін О.С.	189
МЕНЕДЖМЕНТ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ БАНКІВ Ботвіна Н.О., д.е.н.; Згадова Н.С., к.е.н.	192
ВИНАХОДИ НІКОЛИ ТЕСЛИ ЯК ВЕЛИКА КІСТКА У ГОРЛІ НАФТОВОЇ МОНОПОЛІЇ Заярна О.М.	195
ПРОБЛЕМА ЕНЕРГЕТИКИ В ЯПОНІЇ Боряк К.Ф., д.т.н.; Юсіфов О.С.; Михайлюк Х.В.	198
АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМНИЦТВА В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ Атамась Г.П., к.е.н.; Паладі О.С.	201

ПОСТРОЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО ПОЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ

Перельгин Б.В.¹

¹ – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой автоматизированных систем мониторинга окружающей среды, Одесский государственный экологический университет, г. Одесса, Украина
(b.perelygin@gmail.com)

Аннотация – На примере модели радиолокационного поля, образуемого группой метеорологических радиолокаторов, рассчитываются характеристики радиолокационного поля при различных вариантах расположения радиолокаторов, основанных на геометрическом подходе. Для каждого из вариантов построения поля имитируется выход из строя части радиолокаторов и количественно оценивается степень устойчивости сплошного радиолокационного поля при выходе из строя части радиолокаторов. Даются рекомендации по построению системно устойчивого радиолокационного поля.

Ключевые слова – радиолокационная система мониторинга атмосферы, радиолокационное поле, устойчивость.

CONSTRUCTION OF A SUSTAINABLE RADAR FIELD OF THE MONITORING SYSTEM OF ATMOSPHERE

Boris Perelygin¹

¹ – PhD., associated prof., chief of the dept. of automated systems of environment monitoring Odesa State Environmental University, Odesa, Ukraine (b.perelygin@gmail.com)

Abstract – Based on the model of the radar field formed by a group of meteorological radars, the radar field characteristics are calculated for different radar location variants based on a geometric approach. For each of the variants of the field construction, the failure of a part of the radar is simulated and the degree of stability of the continuous radar field is quantitatively assessed upon the failure of a part of the radar. Recommendations are given on the construction of a systematically stable radar field.

Keywords – radar monitoring system of atmosphere, radar field, sustainable.

Создание радиолокационной системы мониторинга атмосферы предусматривает построение радиолокационного поля необходимой конфигурации или потребного радиолокационного поля [1, 2]. Построенное радиолокационное поле должно обладать некоторыми важными свойствами. К ним относятся свойство беспровальности, т. е. поле должно быть сплошным для получения возможности извлечения информации из всего пространства наблюдений. Другим важным свойством сформированного радиолокационного поля должна быть многочастотность, необходимая для обеспечения возможности реализации двухчастотного метода индикации дождя и града [3]. Не менее важным, чем два приведенных выше свойства, является свойство устойчивости радиолокационного поля. Под устойчивостью в радиолокационных системах понимают сохранение показателей качества системы при нарушении работоспособности ее элементов, а именно, радиолокаторов [4]. Система радиолокаторов порождает радиолокационное поле, а значит конфигурация этого поля должна значительно изменяться при нарушении работоспособности части элементов системы. Нарушение работоспособности радиолокаторов возможно по нескольким причинам. Одна из причин связана с электромагнитной совместимостью и, из-за этого, с невозможностью производства радиолокационных измерений из-за повышения уровня шума, вызванного помехами. Другая связана с нарушением

работоспособности радиолокатора по техническим причинам, т.е. с выходом его из строя. В обоих случаях конечный эффект нарушения работоспособности приводит к нарушению работы радиолокационной системы в целом и нарушению целостности радиолокационного поля. Электромагнитная совместимость радиолокаторов обеспечивается как организационными (выполнением норм и рекомендаций регламентирующих разнос частот, ширину полосы излучения, стабильность частоты передатчиков, уровень побочных излучений, взаимное размещение близко расположенных радиолокаторов), так и техническими (правильный выбор промежуточной частоты, повышение избирательности тракта приема, использование различных устройств защиты от помех, фильтрацию несвязанных излучений передающих устройств экранирование элементов радиолокатора) мерами. А уменьшение количества выходов из строя радиолокаторов связано с повышением надежности функционирования элементов радиолокатора [5].

Однако, обеспечить системную устойчивость радиолокационного поля и сделать эту устойчивость менее зависимой от указанных выше причин можно на этапе проектирования радиолокационной системы мониторинга атмосферы, соответствующим образом размещая радиолокаторы на местности. Рассматривается вопрос обеспечения устойчивости радиолокационного поля при построении радиолокационной системы мониторинга атмосферы вне зависимости от причин нарушения работоспособности радиолокаторов.

Одна радиолокационная станция образует зону обзора или зону наблюдения (рис. 1, а – трехмерное изображение зоны обзора, рис. 1, б – вертикальная проекция горизонтального сечения зоны обзора на определенной высоте).

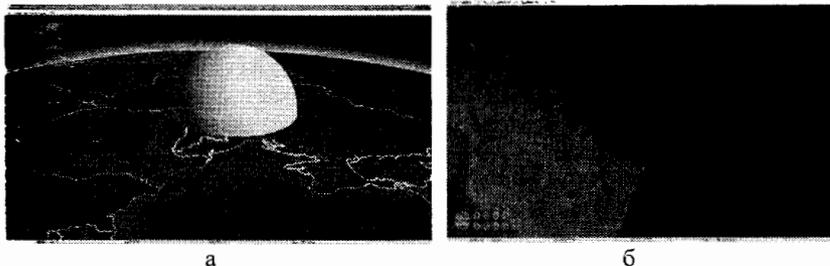


Рисунок 1 – Зона обзора или зона наблюдения радиолокационной станции

А множество радиолокационных станций образуют радиолокационное поле (рис. 2, а – трехмерное изображение радиолокационного поля, рис. 2, б – вертикальная проекция горизонтального сечения радиолокационного поля на определенной высоте).

Оценка устойчивости радиолокационного поля проводилась следующим образом. Располагались некоторое количество радиолокаторов (для примера – 5) в вершинах стыкованной системы трех геометрических фигур: равнобедренных треугольников, квадратов и шестиугольников (рис. 3).

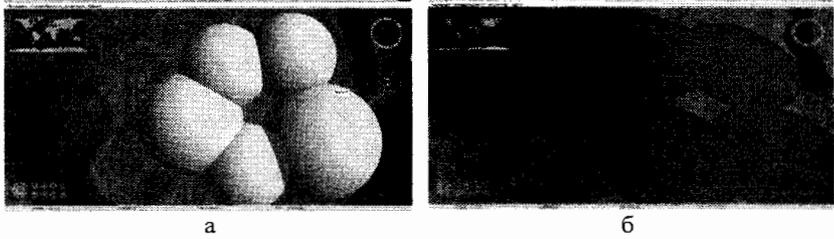


Рисунок 2 – Радиолокационное поле

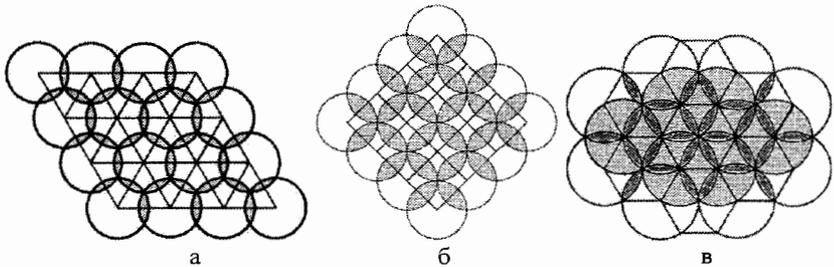


Рисунок 3 – Расположение радиолокаторов

Расчитывались размеры обслуживаемой площади, т. е. площади, занимаемой вертикальной проекцией горизонтального сечения радиолокационного поля на определенной высоте для системы из 16 радиолокаторов. Результаты этих расчетов дали возможность оценить площадь, приходящуюся на один радиолокатор, количество радиолокаторов, приходящихся на единицу обслуживаемой площади и относительное изменение размеров обслуживаемых площадей при различном расположении радиолокаторов. Затем имитировался выход из строя в произвольном порядке некоторой части (двух, четырех, шести, восьми, десяти) наличествующих в системе радиолокаторов. После чего оценивались размеры обслуживаемых площадей при получившемся прореживании радиолокационного поля. Полученные данные позволили оценить относительное уменьшение обслуживаемой площади при выходе из строя некоторой части радиолокаторов в зависимости от их размещения. В целом результаты исследования дали возможность оценить степень устойчивости радиолокационного поля системы мониторинга атмосферы при различных вариантах размещения радиолокаторов и сделать вывод о предпочтительном способе обеспечения устойчивости радиолокационного поля. Часть результатов описанных выше исследований сведена в табл. 1.

На основании приведенных в табл. 1 данных задав значение дальности действия радиолокатора легко получить значения параметров и использовать их для дальнейших расчетов. Например, задавшись дальностью действия радиолокатора в 100 км получим количество радиолокаторов на единицу площади. Оно будет равно $0,36 \cdot 10^{-4} \text{ км}^{-2}$ при расположении радиолокаторов в вершинах треугольников и $0,54 \cdot 10^{-4} \text{ км}^{-2}$ при расположении радиолокаторов в верши-

нах шестиугольников. Для обслуживания территории размером примерно 580 тыс. км² в первом случае понадобится 21 радиолокатор, а во втором случае – 32 радиолокатора. Эти показатели оценочные, поскольку при подобных расчетах нужно учитывать следующие обстоятельства. При построении реальных систем радиолокационного мониторинга местоположение радиолокатора определяется местностью и не удается расположить их геометрически правильно. Кроме того, форма контролируемой территории как правило является неправильной, с выступами и впадинами, которые дополнительно и еще более существенно нарушают геометрическую правильность построения системы. Поэтому, на основе проведенного полунатурного моделирования [6] можно сказать, что полученные значения для количества радиолокаторов нужно умножать на коэффициент 1,4...1,43 в зависимости от степени нарушения правильности геометрии расположения радиолокаторов.

Таблица 1 – Результаты расчетов параметров

	Расположение радиолокаторов в вершинах		
	равностороннего треугольника	квадрата	правильного шестиугольника
Обслуживаемая площадь	$44,3 \cdot R^2$	$36,6 \cdot R^2$	$29,9 \cdot R^2$
Площадь, приходящаяся на один радиолокатор	$2,77 \cdot R^2$	$2,29 \cdot R^2$	$1,87 \cdot R^2$
Количество радиолокаторов, приходящихся на единицу площади	$0,36 \cdot R^{-2}$	$0,44 \cdot R^{-2}$	$0,54 \cdot R^{-2}$

Представляет интерес знание относительного изменения обслуживаемой площади при различных вариантах расположения радиолокаторов, определенных порядком многоугольника n . При вычислении относительных значений площадей в качестве опорной принималась площадь, обслуживаемая системой радиолокаторов, расположенных в вершинах треугольников ($n=3$). Результат представлен на рис. 4.

Видно, что при увеличении порядка многоугольника, в вершинах которого расположены радиолокаторы, происходит уменьшение размера обслуживаемой площади. Так, при $n=4$ обслуживаемая площадь составляет 83% от площади обслуживаемой при $n=3$, а при $n=6$ обслуживаемая площадь составляет уже 65% от опорной.

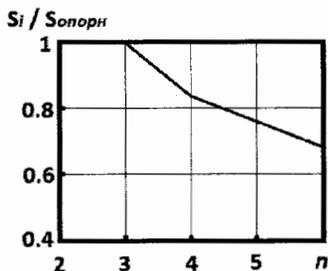


Рисунок 4 – Относительное изменение обслуживаемой площади при различных вариантах расположения радиолокаторов

Оценивалось относительное уменьшение обслуживаемой площади при выходе из строя по любым причинам части радиолокаторов. Для этого выполнялись расчеты для всех вариантов расположения радиолокаторов с расчетом значений обслуживаемых площадей, получающихся в системе из 16 радиолокаторов при уменьшении в произвольном порядке их количества на два, четыре, шесть, восемь, десять. При расчетах учитывались все соображения, приведенные выше, а результаты расчетов отражены в табл. 2 и на рис. 5.

Таблица 2 – Результаты расчетов устойчивости

Расположение радиолокаторов в вершинах	Обслуживаемая площадь при указанном количестве радиолокаторов /Доля обслуживаемой площади при указанном количестве радиолокаторов в сравнении с площадью, обслуживаемой всеми радиолокаторами					
	16	14	12	10	8	6
равностороннего треугольника	$44,3 \cdot R^2$ /1	$39,8 \cdot R^2$ /0,9	$35,0 \cdot R^2$ /0,79	$29,6 \cdot R^2$ /0,67	$24,2 \cdot R^2$ /0,55	$18,9 \cdot R^2$ /0,43
квадрата	$36,6 \cdot R^2$ /1	$33,2 \cdot R^2$ /0,91	$30,3 \cdot R^2$ /0,83	$27,4 \cdot R^2$ /0,75	$24,6 \cdot R^2$ /0,67	$18,9 \cdot R^2$ /0,52
правильного шестиугольника	$29,9 \cdot R^2$ /1	$28,2 \cdot R^2$ /0,94	$24,7 \cdot R^2$ /0,83	$23,8 \cdot R^2$ /0,8	$22,5 \cdot R^2$ /0,75	$18,3 \cdot R^2$ /0,61

Некоторая неровность хода графиков на рис. 5 определяется случайностью выбора вышедших из строя радиолокаторов. Анализ графика показывает, что при потере 50 % радиолокаторов доля обслуживаемой площади при расположении радиолокаторов в вершинах шестиугольников будет на 20 % больше по сравнению с расположением в вершинах треугольников.

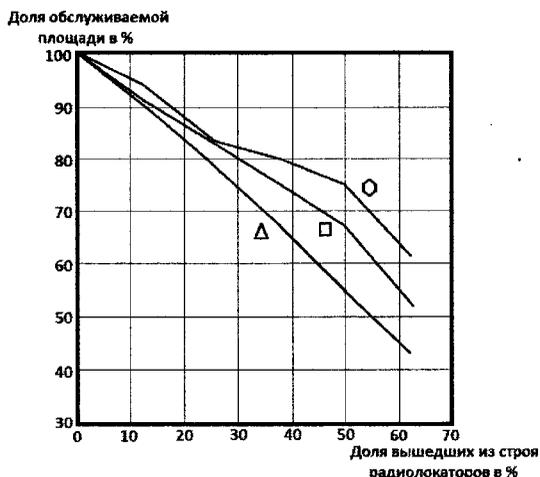


Рисунок 5 – Устойчивость радиолокационного поля при различных вариантах расположения радиолокаторов

ВЫВОДЫ: Таким образом, результаты проведенных исследований дали возможность оценить степень устойчивости радиолокационного поля системы мониторинга атмосферы при различных вариантах размещения радиолокаторов. Наибольшая системная устойчивость достигается при построении системы мониторинга с размещением радиолокаторов в вершинах шестиугольников. Поэтому при наличии от заказчика требования высокой устойчивости такой способ построения системы является предпочтительным.

СПЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Perelygin, B.V. Reasonable deployment of radar field for environmental monitoring system // *Telecommunications and radio engineering*. 2016. Vol. 75. № 9. P. 823–833. Doi: 10.1615/TelecomRadEng.v75.i9.70.
2. Perelygin, B.V. Implementation of systematic approach in the creation of radar systems of meteorological monitoring // *Telecommunications and radio engineering*. 2018. Vol. 77. № 3. P. 199–209. DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v77.i3.20
3. Абшаев М.Т., Бурцев И.И., Ваксенбург С.И., Шевела Г.Ф. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5 и МРЛ-6 в системе градозащиты. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 231 с.
4. Ермак С.Н. Тактика радиотехнических войск. – Минск: БГУИР, 2010. – 281 с.
5. Основы построения РЛС РТВ / Под ред. Б.Ф. Бондаренко. – К.: Изд. КВИРТУ ПВО, 1987. – 368 с.
6. Удосконалення методів побудови систем одержання і обробки вимірювальної інформації з метою моніторингу навколишнього середовища: наук.-техн. звіт (номер держ. реєстрації 0113U000164) / Одеський державний екологічний університет; кер. Б.В. Перелигін. Одеса, 2013–2015.

Наукове видання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЯКОСТІ**

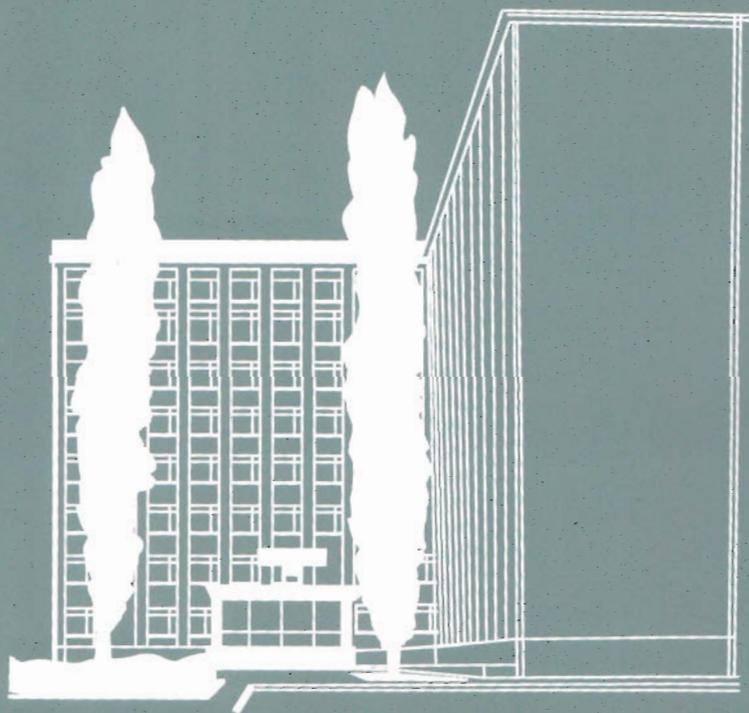
Восьма Міжнародна
науково-практична конференція

**ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, МЕТРОЛОГІЯ ТА
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:
ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ВЕКТОР**
11 – 12 жовтня 2018 р.

Підписано до друку 04.10.2018 р.
Формат 60*84/16. Папір офсетний. Гарнітура TimesNewRoman.
Друк офсетний. Ум.друк.арк. 12,12. Наклад 150 прим.

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»
ФОП Бондаренко М. О.
65045, м. Одеса, вул. В. Арнаутська, 60
тел.: +38 0482 35 79 76
www.aprel.od.ua

ODESA STATE ACADEMY OF TECHNICAL REGULATION AND QUALITY



65020, м. Одеса, вул. Ковальська, 15
тел.: (048) 726-68-92 факс. (048) 726-76-95
e-mail: odatry@gmail.com
www.kachestvo.od.ua

ISBN 978-617-7424-96-6



9 786177 424986