



**OpenSciLab.org**

Наукова платформа  
Open Science Laboratory

## АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ НАУК: ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

### Учасники конференції

Batsula Yevhen  
Deák József  
Palanichka Serhii  
Башаримов Ю.С.  
Бубенцова Л.В.  
Господарук П.В.  
Каганюк О.К.  
Коваленко Є.Е.  
Костянчук В.Ю.  
Кулай Р.М.  
Малиновский И.Л.  
Манцевич А.В.  
Мельникова Е.В.  
Мігдаль Г.А.  
Нікітюк Л.А.  
Падалко Н.Й.  
Пастернак В.В.  
Русакова Н.Є.  
Смородин А.В.  
Федонюк А.А.



**Матеріали**  
**II Міжнародної науково-практичної**  
**інтернет-конференції**  
**(м. Київ, 21 травня 2021 р.)**

**КИЇВ 2021**

**Наукова платформа**



**Open Science Laboratory**

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ  
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ТА  
ТЕХНІЧНИХ НАУК: ТЕОРЕТИЧНІ  
ТА ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

**Матеріали**

**II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції  
(м. Київ, 21 травня 2021 року)**

Самостійне електронне текстове  
наукове періодичне видання комбінованого використання

КИЇВ 2021

УДК 51+53+62  
ББК 22+3  
А-437

**Актуальні питання фізико-математичних та технічних наук: теоретичні та прикладні дослідження [зб. наук. пр.]:** матеріали II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 21 травня 2021 р.). Київ, 2021. 88 с.

Збірник містить матеріали (тези доповідей) II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні питання фізико-математичних та технічних наук: теоретичні та прикладні дослідження», у яких всебічно висвітлено проблеми фізико-математичних та технічних наук.

Видання призначене для науковців, науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та студентів.

II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція  
«Актуальні питання фізико-математичних та технічних наук:  
теоретичні та прикладні дослідження»  
(м. Київ, 21 травня 2021 р.)

Адреса оргкомітету та редакційної колегії:  
м. Київ, Україна  
E-mail: [conference@openscilab.org](mailto:conference@openscilab.org)  
[www.openscilab.org](http://www.openscilab.org)

Наукові праці наведені в алфавітному порядку та згруповані за напрямками роботи конференції.

Для зручності, беручи до уваги, що видання є електронним, нумерація та загальна кількість сторінок наведені з врахуванням обкладинки.

Збірник на постійній сторінці конференції: <https://openscilab.org/ru/?p=4301>

*Матеріали (тези доповідей) друкуються в авторській редакції.  
Відповідальність за якість та зміст публікацій несе автор.*



## ЗМІСТ

\* зміст інтерактивний  
(натиснення на назву призводить до переходу на відповідну сторінку)

### ІНФОРМАТИКА І КІБЕРНЕТИКА

**Каганюк О.К., Федонюк А.А., Кулай Р.М.**

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ОХОРОННОЇ СИСТЕМИ ОБ'ЄКТА ..... 6

**Сморозин А.В.**

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРУЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ  
ПОИСКА СЕДЛОВЫХ ТОЧЕК И ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ..... 13

### МАТЕМАТИКА

**Мігдаль Г.А., Падалко Н.Й.**

ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ КУРСУ ЗА  
ВИБОРОМ «РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕРІВНОСТЕЙ З МОДУЛЯМИ» ..... 24

### АВІАЦІЙНА ТА РАКЕТНО-КОСМІЧНА ТЕХНІКА

**Deák József**

КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ СИСТЕМ ВООРУЖЕНИЙ ВОЗДУШНО-  
КОСМИЧЕСКИХ СИЛ, СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЧАСТИ ВИДОВ  
ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ..... 28

### ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

**Пастернак В.В., Господарук П.В.**

ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ З РОЗРОБКОЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО  
ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ КОРПУС КС-  
4372.104.10.003 ..... 39

### ІНФОРМАТИКА, ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

**Башаримов Ю.С.**

ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ  
КЛАССИФИКАЦИИ ЖЕСТОВ ЧЕЛОВЕКА ..... 45

**Бубенцова Л.В., Костянчук В.Ю.**

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ NFV/SDN ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ  
ЕФЕКТИВНОСТІ МЕРЕЖІ ОПЕРАТОРА ЗВ'ЯЗКУ ..... 57

**Коваленко Є.Є., Нікітюк Л.А.**

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВПРОВАДЖЕННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В  
СОЦІАЛЬНІ СФЕРИ І НАРОДНЕ ГОСПОДАРСТВО ..... 61

**Малиновский И.Л.**

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИГРОВЫХ  
СИСТЕМ ..... 66

**Манцевич А.В., Мельникова Е.В.**

О РАСШИРЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ШИНЫ  
VME64X ДЛЯ СИСТЕМ НА МОДУЛЯХ РАЗМЕРОМ 3U ..... 68

#### *МЕТАЛУРГІЯ*

**Русакова Н.Є.**

РОЗРОБКА СХЕМИ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ  
АНАЛІЗУ ДАНИХ МАГНІТНОГО МОНІТОРИНГУ ..... 70

#### *РАДІОТЕХНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ*

**Batsula Yevhen**

BUILDING A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF EFFICIENCY FOR  
«SMART HOME» SYSTEMS ..... 74

**Palanichka Serhii**

ANALYSIS OF LIGHT FIDELITY WIRELESS TECHNOLOGIES. LI-FI  
MAIN PRINCIPLES. ADVANTAGES AND DRAWBACKS. DESCRIPTION  
OF A PARALLEL TRANSMISSION LIFI..... 79

## ІНФОРМАТИКА І КІБЕРНЕТИКА

### ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ОХОРОННОЇ СИСТЕМИ ОБ'ЄКТА

**Каганюк Олексій Казимирович**

к.т.н., доцент

Луцький національний технічний університет

**Федонюк Анатолій Ананійович**

к. фіз.-мат. Н., доцент

Волинський національний університет

Ім.. Лесі Українки

**Кулай Роман Михайлович**

ст.-т, гр. КБс-21

Луцький національний технічний університет

#### **1. Загальна класифікація охоронних систем**

Охоронні системи, які використовуються для різної категорій об'єктів, – це автоматизований комплекс, якій має конкретні задачі по захисту будівель, включаючи прилеглу територію, охорону приміщень, транспортні засоби, як конкретного власника, так транспортні засоби промислових підприємств та підприємств індивідуального бізнесу, об'єкти зберігання секретної документації і інше. Така формулювання є узагальненою, оскільки, для кожного конкретного об'єкта, розробляються конкретні вимоги, що до охорони конкретних об'єктів. Основне призначення - попередити, технічний персонал від проникнення на об'єкт злочинців, або по сторонніх осіб і по можливості

запобігти ситуацій, в яких буде завдано шкоду людям або матеріальним і нематеріальним цінностям.

До охоронних систем можна віднести будь-які технічні системи, що підвищують безпеку будь якого об'єкта.

Охоронні системи по взаємодії і по принципу впровадженню можна поділити на такі складові:

- пасивні – комплекс засобів, якій спрямований на залучення уваги власника майна або охоронних служб індивідуального характеру;
- активні – призначені для запобігання від проникнення на об'єкт;

За засобом передачі інформації для візуалізації та відображення проникнення на охоронний об'єкт або приміщення.

Системи, які використовують канал аварійної передачі інформації по мережевому кабелю:

- бездротові охоронні системи;
- без зворотнього зв'язку;
- з зворотнім зв'язком
- системи, які використовують GSM-мережі;

## **2. Класифікація об'єктів за категорією відповідно до ДСТУ.**

Об'єкти категорії А:

- об'єкти життєзабезпечення населених пунктів;
- фабрики та центральні сховища грошових знаків та цінних паперів;
- об'єкти Державного комітету по телебаченню та радіомовленню;
- державні центральні статистичні управління;
- інші об'єкти державного значення.

Об'єкти категорії Б:

Підприємства, магазини, бази, сховища та ін., де зберігаються комп'ютерна техніка, малогабаритна та дефіцитна оргтехніка, відео- та аудіотехніка, що користується попитом і інші цінні товари.

Об'єкти категорії В:

Особисте майно громадян.

## **2.1 Аналіз охоронних систем продовольчих та промислових об'єктів.**

Для спрощення аналізу, розглянемо торговельну площадку в якості охоронного об'єкта.

На Рис.1 зображено умовний магазин із системи захисту, де умовно показано розташування основних компонентів захисту. Подана система умовно можна поділити на 7 основних окремих підсистем - блоків:

1. Охоронно-пожежна сигналізація.
2. Рекламна мережа.
3. Сигналізація вітрин.
4. Система відео нагляду.
5. Комп'ютерна і телефонна мережа.
6. Система звукового сповіщення.
7. Система захисту від крадіжок.



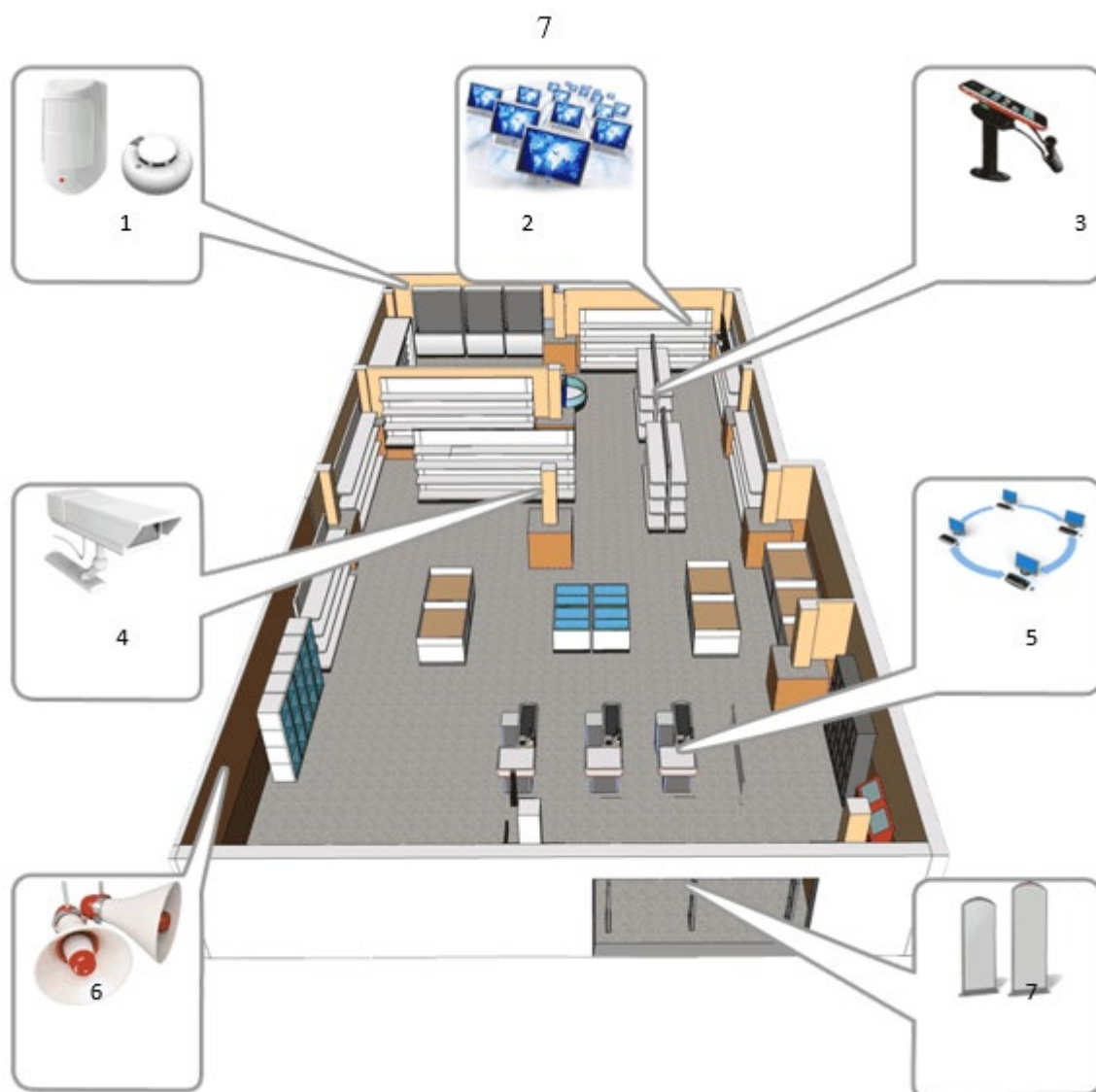


Рис 1 – Модель охоронної системи торговельного зала

### 1.3 Складові технічних засобів охоронної системи

Охоронні системи, включають наступні блоки та елементи:

- Охоронні сповіщувачі (датчики руху), датчики удару, датчики об'єму, магніто-контактні, електро- контактні та інші;
- Сповіщувачі пожежні : димові точкові, оптоелектронні димові лінійні оптоелектронні, сповіщувачі полум'я, теплові максимальні та інші;
- Приймально-контрольний пожежний прилад;

- Сповіщувачі звуковий;
- Сповіщувачі світловий;
- Відеокамери, відіоспостереження;
- Керуючий сервер;
- Приймально-передавальний термінал;
- Освітлювальні пристрої;
- Генератори охоронного диму
- Аварійні сповіщувачі : (датчики) сповіщувачі затоплення,

сповіщувачі витoku газів та інші);

- Різноманітні сельсини;
- Різного призначення виконавчі пристрої;

Додаткові технічні засоби, які можуть бути укомплектовані системи захисту:

Охоронна сигналізація, яка підлягає оснащуванню додатковим устаткуванням:

- блок голосового телефонного дозвання, який передає голосове повідомлення на задані телефонні номери;
- GSM модуль, для відправки SMS повідомлень на задані телефонні номери;
- спеціальні датчики, для контролю витoku газу і води.
- датчики охоронної сигналізації.

Основна функція датчиків охоронної сигналізації полягає в її забезпечуванні достовірності контролю і високої надійності роботи в складних умовах експлуатації. Дана функція досягається застосуванням інновацій в області обробки сигналу, якій поєднанням багатоцільовий принцип аварійної ситуації від багатьох факторів зламу інформаційного каналу.

Залежно від виду дії, датчики розрізняють на :

- інфрачервоні;

- інфрачервоні променеві;
- ультразвукові;
- акустичні;
- місткості;
- вібраційні;
- магніт контактні;
- спрямованою діаграмою виявлення.

**Ціль.** Провести аналіз технічних засобів захисту об'єкта і дати обґрунтування по вибору раціонального обладнання для розробки та дослідження системи захисту від несанкційного проникнення на охороняє мий об'єкт.

**Постановка задачі.** Розробка та дослідження системи захисту об'єкта  
Характеристики та принцип дії вибраних елементів, базується на використанні електричних носіїв енергії, що в свою чергу може перешкоджати в нормальному функціонування окремих елементів і відповідно, може привести до несанкціоноване проникнення на охороняє мий об'єкт. В нашу задачу входить сформулювати із вибраної елементної бази раціональну систему захисту від проникнення на охороняє мий об'єкт. Для дослідження системи захисту, ми і вибрали торговельну площадку в 1000 м<sup>2</sup>, яка має форму прямокутника де буде встановлено обладнання, для розробки системи захисту.

Приміщення має один головний вхід і два вікна, пункт охорони, який знаходиться на протилежній стороні до вікон поряд з службовим входом. Завдяки прямокутній формі для повного перекривання усієї території використовуються лише чотири кутові камери, і така ж кількість датчиків руху. На вході розміщуватиметься система захисту від крадіжок, з охоронною сигналізацією, та звуковим сповіщенням.

### **Висновки.**

1. В якості охоронного об'єкта нами вибрана торговельне приміщення площиною 1000 м<sup>2</sup> прямокутної форми.
2. Проведений аналіз по використанню комплектуючих блоків по формуванню системи захисту об'єкта.
3. Аналіз та обґрунтування вибраних блоків, дає передумови по формуванню системи захисту вибраного об'єкта.

### **Список літератури**

1. Боэм Б.У. Инженерное программирование для проектирования программного обеспечения. –М.: Радио и связь, 1985. – 512с.
2. ДСТУ 3021 – 96 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.
3. Описания электронных компонентов в каталоге товаров оптовой базы комплектации электронных компонентов и приборов “ПЛАТАН”:
4. Режим доступу : <http://www.platan.ru/>
5. Режим доступу: [http://dialog-universal.ru/product\\_info.php?cPath=109&products\\_id=173](http://dialog-universal.ru/product_info.php?cPath=109&products_id=173)

## МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРУЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ПОИСКА СЕДЛОВЫХ ТОЧЕК И ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**А. Смородин**

аспирант, Державний університет «Одеська політехніка»

В статье представлены новые методы поиска стационарных точек функции многих переменных, в том числе седловых. Такие задачи встречаются в разных областях теоретической и практической науки, например, saddle-point construction liens design, машинного и глубокого обучения, задачи выпуклой оптимизации и нелинейного программирования (необходимые и достаточные условия решения формулируются с помощью седловых точек функции Лагранжа и доказываются в теореме Куна-Таккера). При обучении нейронных сетей приходится повторять процесс обучения на больших кластерах и проверять обучаемость сети при разных функциях потерь и разной глубине сети, а значит проводить тысячи запусков новых вычислений, где каждый раз оптимизируется функция потерь на больших объемах данных, поэтому любое ускорение процесса поиска стационарных точек является важнейшим преимуществом и экономит вычислительные ресурсы. Многие современные методы поиска седловых точек основаны на вычислении матрицы Гессе, обращении этой матрицы, скалярного произведения вектора градиента и текущего вектора, нахождении полного Лагранжиана и т.п. Однако все эти операции являются вычислительно «дорогостоящими» и имело бы смысл обходить такие сложные расчеты. Идея модификации обычных градиентных методов, использованная в статье, заключается в применении схем поиска неподвижных точек нелинейных дискретных динамических систем для задач градиентного спуска. Предполагается, что этим неподвижным точкам соответствуют неустойчивые положения равновесия, и среди

мультипликаторов каждого положения равновесия есть большие единицы. Используются методы усредненного прогнозирующего контроля. Результаты численного моделирования и визуализации приведены в виде двух таблиц, где указаны бассейны притяжения каждой стационарной точки для каждой схемы, и статистические данные по скоростям сходимости.

Введение.

Методы решения минимаксных задач, которые сводятся к поиску седловых точек, встречаются в разных областях теоретической и практической науки. Среди актуальных задач можно упомянуть, например, при конструировании оптических линз ([4]), машинное и глубокое обучение ([5]), задачи выпуклой оптимизации и нелинейного программирования (необходимые и достаточные условия решения формулируются с помощью седловых точек функции Лагранжа и доказываются в теореме Куна-Таккера) и множество других задач. При обучении нейронных сетей приходится повторять процесс обучения на больших кластерах и проверять обучаемость сети при разных функциях потери и разной глубине сети, а значит проводить тысячи запусков новых вычислений, где каждый раз оптимизируется функция потери на больших объемах данных. Таким образом, любое ускорение процесса поиска точек экстремума является важнейшим преимуществом и экономит вычислительные ресурсы.

Многие современные методы поиска седловых точек основаны на вычислении матрицы Гессе, обращении этой матрицы, скалярного произведения вектора градиента и текущего вектора, нахождении полного Лагранжиана (см. [8]) и т.п. Однако все эти операции являются вычислительно «дорогостоящими» и имело бы смысл обходить такие сложные расчеты.

В представленной работе предлагается новый подход к решению рассматриваемых экстремальных задач. Идея заключается в использовании методов поиска неподвижных точек нелинейных дискретных динамических систем для задач градиентного спуска. Предполагается, что этим неподвижным

точкам соответствуют неустойчивые положения равновесия. Это означает, что среди мультипликаторов каждого положения равновесия есть такие, у которых модуль больше единицы. Более того, в случае метода градиентного спуска матрица Якоби симметрическая, а это означает, что все ее мультипликаторы вещественны. Если неподвижная точка седловая, то среди мультипликаторов есть положительные большие единицы. Этот случай наиболее сложный в теории стабилизации неподвижных точек. В общем случае задача поиска неподвижных точек сводится к задаче локальной стабилизации положений равновесия. Для решения этих задач предлагались различные схемы управления [9, 10], которые можно разбить на две большие группы: методы с использованием матрицы Якоби или без ее использования. Естественно, предполагается, что матрица Якоби в самих неподвижных точках не известна, иначе можно было использовать весь мощный аппарат теории линейного управления, примененный к линеаризованным в окрестности цикла системам. Матрица Якоби – необходимый атрибут методов типа Ньютона-Рафсона. Среди методов, где матрица Якоби не используется, достаточную эффективность показал метод прогнозирующего контроля, который в различных частных случаях допускает некоторые модификации.

**Цель представленной работы** состоит в применении разных модификаций метода прогнозирующего контроля стабилизации и поиска неподвижных точек к поиску седловых точек.

Статья организована следующим образом: после введения в разделе «Математические основы алгоритмов» приводится краткий обзор результатов, связанных с методом прогнозирующего контроля поиска неподвижных точек; в следующем разделе «Модификационные схемы градиентного спуска» правая часть нелинейной дискретной системы заменяется функцией из обычного градиентного метода, после чего применяется прогнозирующий контроль, в результате чего и получают различные новые схемы градиентного спуска; в разделе «Результаты численного моделирования» модификационные методы

градиентного спуска применяются к поиску седловых точек модельной функции и обучению глубокой нейронной сети сегментации зубов на панорамных снимках, приводится алгоритм расчетов, визуализация результатов, сравнение их на основе скорости сходимости и размеров бассейнов притяжения; в разделе «Выводы» анализируется вопрос об эффективности методов в целом и повышении этой эффективности.

## 2. Математические основы алгоритмов.

Задана нелинейная дискретная система

$$x_{n+1} = f(x_n), x_n \in R^m, n = 1, 2, \dots, \quad (1)$$

где  $f(x)$  – дифференцируемая векторная функция соответствующей размерности. Предполагается, что эта система имеет одну или несколько неустойчивых неподвижных точек, т.е.  $\eta = f(\eta)$ . Мультипликаторы рассматриваемых неустойчивых положений равновесий определяются, как собственные значения матриц Якоби  $f'(\eta)$  размерностей  $m \times m$  в неподвижных точках. Так как неподвижные точки не известны, то неизвестен и спектр матриц Якоби. Для положения равновесия  $x_n = \eta$  системы (1) спектр матрицы Якоби обозначим  $\{\mu_1, \dots, \mu_m\}$ . Будем предполагать, что известна некоторая оценка множества  $M$  локализации мультипликаторов  $\{\mu_1, \dots, \mu_m\}$ .

Рассмотрим систему управления

$$x_{n+1} = F(x_n), \quad (2)$$

где  $F(x) = \sum_{j=1}^N \vartheta_j f^{(j)}(x)$ ,  $f^{(1)}(x) = f(x)$ ,  $f^{(k)}(x) = f(f^{(k-1)}(x))$ ,  $k = 2, \dots, N$ . Числа  $\vartheta_1, \dots, \vartheta_N$

вещественны. Нетрудно проверить, что при  $\sum_{j=1}^N \vartheta_j = 1$  в системе (2) также имеется положение равновесия  $\eta$ . Задача состоит в выборе параметра  $N$  и коэффициентов  $\vartheta_1, \dots, \vartheta_N$  так, чтобы положение равновесия  $\eta$  системы (2) было локально асимптотически устойчивым. Естественно, что при построении этих коэффициентов необходимо использовать информацию относительно



множества локализации мультипликаторов  $M$ . Все случаи и вспомогательные утверждения были рассмотрены и доказаны в работе [6].

## 2.1. Общий случай

Используя идеи теоремы 1 [6] можно предложить следующую схему стабилизации положения равновесия. При этом коэффициенты  $\mathcal{G}_j$  не будут обязательно константами.

а) находим матрицу  $f'(x)$ ,

б) находим характеристический полином этой матрицы  $\sum_{j=1}^{m+1} \mathcal{G}_j(x) \mu^{j-1}$ ,

в) нормируем характеристический полином  $\frac{1}{\sum_{j=1}^{m+1} \mathcal{G}_j(x)} \sum_{j=1}^{m+1} \mathcal{G}_j(x) \mu^{j-1}$ ,

д) строим систему управления

$$x_{n+1} = F(x_n),$$

$$\text{где } F(x) = \frac{1}{\sum_{j=1}^{m+1} \mathcal{G}_j(x)} \sum_{j=1}^{m+1} \mathcal{G}_j(x) f^{(j)}(x) \text{ или } F(x) = f \left( \frac{1}{\sum_{j=1}^{m+1} \mathcal{G}_j(x)} \left( \mathcal{G}_1 x + \sum_{j=2}^{m+1} \mathcal{G}_j(x) f^{(j-1)}(x) \right) \right).$$

## 3. Результаты численного моделирования

Рассмотрим тестовую минимаксную задачу и применим к ней схемы, полученные в работе [6]

$$\min_{x \in \mathbb{R}} \max_{y \in \mathbb{R}} \left[ \Phi(x, y) = 2x^2 + y^2 + 4xy + \frac{4}{3}y^2 - \frac{1}{4}y^4 \right], \quad (6)$$

где  $x, y \in \mathbb{R}$ . Решая уравнение  $\text{grad } \Phi = 0$  находим все точки экстремумов

$$z_0 = (0, 0)$$

$$z_1 = (-2 + \sqrt{2}, 2 - \sqrt{2})$$

$$z_2 = (-2 - \sqrt{2}, 2 + \sqrt{2})$$

Точка  $z_1$  является точкой локального минимума, а  $z_0$  и  $z_2$  - седловые точки.

Построим бассейны притяжения экстремальных точек задачи (6) для каждой схемы из предыдущего раздела.

В процессе вычислений не использовались никакие специализированные библиотеки повышенной точности, т.к. проверялась устойчивость методов к стандартным аппаратным погрешностям. При этом итеративные схемы исполнялись тысячи раз на базе арифметики конечной точности, что приводило к округлениям результатов, возникали ситуации, когда результатом вычислений являлось число NaN (Not a number), это означало, что результаты приближались к одной из бесконечностей или выходили за границы рассматриваемого прямоугольника на плоскости  $(x, y)$ . Такие случаи обрабатывались специальным образом и начальные точки не добавлялись в бассейны притяжений. Сетка строилась в интервалах  $x \in [-8.0, 6.0]$  и  $y \in [-2.0, 6.0]$  с шагом 0.1. Точность бралась  $10^{-6}$ . Для обеспечения условий сравнения различных схем параметры выбирались одинаковыми:  $\gamma = 0.1$  и  $N = 5000$ , в схемах 3.1 и 3.2 дополнительный параметр  $\nu = 0.5$ .

Бассейны притяжения для каждой схемы приведены на рис. 1 [6]. Лиловым цветом обозначен бассейн притяжения точки  $z_0$ , голубым цветом -  $z_1$ , желтым -  $z_2$ . Из рисунка видно значительное отличие бассейнов притяжения при применении разных схем. Для проведенного эксперимента обе разновидности схемы 2 смогли сойтись из большего числа начальных точек (64 – 64.6%). Процент сходимости вычислялся как процент точек из сетки, которую мы использовали как начальные точки итерации, для которых была сходимость к стационарной точке.

Для понимания оценки сходимости были вычислены стандартные статистические данные по скорости сходимости к каждой из стационарной точки схем из разных точек бассейна притяжения. Данные представлены в статье [6].

Во всех схемах, представленных в статье [6], использовалось постоянное значение параметра  $\gamma$ , что с практической точки зрения не является оптимальным, и многие библиотечные функции динамически меняют данный параметр по мере приближения к стационарной точке. Поэтому данные схемы должны быть модифицированы с учетом изменения шага по мере приближения к стационарной точке.

Рассмотренные методы прогнозирующего контроля стабилизации и поиска неподвижных точек к поиску седловых точек показали улучшенные результаты относительно оригинального метода градиентного спуска с новыми возможностями находить все стационарные, в том числе и седловые, точки. Заметим, однако, что не для всех схем удалость получить наискорейший поиск экстремальных с максимального количества начальных точек, эта задача будет освещена в больших подробностях в будущих публикациях. Но, полученные результаты можно использовать для решения реальных практических задач, в том числе в задачах обучения нейронных сетей.

#### 4. Распознавание зубов

Рассмотрим итеративную схему, подобную схемам из [6] и так же основанную на результатах работы [7]

$$x_{n+1} = ((1-\gamma)a + \gamma b)x_n + (1 - ((1-\gamma)a + \gamma b))x_{n-1} - (1-\gamma)\lambda F(ax_n + (1-a)x_{n-1}), \quad (1)$$

где  $F(x) = x - \lambda \nabla \text{loss}(x)$  и  $\text{loss}(x)$  - функция, которая оценивает значения ошибки предсказания нейронной сети на тренировочном наборе данных. Параметр  $\lambda$  в литературе по нейронным сетям называется скоростью обучения и характеризует длину шага обратного направлению градиента функции  $\text{loss}(x)$ . Алгоритмы SGD и Adam вычисляют частные производные параметров сети от значения функции  $\text{loss}(x)$  только один раз и эта особенность дает им преимущество как по используемой на GPU оперативной памяти, так и по

скорости. Формула (1) требует вычисления частных производных функции  $loss(x)$  в новой точке  $ax_n + (1-a)x_{n-1}$  в момент, когда сеть содержит только предыдущее значение параметров  $x_n$ . Эффективное вычисление градиента для такого случая была возможна только за счет использование особенностей реализации библиотекой PyTorch алгоритма Autograd.

#### 4.1 Сегментация зубов

Рассмотрим задачу определения и распознавания зубов в 2-D панорамных рентгеновских снимков зубов. Данная задача активно рассматривается в научных исследованиях последних лет так как подобные снимки позволяют докторам получить обзорное представление о состоянии не только зубов, но и окружающих их тканях включая аномалии костную структуру челюсти (см. Рис. 1).

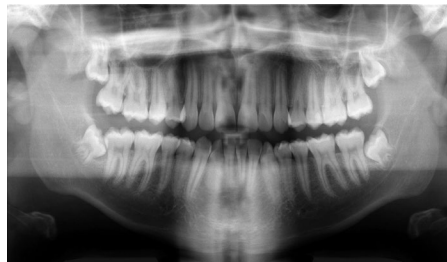


Рис. 1. Source: [https://en.wikipedia.org/wiki/Panoramic\\_radiograph](https://en.wikipedia.org/wiki/Panoramic_radiograph)

Последние результаты, в анализе таких снимков полученные с помощью нейронных сетей их комбинацией с методами обработки изображений [1], но в данной работе мы использовали комбинацию сетей U-Net [2] (декодировщик) и кодировщик от Resnet [4], а именно Resnet-18 из стандартной библиотеки перетренированных на ImageNet ([3]) сетей PyTorch. Обычно данные сети обучаются с помощью оптимизатора Adam ([5]), но последние исследования показывают, что преимущества быстрой сходимости Adam часто приводит к слишком высокой оптимизации сети на тренировочном наборе данных, но к худшим по сравнению с SGD результатам на validation dataset ([6]). Таким образом улучшение SGD алгоритма и приближение его скорости сходимости к

возможностям Adam позволить получить лучшее от двух подходов скорость и generalization.

Для начала мы произвели тренировку сети с Adam, чтобы получить наилучший доступный результат с которым можно производить сравнение нашего алгоритма и стандартного SGD. Все тесты проводились на одном и том же количестве изображений и обучение проходило в течении 60 эпох. Для Adam мы выбрали скорость обучения равную 0.0001. Результаты этого обучения представлены на (Figure 2).

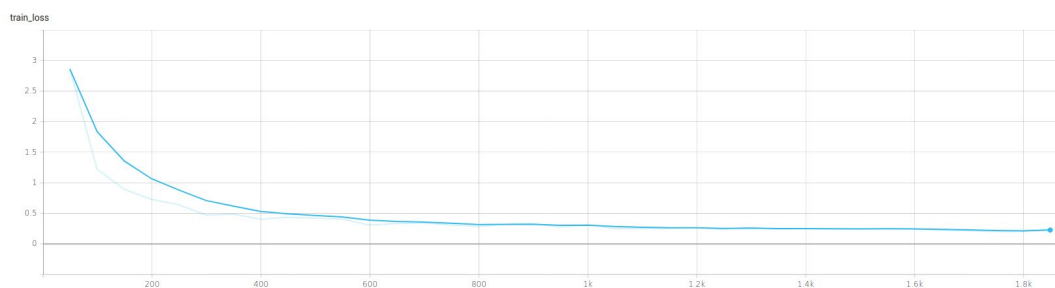
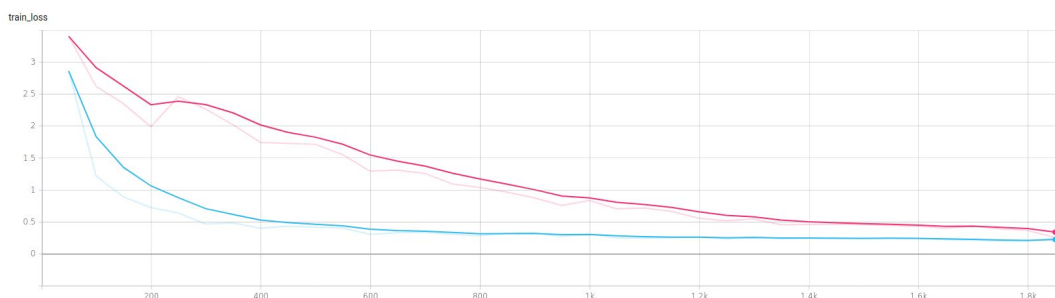


Рис. 2. Оптимизатор Adam с  $lr = 0.0001$

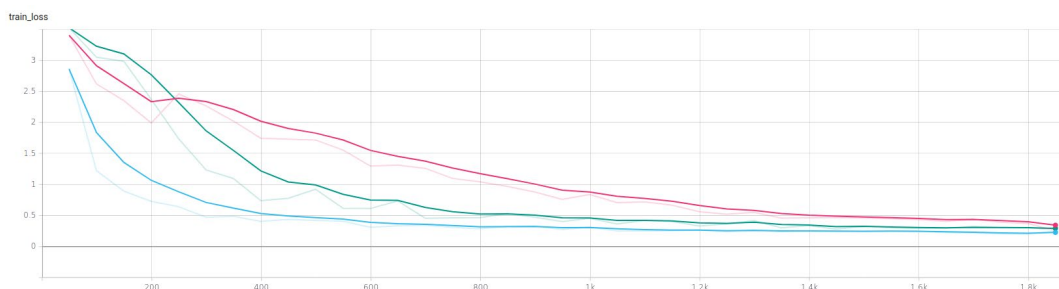
Adam удалось очень быстро достигнуть плато и, учитывая, что данный алгоритм подстраивает скорость обучения для каждого параметра нейронной сети независимо, мы можем заключить невозможность получить лучшие результаты для данной архитектуры сети вместе с набором тренировочных данных.

Вторая попытка обучения сети при тех же начальных условиях проводилась с SGD оптимизатором при  $lr=0.01$  и дополнительно включенным momentum равным 0.99 и включенными модификациями Нестерова.



Из графика видно, что SGD сходиться к оптимальному для данной задачи решению гораздо медленнее Adam даже при большей скорости обучения и ему потребовались все 60 эпох чтобы приблизиться своему локальному минимуму, но так и не достигнуть его.

И наконец, произведем такой же эксперимент для нашей новой модификации при скорости обучения равной 0.01 и  $\gamma = -0.5$ ,  $a = 1.2$ .



Как мы видим новый алгоритм только в начале тренировки уступал стандартному SGD (зеленый график), но уже после 200 итераций алгоритма ему удалось получать постоянно лучшую оптимизацию или меньшие значения функции потери точности (loss function). После 800 шага улучшенный алгоритм смог получить такой же результат, как и SGD после 1800-го шага и смог приблизиться к результатам Adam.

### Литература.

- [1] Mahdi, F.P., Motoki, K. & Kobashi, S. Optimization technique combined with deep learning method for teeth recognition in dental panoramic radiographs. Sci Rep 10, 19261 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75887-9>
- [2] Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, Thomas Brox. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. (2018) <https://arxiv.org/abs/1505.04597>
- [3] ImageNet. <http://www.image-net.org>
- [4] Florian Bociort, Maarten van Turnhout, Oana Marinescu, "Practical guide to saddle-point construction in lens design," Proc. SPIE 6667, Current Developments in

- Lens Design and Optical Engineering VIII, 666708 (18 September 2007); doi: 10.1117/12.732477
- [5] Yasaman Esfandiari, Aditya Balu, Keivan Ebrahimi, Umesh Vaidya, Nicola Elia, Soumik Sarkar. A Fast Saddle-Point Dynamical System Approach to Robust Deep Learning; arXiv:1910.08623
- [6] Smorodin A. Predictive Control Methods in tasks of searching saddle points. 2020.Issue 3(62). Pages 80-90. DOI: 10.15276/opu.3.62.2020.10
- [7] Dmitrishin, D., Iacob, E., Stokolos, A. Average predictive control for nonlinear discrete dynamical systems, Advances in Systems Science and Applications, 2020, 20(1), pp. 27–49
- [8] Jackson E.A. Perspectives of Nonlinear Dynamics. Vol. I, II, - Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1980, 1990 Chaos II, ed. Hao Bai-Lin. – World Sci., (1990)
- [9]. Yang D., Zhou J. Connections among several chaos feedback control approaches and chaotic vibration control of mechanical systems, – Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simulat, 19 (2014), 3954–3968.
- [10]. Miller J.R., Yorke J.A. Finding all periodic orbits of maps using Newton methods: sizes of basins. Physica D (2000);135:195–211

## МАТЕМАТИКА

### ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ КУРСУ ЗА ВИБОРОМ «РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕРІВНОСТЕЙ З МОДУЛЯМИ»

**Мігдаль Г. А.**

студентка 2 курсу факультету інформаційних технологій і математики  
ВНУ імені Лесі Українки

**Падалко Н. Й.**

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри теорії функцій та методики  
навчання математики ВНУ імені Лесі Українки

**Постановка проблеми.** Однією з найцікавіших та багатограних тем у шкільному курсі математики є тема «Модуль числа». Але розв'язанню завдань даної теми приділяється дуже мало часу. Засвоєння цього поняття потрібне не лише для вивчення алгоритмів арифметичних дій з додатними та від'ємними числами. Воно сприяє в учнів формуванню абстрактного та алгоритмічного мислення, логічного мислення, наочно-образного мислення. Завдання з модулем часто зустрічається на уроках, олімпіадах, державній підсумковій атестації, зовнішньому незалежному оцінюванні. Під час розв'язування нерівностей з модулями в учнів виникають труднощі у знаходженні розв'язків тих чи інших нерівностей, методів та способів розв'язування. Тому це питання є досить актуальним у шкільному курсі математики.

**Мета** – розробити та впровадити у школі курс за вибором «Розв'язування нерівностей з модулями».

**Результат роботи.** Щоб розв'язувати нерівності з модулями, насамперед потрібно вміти розкривати модуль за означенням. Сформулюємо означення:



модулем невід'ємного числа називається саме це число, а модулем від'ємного числа – протилежне йому додатне число, тобто  $|a| = \begin{cases} a, & \text{якщо } a \geq 0 \\ -a, & \text{якщо } a < 0 \end{cases}$ .

Розв'язування нерівностей з модулями зводиться до розв'язання сукупностей або систем звичайних нерівностей.

Найпростішими нерівностями з модулями з одним невідомим є нерівність виду:  $|f(x)| < a$ , де  $f(x)$  – деяка елементарна функція від невідомого  $x$ , а  $a$  – деяке число. Розв'язується за допомогою системи:  $\begin{cases} f(x) < a \\ f(x) > -a \end{cases}$ . Нерівність виду :

$|f(x)| > a$ , розв'язується за допомогою сукупності:  $\begin{cases} f(x) > a \\ f(x) < -a \end{cases}$ .

Нерівність виду  $|f(x)| < \varphi(x)$ , де  $f(x)$  та  $\varphi(x)$  – деякі функції від невідомого  $x$ , рівносильна системі:  $\begin{cases} f(x) < \varphi(x) \\ f(x) > -\varphi(x) \end{cases}$ , а нерівність  $|f(x)| > \varphi(x)$ ,

рівносильна сукупності:  $\begin{cases} f(x) > \varphi(x) \\ f(x) < -\varphi(x) \end{cases}$ .

Нерівність виду  $|f_1(x)| \pm |f_2(x)| \pm \dots \pm |f_n(x)| > \varphi(x)$  розв'язується методом проміжків. Щоб розв'язати нерівність цим методом, спочатку знаходимо область допустимих значень, нулі всіх підмодульних функцій. Далі відмічаємо нулі функції на ОДЗ і розбиваємо ОДЗ на проміжки. На кожному з проміжків визначаємо знак усіх підмодульних функцій та знаходимо розв'язки нерівності на кожному з інтервалів.

Нерівності виду  $|f(x)| < |\varphi(x)|$  розв'язують використовуючи наступні співвідношення:

$$|f(x)| < |\varphi(x)| \Leftrightarrow (f(x))^2 < (\varphi(x))^2 \Leftrightarrow (f(x) - \varphi(x)) * (f(x) + \varphi(x)) < 0.$$

Нерівності, які мають велику кількість лінійних виразів під знаками модуля зручно розв'язувати графічним методом, тому що розкриття модулів за

означенням ускладнює розв'язання технічно. Цей метод застосовується не тільки як ілюстрація, а й щоб перевірити чи правильно розв'язана нерівність. Суть методу полягає в тому, що коли дано нерівність  $|f(x)| < \varphi(x)$ , то на одному рисунку будують графік функції  $y = |f(x)|$  та  $y = \varphi(x)$  і знаходять область тих значень аргументу  $x$ , для яких точки графіка функції  $y = |f(x)|$  розміщені нижче відповідних точок графіка  $y = \varphi(x)$ .

Розв'яжемо нерівність:  $|x^2 - x + 1| \geq |x^2 - 3x + 4|$ . Це нерівність виду  $|f(x)| \geq |\varphi(x)|$ , вона розв'язується за допомогою таких співвідношень:

$$|f(x)| \geq |\varphi(x)| \Leftrightarrow (f(x))^2 \geq (\varphi(x))^2 \Leftrightarrow (f(x) - \varphi(x)) * (f(x) + \varphi(x)) \geq 0.$$

$$\text{Матимемо: } (x^2 - x + 1 - (x^2 - 3x + 4)) * (x^2 - x + 1 + x^2 - 3x + 4) \geq 0,$$

$$(x^2 - x + 1 - x^2 + 3x - 4) * (x^2 - x + 1 + x^2 - 3x + 4) \geq 0,$$

$$(2x - 3) * (2x^2 - 4x + 5) \geq 0, \text{ складаємо сукупність: } \begin{cases} 2x \geq 3 \\ 2x^2 - 4x + 5 \geq 0 \end{cases} \vee \begin{cases} 2x \leq 3 \\ 2x^2 - 4x + 5 \leq 0 \end{cases}.$$

Розв'яжемо квадратне рівняння:  $D = 16 - 4 * 2 * 5 = 16 - 40 = -24 < 0$ , тому

квадратне рівняння розв'язків немає. Маємо один розв'язок  $x = 1,5$ .

Підставимо отримане значення у квадратне рівняння і виясимо якого знаку воно набирає:  $2 * 2,25 - 4 * 1,5 + 5 = 3,5$ . Квадратне рівняння набирає додатного знаку, тому розв'язком даної нерівності є проміжок  $x \in [1,5; +\infty)$ .

**Висновки.** Розглянуті методи спростять розв'язування нерівностей з модулями, тому їх можна рекомендувати учителям для використання в процесі викладання курсу за вибором. Пропонуємо використання засобів інформаційно-

комунікаційних технологій в процесі вивчення рівнянь з модулями при вивченні курсу за вибором «Розв’язування нерівностей з модулями».

### Список використаних джерел:

6. Завало С. Т. Рівняння і нерівності : [посібник] / С. Т. Завало. - Київ : Рад. шк., 1973. - 384 с.
7. Модуль в рівняннях, нерівностях та графіках функцій [Електронний ресурс] // Методичний вісник для вчителів математики / упоряд. М. Присяжнюк, – Івано-Франківськ, 2018. – С. 62. – Режим доступу: <https://www.osvita.if.ua/data/pages/108/3f2d6f92d30f8d2cf396199a63863d19.pdf> .
8. Падалко А.М. Падалко Н.Й. Основні шляхи формування навчально-пізнавальної активності майбутніх інженерів – електриків. Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка.-2012.-№63. С.126-130.
9. Чепіль Х. В. Модуль числа. Навчальний посібник [Електронний ресурс] / Відділ освіти Галицької районної державної адміністрації. Районний методичний центр/ упоряд. Лавер Н. О. , 2014. – 68 с.

## АВІАЦІЙНА ТА РАКЕТНО-КОСМІЧНА ТЕХНІКА

### КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ СИСТЕМ ВООРУЖЕНИЙ ВОЗДУШНО- КОСМИЧЕСКИХ СИЛ, СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЧАСТИ ВИДОВ ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Deák József**

Адюнкт кафедры правоохранительной теории и истории,  
Факультета правоохранительной науки

Национального университета общественной службы в Венгрии

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7661-4485>

В конце 90-х, космос всё более становился сферой жизненно важных интересов ведущих мировых государств. Расширение его использования в социально-экономических целях обуславливает устойчивую тенденцию к усилению зависимости экономической мощи и социального благополучия России от масштабов и эффективности ее космической деятельности. В связи с этим в мире усиливается конкуренция за обладание орбитально-частотными и другими космическими ресурсами. Специфические свойства космического пространства, такие как глобальность, экстерриториальность и возможность обеспечения непрерывности присутствия, обуславливают все возрастающую зависимость эффективности вооруженной борьбы на суше, на море и в воздухе от эффективности использования космических военных систем, в первую очередь информационных. В военном деле имеет место тенденция к обеспечению подавляющего военного превосходства над противником в первую очередь за счет достижения информационного превосходства. А оно может быть достигнуто только при условии широкого применения космических

информационных технологий. Космическая информация является ключевым элементом современных и перспективных систем высокоточного оружия, без нее невозможна эффективная реализация стратегии быстрого реагирования и опережающего воздействия. Космос стал неотъемлемой частью военного потенциала ведущих мировых держав, и его вклад в этот потенциал неуклонно возрастает. Однако высокая стоимость космических военных систем и необходимость максимально эффективного использования их потенциала обуславливает развитие космических военных технологий как универсальных межвидовых средств. [1]

Для непосредственного выполнения функций по обеспечению правопорядка и безопасности образуются государственные органы безопасности, которые например в Российской Федерации включают в себе Вооруженные Силы, органы ФСБ, МВД, СВР, ФСО, ФНС, МЧС, а другие органы. [2]

Воздушно-космические силы (ВКС) сравнительно молодой вид Вооруженных Сил Российской Федерации, созданный по Указу Президента Российской Федерации в августе 2015 года. [3]

Стратегическими системами ВКО до 1 августа 2015 года являлись: система предупреждения о ракетном нападении (СПРН), система противоракетной обороны (СПРО), система контроля космического пространства (СККП) и система противодействия космическим средствам (СПКС).

Воздушно-космические силы включают следующие рода войск: военно-воздушные силы (ВВС), войска противовоздушной и противоракетной обороны (ПВО и ПРО), космические войска (КВ); специальные войска (воинские части и подразделения: радиоэлектронной борьбы; связи; радио-технического обеспечения и автоматизированных систем управления; инженерные; метеорологические); воинские части (подразделения) технического, тылового обеспечения и охраны органов военного управления; военно-учебные заведения

и научно-исследовательские организации. Воздушно-космические силы включают следующие рода войск: военно-воздушные силы (ВВС), войска противовоздушной и противоракетной обороны (ПВО и ПРО), космические войска (КВ); специальные войска (воинские части и подразделения: радиоэлектронной борьбы; связи; радио-технического обеспечения и автоматизированных систем управления; инженерные; метеорологические); воинские части (подразделения) технического, тылового обеспечения и охраны органов военного управления; военно-учебные заведения и научно-исследовательские организации. Современные ВКС решают широкий спектр задач: отражение агрессии в воздушно-космической сфере и защита от ударов средств воздушно-космического нападения противника пунктов управления высших звеньев государственного и военного управления, группировок войск (сил), административно-политических центров, промышленно-экономических районов, важнейших объектов экономики и инфраструктуры страны (задача ПВО и ПРО); поражение головных частей баллистических ракет вероятного противника, атакующих важные государственные объекты (задача ПВО и ПРО); поражение объектов и войск противника с применением как обычных, так и ядерных средств поражения (задача ВВС); авиационное обеспечение боевых действий войск (сил) других видов и родов войск (задача ВВС); обеспечение высших звеньев управления достоверной информацией об обнаружении стартов баллистических ракет и предупреждение о ракетном нападении (задача КВ); наблюдение за космическими объектами и выявление угроз России в космосе и из космоса, а при необходимости — парирование таких угроз (задача КВ); осуществление запусков космических аппаратов на орбиты, управление спутниковыми системами военного и двойного назначения в полете и применение отдельных из них в интересах обеспечения войск необходимой информацией (задача КВ); поддержание в установленном составе и готовности к применению спутниковых систем военного и двойного назначения, средств их запуска и управления (задача КВ) и ряд других задач.

Организационно в состав ВКС входят: авиация ВКС, зенитные ракетные войска, радиотехнические войска, специальные войска, космические войска. На сегодняшний день Россия — единственная в мире страна, имеющая полномасштабную, эшелонированную, комплексную систему воздушно-космической обороны. Технической основой ВКО являются комплексы и системы противовоздушной и противоракетной обороны, предназначенные для решения всех видов задач, от тактических до оперативно-стратегических. Технические параметры комплексов и систем ВКО позволяют организовать надежное прикрытие войск, важнейших объектов государственного управления, промышленности, энергетики и транспорта. Под перспективной системой ВКО следует понимать совокупность комплексов вооружения, функционирующих на различных физических принципах, развернутых на земле, в воздухе и космическом пространстве, объединенных единой системой автоматизированного управления и решающих задачи ВКО. Так как ВКО интегрирована из двух видов обороны — ПВО и РКО, то соответственно и система ВКО интегрировалась из систем ПВО и РКО, из которых она и состоит. Это позволит образовывать общие подсистемы для сил и средств ПВО и РКО: разведки, управления, поражения, обеспечения. Для качественного решения общих задач необходимо комплексно использовать средства разведки ПВО и РКО для обнаружения, а активные средства — для поражения и подавления одних и те же СВКН типа гиперзвуковых летательных аппаратов (ГЗЛА), оперативно-тактических ракет (ОТР) и др. Это позволит образовывать общие подсистемы для сил и средств ПВО и РКО: разведки, управления, поражения, обеспечения. Для качественного решения общих задач необходимо комплексно использовать средства разведки ПВО и РКО для обнаружения, а активные средства — для поражения и подавления одних и те же СВКН типа гиперзвуковых летательных аппаратов (ГЗЛА), оперативно-тактических ракет (ОТР) и др. Система разведки и предупреждения о воздушно-космическом нападении должна включать: подсистему предупреждения о ракетном

нападении с задачами контроля районов возможного старта баллистических ракет (БР), своевременного обнаружения стартующих и находящихся на траекториях полета БР, выдачи информации предупреждения о ракетном нападении на пункты управления Верховного ГК, центральный КП (ЦКП) ГШ, Национального центра управления обороной (НЦУО РФ), видов ВС РФ, КП родов войск ВС и ВО (ОСК); подсистему контроля космического пространства с задачами обеспечения органов государственного и военного руководства, войск и других потребителей информацией о космических объектах (КО), состоянии, изменениях и степени опасности космической обстановки, обеспечения сил и средств поражения (подавления) целеуказаниями по назначенным космическим аппаратам (КА); единую автоматизированную радиолокационную подсистему (ЕА РЛС) (Федеральную систему разведки и контроля воздушного пространства) с задачами ведения радиолокационной разведки и контроля воздушного пространства РФ и прилегающими приграничными, приморскими районами, информационного обеспечения систем управления войсками, МЧС, ФПС и органов управления воздушным движением; подсистему воздушной разведки с задачами добывания данных о составе, состоянии группировок сил и средств воздушно-космического нападения, объектах, местности, погоде, воздушной и наземной радиационной и химической обстановке, необходимых для подготовки и ведения военных действий войск (сил) ВС РФ, решающих задачи ВКО. В настоящее время подсистема ПРН обеспечивает предупреждение о ракетном нападении только стратегических БР. С принятием на вооружение перспективных средств разведки подсистема ПРН должна будет обнаруживать БР всех типов и выдавать информацию о них на центральный КП ВКО, так и потребителям (на огневые средства). Подсистема ККП должна включать в свой состав радиотехнические и оптико-электронные узлы, радиотехнические центры и т. д., на вооружении которых находятся специализированные радиолокационные, квантово-оптические и радиотехнические средства ККП наземного (в



перспективе — морского, воздушного и космического) базирования, средства других систем, используемые либо привлекаемые для наблюдения за КО (в том числе радиолокационные средства систем ПРН и ПРО, средства радио- и радиотехнической разведки, пункты наблюдения наземной сети оптических средств и др.), а также информационно связывающие их центры обработки информации. С появлением средств загоризонтного обнаружения появилась возможность ведения дальней радиолокационной разведки авиационных группировок разведываемых государств на глубину их оперативного построения, формирование информации оповещения об изменениях воздушной обстановки, о подготовке и начале воздушного (воздушно-космического) нападения. На перспективную космическую систему предупреждения должна быть возложена задача слежения за группировками СВКН на аэродромах и в воздухе, предупреждения о действиях авиации разведываемых государств на дальних подступах к границам РФ. ЕАРЛС (Федеральная служба разведки и контроля воздушного пространства) создается как межведомственная система двойного назначения в интересах ВС РФ, Министерства транспорта и включает силы и средства радиолокации, автоматизации и связи: радиотехнических сил и средств ВВС, Войск ВКО; радиотехнических соединений и частей ПВО Сухопутных войск; радиотехнических частей и подразделений ПВО ВМФ, береговой системы наблюдения ВМФ, надводных кораблей с функциями кораблей радиолокационного дозора; радиолокационных позиций двойного назначения Министерства транспорта Российской Федерации. Основу подсистемы воздушной разведки составляют авиационные разведывательные, отдельные разведывательные части и подразделения. Задачи воздушной разведки решаются также авиационными комплексами радиолокационного дозора и наведения и нештатными разведывательными подразделениями частей ударной и истребительной авиации. Кроме этого, для ведения воздушной разведки привлекаются авиационные подразделения ВМФ. Системообразующим элементом подсистемы воздушной разведки является

центр сбора и обработки информации. Если проанализировать обобщенные зоны подсистемы разведки и предупреждения о воздушно-космическом нападении, то можно прийти к выводу, что границы между диапазонами дальностей, высот и скоростей, используемыми перспективными средствами воздушного нападения и средствами ракетно-космического нападения, размываются потому, что средства воздушно-космического нападения вероятного противника (БР, ОТР, ГЗЛА) по своим маршрутам проходят как через зоны действия средств РКО, так и через зоны действия средств ПВО. Для организации эффективной борьбы с ними информация от средств разведки должна поступать в единую базу данных о СВКН, которая должна вестись в реальном масштабе времени и обеспечивать системе управления ВКО возможность решения задачи целераспределения, а также задачи целеуказания активным средствам ПВО и ПРО, входящим в состав подсистемы поражения и подавления ВКО РФ. Совокупность иерархически и функционально связанных сил и средств, способных поражать и подавлять средства ВКН и средства управления ими, — важнейшая функциональная подсистема системы ВКО. Именно она определяет ее общие возможности по борьбе с СВКН. Остальные подсистемы должны строиться таким образом, чтобы обеспечить полную реализацию огневых возможностей активных средств ВКО, образующих эту подсистему. Подсистема поражения и подавления ВКО должна включать: зенитное ракетное и зенитное артиллерийское прикрытие; истребительное авиационное прикрытие; противоракетное поражение; противокосмическое поражение; радиоэлектронное подавление. Из анализа обобщенных зон поражения и подавления войск (сил) и средств, решающих задачи ВКО РФ, следует, что они пересекаются. Это требует включения в процесс управления даже на стратегическом уровне решения задач распределения ресурса войск (сил и средств), решающих задачи ВКО РФ. Например, распределение средств стратегической и нестратегической противоракетной обороны по ОТР, ГЗЛА и воздушно-космическим самолетам, распределение средств ПРО и ПКО по КА и

воздушно-космическим самолетам. Это очень сложный процесс. Для его организации и реализации в ходе военных действий нужны автоматизированная система управления и особая подготовка соответствующих должностных лиц, знание ими всех средств поражения и подавления, а также последствий перераспределения ресурсов для решения таких задач. Подсистема управления ВКО РФ является системообразующим элементом системы ВКО РФ и может рассматриваться как совокупность органов, пунктов управления, средств управления и связи. Следует обратить особое внимание на то, что только наличие единой системы управления, обеспечивающей выполнение задач боевого дежурства по ВКО (в мирное время), планирование применения войск (сил), привлекаемых к решению задач ВКО, поддержание их в постоянной боевой готовности, всестороннюю подготовку к операциям (боевым действиям), а в военное время — подготовку операций (боевых действий) и руководство войсками (силами) в ходе их ведения, позволит говорить о создании полноценной и действенной единой системы воздушно-космической обороны. Исходя из вышесказанного можно выделить следующие перспективные направления развития средств автоматизации, радиолокационного обеспечения и оружия специального назначения. Первое, совершенствования средств АСУ: создание АСУ ВС РФ и, как ее элемента, — единой АСУ ВКО; образование объединенной системы воздушно-космической обороны стран СНГ; создание сетевой структуры системы управления и взаимодействия соединениями, частями и подразделениями ПВО-ПРО; повышение помехозащищенности и надежности средств связи и аппаратуры передачи данных; совершенствование специального математического и программного обеспечения комплексов средств автоматизации (КСА); обеспечение технической и информационно-логической совместимости между собой всех элементов КСА как оперативного, так и тактического звеньев управления на модульном принципе построения; расширение количества и номенклатуры сопрягаемых объектов с КСА других родов войск и видов ВС с

целью создания единого информационного пространства; использование унифицированных ЭВМ с соответствующим программным обеспечением и уровнем быстродействия. Второе, совершенствования радиолокационного вооружения (РЛВ): вооружение мобильными многодиапазонными комплексами программного обзора, способными

в сложных помеховых условиях выполнять задачи по обнаружению и сопровождению баллистических, аэродинамических и гиперзвуковых воздушных целей, в том числе и выполненным по технологиям «СТЕЛС»; увеличение дальности обнаружения СВКН (особенно малозаметных и низколетящих); увеличение точности сопровождения и количества измеряемых параметров СВКН современным РЛВ; повышение помехозащищенности РЛВ; повышение живучести РЛВ; развитие и внедрение систем распознавания СВКН, разработка систем распознавания классов целей и тактических ситуаций; использование РЛС с фазированной антенной решеткой и высокопроизводительных ЭВМ; интеграция РЛС в радиолокационные комплексы, выполняющие функции пунктов обработки радиолокационной информации; использование при создании радиолокационного поля принципа разносенного приема и передачи сигналов; освоение новых частотных диапазонов и алгоритмов локации; комплексирование активных и пассивных каналов обнаружения; оснащение РЛВ аппаратурой позиционирования и космической связи. Третье, развитие оружия специального назначения. Оружие на новых физических принципах (ОНФП) — оружие, в основу создания которого положены физические процессы и явления, не использовавшиеся ранее.

Научно-технический прогресс неизбежно ведет к совершенствованию военной техники Воздушно-космических сил. Эволюционные периоды ее развития связаны с внедрением новых идей и решений, улучшающих отдельные характеристики вооружения. Но приходит момент, когда количественные изменения переходят в качественные. Прорыв в технологиях

приводит к резкому возрастанию эффективности применения авиации или средств ПВО. В этом случае принято говорить о появлении нового поколения средств вооруженной борьбы. [5]

В 2020 году Космические войска ВКС выполнили свыше трех тысяч специальных работ по контролю изменений космической обстановки. Специалисты Главного центра разведки космической обстановки обнаружили и приняли на сопровождение свыше 1200 космических объектов осуществили контроль за выводом на орбиты около 600 космических аппаратов, обеспечили прогнозирование и контроль прекращения баллистического существования свыше 360 космических объектов.

#### Список использованных источников:

1. Deák József – Somogyvári Bence: Краткая история создания Космических войск как отдельного рода войск России - URL: [https://openscilab.org/wp-content/uploads/2021/03/aktualni-pitannja-fiziko-matematichnih-ta-tehnicnih-nauk-teoretichni-ta-prikladni-doslidzhennja\\_2021\\_03\\_24.pdf](https://openscilab.org/wp-content/uploads/2021/03/aktualni-pitannja-fiziko-matematichnih-ta-tehnicnih-nauk-teoretichni-ta-prikladni-doslidzhennja_2021_03_24.pdf)
2. Деак Йожеф: Правоохранительные системы Венгрии и Российской Федерации - URL: [https://openscilab.org/wp-content/uploads/2020/11/suchasni-vikliki-i-aktualni-problemi-nauki-osviti-ta-virobnictva\\_2020\\_11\\_13\\_tezy.pdf](https://openscilab.org/wp-content/uploads/2020/11/suchasni-vikliki-i-aktualni-problemi-nauki-osviti-ta-virobnictva_2020_11_13_tezy.pdf)
3. Кутищев В.: Воздушно-космические силы России, Армейский сборник №3, 2017. p. 32. - URL: <https://function.mil.ru/files/morf/%D0%92%D0%9E%D0%97%D0%94%D0%A3%D0%A8%D0%9D%D0%9E-%D0%9A%D0%9E%D0%A1%D0%9C%D0%98%D0%A7%D0%95%D0%A1%D0%9A%D0%98%D0%95%20%D0%92%D0%9E%D0%99%D0%A1%D0%9A%D0%90%20%D0%A0%D0%9E%D0%A1%D0%A1%D0%98%D0%98.pdf>
4. Бориско С. – Горемыкин С.: Анализ состояния воздушно-космических сил России, перспективы развития. Военная мысль 2019/1. - URL: <https://vm.ric.mil.ru/Stati/item/177258>

5. Криницкий Ю. – Куликов Е.: Военная техника ВКС: принципы поколений  
- URL: [https://www.vesvks.ru/public/wysiwyg/files/6-Krinitzky-Kulikov-40-47\(1\).pdf](https://www.vesvks.ru/public/wysiwyg/files/6-Krinitzky-Kulikov-40-47(1).pdf)
6. Deák József – Somogyvári Bence: Главные этапы технического развития Военно-космических сил России - URL: [https://openscilab.org/wp-content/uploads/2021/03/aktualni-pitannja-fiziko-matematichnih-ta-tehnicnih-nauk-teoretichni-ta-prikladni-doslidzhennja\\_2021\\_03\\_24.pdf](https://openscilab.org/wp-content/uploads/2021/03/aktualni-pitannja-fiziko-matematichnih-ta-tehnicnih-nauk-teoretichni-ta-prikladni-doslidzhennja_2021_03_24.pdf)

## ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

### ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ З РОЗРОБКОЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ КОРПУС КС-4372.104.10.003

**Пастернак Вікторія Валентинівна**

к.т.н, доцент кафедри прикладної механіки та мехатроніки  
факультету транспорту та механічної інженерії  
Луцького національного технічного університету  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2529-7915>

**Господарук Павло Володимирович**

студент групи ІМС – 21(ТМ)  
Луцького національного технічного університету

Розвиток машинобудування визначається як розробкою принципово нових конструкцій машин, так і досконалих технологій їх виготовлення [1]. У деяких випадках саме технологічність конструкції дозволяє підвищити якість та економічність засобів технологічного оснащення, створити максимально ефективний маршрут технологічних процесів, використовувати ефективну систему керування, планувати етапи виробництва, а також поєднувати комплексну автоматизацію виробництва на базі сучасного обладнання [1, 2]. Слід відмітити, що корпус моделі КС-4372.104.10.003 застосовується в якості базової деталі і відноситься до класу корпусних деталей. Різні базуючі поверхні корпусних деталей з точки зору їх функціонального призначення можна віднести до категорії основних або допоміжних баз [2]. У деталь типу корпус КС-4372.104.10.003 входить конструкція шліфувальної головки. Головка

призначена для установки на вертикально-свердлильний верстат і служить для заточування різального інструменту в умовах дрібносерійного та середньо-серійного типу виробництва. Від шпинделя верстата через проміжний вал обертання передаються основні рухи валу, який встановлений в корпусі. На вал напесована шестерня, яка передає рухи крутного моменту валу-шестерні. У свою чергу, вал-шестерня обертається в підшипниках кочення і встановлюється у корпусі. На шліцевій кінцівці валу-шестерні закріплена оправка з встановленим абразивним кругом [2, 3]. Роздавальна коробка призначена для передачі крутного моменту до ведучих мостів і до насосів гідравлічної системи крана. Роздавальна коробка передає крутний момент до ведучих мостів у двох діапазонах швидкостей: підвищує з  $i = 0,9$  (до заднього моста), знижує з  $i = 1,3$  (до заднього і переднього мостів одночасно). Крутний момент, який прямує до валу передається через рухливу зубчасту втулку, яка вводиться в зачеплення з шестернею виделкою пневмоциліндра. При зачепленні крутний момент від валу через карданний вал передається тільки до заднього моста (що підвищує діапазон швидкостей). При зачепленні втулки з зубчастим колесом крутний момент передається від валу до заднього мосту [3]. Виделка пневмоциліндра може одночасно або автоматично із зубчастою втулкою вводиться у зачеплення з валом. Після чого, основні рухи крутного моменту передаються від валу через карданний вал і прямують до переднього моста. Пневмоциліндр корпусу КС-4372.104.10.003 забезпечує перемикання діапазонів швидкостей для пересування крану і відповідає за відключення шестерень приводу ходової частини при включенні кранових операцій. На рис. 1 представлено креслення моделі деталі корпус КС-4372.104.10.003.



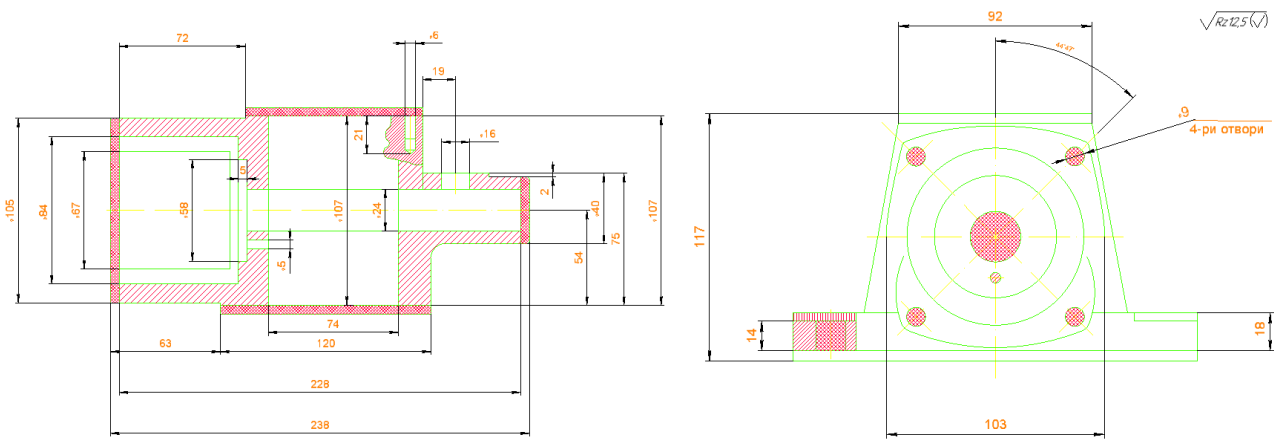


Рис. 1. Креслення моделі деталі корпус КС-4372.104.10.003

Пневмоциліндр складається з наступних основних елементів, таких як: корпус, шток, виделка і поршень. Стисле повітря надходить до пневмоциліндра по електро-магнітних вентилях [4].

Слід відмітити, що корпус моделі КС-4372.104.10.003 виготовляється із сірого чавуну марки СЧ20. Технологічний процес розробляється для умов середньо-серійного типу виробництва. Хімічний склад сірого чавуну марки СЧ20 представлений у таблиці 1.

Таблиця 1. Хімічний склад сірого чавуну марки СЧ20

С, %	Mn, %	Si, %	Fe	S	P
			не більше, %		
3,3÷3,5	0,7÷1,0	1,4÷2,4	93	0,15	0,2

Щільність сірого чавуну марки СЧ20 становить 2850 кг/см<sup>3</sup>. Механічні властивості даного чавуну представлені у таблиці 2.

Таблиця 2. Механічні властивості сірого чавуну  
марки СЧ20 згідно ГОСТ 1412-85

Термо-обробка	Межа міцності, $\sigma_s$ , МПа	Межа текучості, $\sigma_{0,2}$ , МПа	Відносне видовження, $\delta$ , %	Відносне звуження, $\psi$ , %	Ударна в'язкість, $KCU$ , Дж/см <sup>2</sup>	Межа витривалості, $\sigma_{-1}$ , МПа	Твердість, $HB$ , МПа
Нормалізація	450	240	19	30	40	206	124 ...207
Загартування	500	300	22	33	35		

Якісну оцінку технологічності деталі корпусу проводили за допомогою методу лиття в піщано-глиняні форми. Матеріал СЧ20 повністю відповідав умовам експлуатації і усім вимогам згідно ГОСТ 45.43-20.01, що у свою чергу забезпечував міцність, зносостійкість, поверхневі деформації деталі і т.д.

Виявили, що деталь має хороші базові поверхні для першочергових операцій. Вимоги до точності і шорсткості деталі, а також до більшості оброблюваних поверхонь невеликі, що дозволяє використовувати одноразову обробку. Це дозволяє використовувати для механічної обробки стандартні або нескладні пристрої. Контроль шорсткості та параметрів точності здійснювали з використанням простих схем вимірювання та стандартних вимірювальних інструментів.

У цілому по якісній оцінці технологічності деталі можна зробити висновок, що корпус моделі КС-4372.104.10.003, який виготовлений із сірого чавуну марки СЧ20 є повністю технологічною деталлю.

Слід зазначити, що для зменшення тертя деталі, охолодження інструменту, оброблюваної поверхні деталі застосовували змащувально-охолоджувальні рідини (ЗОР). Застосування і використання змащувально-

охолоджуючих рідин є одним з найекономічніших способів для досягнення високої продуктивності такого процесу, як різання і отримання належної якості поверхні. Їх застосування дозволяє зменшити зношування інструменту і дороговартість верстатного обладнання, а також силу тертя інструменту при виготовленні будь-якої заготовки.

При контакті змащувально-охолоджуючих рідин з деталлю, стружкою та інструментом дана суміш розтікається по поверхні, нагрівається і частково випаровується. Охолоджуюча дія при цьому полягає у відведенні тепла за рахунок тепловіддачі і поглинання його рідиною при випаровуванні. На рис. 2 представлена схема базування деталі.

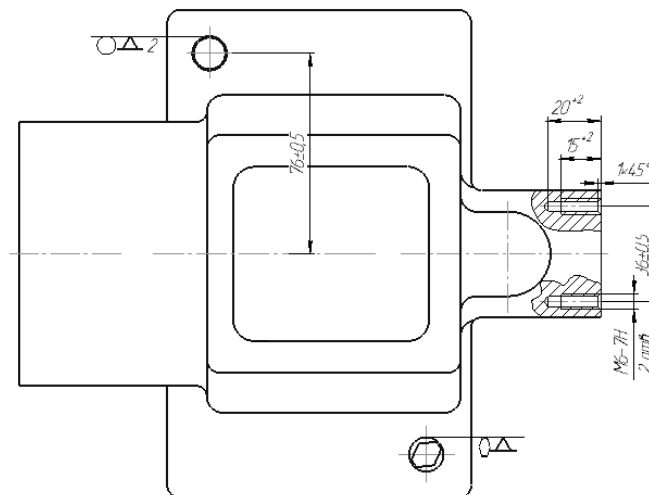


Рис. 2. Схема базування деталі

Слід відмітити, що крім роботи з пристроєм застосовується рідина, яка повинна мати високу змащуючу здатність, добре проникати між поверхнями, які труться. Слід також зазначити, що базування деталі в пристосуванні здійснювалося по площині і двох пальцях (циліндричному і ромбічному). Дана схема базування деталі в основному базується площиною. Три точки несе головна, а дві точки – циліндричний палець, одну точку – ромбічний. Надійне закріплення пристосування на верстаті здійснювали за допомогою отворів, які є в основі корпусу. При цьому деталь позбавляється усіх шести ступенів свободи.

Після здійснення вертикально-фрезерної операції, деталь має вигляд, показаний на рисунку 2.

Отже, можна зробити висновок, що розроблений проект механічної ділянки по виготовленню деталі «Корпус КС-4372.104.10.003» в умовах середньо-серійного типу виробництва, а також з потоковою формою його організації дає можливість знизити собівартість продукції та трудомісткість її виробництва. Що у свою чергу підвищує можливості застосування різноманітних засобів технологічного оснащення та обладнання. А також, використовувати вже відомі методи отримання заготовок з мінімальними припущеннями під механічну обробку.

### Список використаних джерел

1. Боженко П.І. Технологія виробництва заготовок в машинобудуванні / П.І. Боженко. – К.: УМКВО, 1990. – 264 с.
2. Гельфгат Ю.И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения / Ю.И. Гельфгат. – М.: Высшая школа, 1986. – 271 с.
3. Гусев А.А. Технология машиностроение (специальная часть) / А.А. Гусев. – М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.
4. Косилов А.Г. Справочник технолога-машиностроителя / А.Г. Косилов, Р.К. Мещеряков. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.
5. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении / Е.Я. Юдин. – М.: Машиностроение, 1993. – 432 с.

# ІНФОРМАТИКА, ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

## ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ЖЕСТОВ ЧЕЛОВЕКА

**Башаримов Юрий Сергеевич**

студент кафедры информационные технологии факультета  
автоматизированных и информационных систем Гомельского государственного  
технического университета имени П.О. Сухого

### **1 Модель распознавания жестов**

*1.1* В последнее время концепция взаимодействия между людьми и компьютерами вызвала множество научных интересов. Вместо компьютеров, заменяющих людей на рабочем месте, сотрудничество человека и компьютера – это способ сохранить рабочие места, заставляя компьютеры и людей работать вместе. Сотрудничество между людьми и компьютерами может освободить людей от трудных задач, если между людьми и компьютерами будут созданы эффективные каналы связи. Это сотрудничество называется *Human-Computer Interaction (HCI)*. Хотя каналы связи между людьми и компьютерами по-прежнему ограничены, распознавание жестов эффективно используется в качестве интерфейса между людьми и компьютерами в течение длительного времени.

Модель распознавания жестов для взаимодействия человека с компьютером состоит из четырех основных технических компонентов: сенсорные технологии, идентификация жестов, отслеживание жестов и

классификация жестов. Рассмотренные подходы классифицируются по четырем основным техническим компонентам.

**1.2** Жесты – один из способов общения. Мимика, жесты рук и позы тела являются эффективными каналами связи в человеко-человеческом сотрудничестве. Жесты могут быть разделены на три типа [1, с.42]:

- жесты тела: действия или движения всего тела;
- жесты рук и кистей рук: позы рук, жесты рук;
- головные и лицевые жесты: кивания или вращения головы, подмигивая, губы.

Распознавание жестов относится к математической интерпретации движений человека с помощью компьютерного устройства. Чтобы взаимодействовать с людьми, компьютеры должны правильно понимать человеческие жесты и реагировать на жест с достаточной точностью.

В среде *HCI* должен быть доступен естественный способ коммуникации между компьютерами и людьми.

Чтобы распознать жесты в контексте, полезно исследовать общую и упрощенную модель обработки информации. Как показано на рисунке 1, представил обобщенную модель обработки информации, состоящую из четырех этапов.



Рис. 1. Четырехступенчатая модель обработки информации

На основе общей модели, показанной на рисунке 1, предлагается конкретная модель распознавания жестов в *HCI*. Существует пять основных частей, связанных с распознаванием жестов для *HCI* (рисунок 2).

Основные части, связанные с распознаванием жестов для *HCI*:

- сбор данных с датчиков: жестовые данные фиксируются датчиками;

- идентификация жеста: в каждом фрейме жест отображается из необработанных данных;
- отслеживание жеста: локализованный жест отслеживается во время движения. Для статических жестов отслеживание жестов не требуется;
- классификация жестов: отслеживание движения жестов классифицируется в соответствии с заранее определенными типами жестов.
- отображение жеста: результат распознавания жестов преобразуется в управляющие команды.



Рис. 2. Процесс распознавания жестов при взаимодействии человека и компьютера

## 2 Технология распознавания жестов

Перед процессом распознавания жестов рабочие данные должны быть собраны датчиками [2].

Существуют две основные категории сбора данных: основанные на изображениях и не основанные на изображениях (рисунок 3).

**2.1** Технологии часто вдохновляются природой. Человек использует глаза, чтобы распознавать жесты. Поэтому для компьютеров разумно использовать камеры, чтобы «видеть» жесты. Подходы, основанные на работе с изображениями, далее подразделяются на четыре категории.

Маркер. При маркерном подходе датчиком является оптическая камера. В большинстве решений на основе маркеров пользователи должны использовать видимые маркеры. Сегодня мы получаем гораздо более быструю обработку графики по сравнению с тем, что было двадцать лет назад. В результате на рынке доступно множество датчиков распознавания жестов.



Рис. 3. Различные типы датчиков распознавания жестов

Камера. В начале 1990-х исследователи начали анализировать жесты с помощью одиночной камеры. Недостатком подхода с использованием одной камеры является ограниченный угол обзора, что сказывается на надежности системы. Тем не менее, в недавнем исследовании для распознавания жестов с высокой скоростью был принят подход с использованием одной камеры. В системе используется датчик скорости и процессор визуальных вычислений, специально разработанный для высокоскоростного распознавания жестов.

Стереокамера. Чтобы добиться надежного распознавания жестов, исследователи предложили стереоподход к созданию трехмерного зрения. Здесь определяются подходы к стереокамере как приложения, которые используют две оптические камеры для генерации информации о трехмерной глубине. Многие подходы к стереокамерам следовали аналогичному процессу. Хотя системы стереокамер улучшили устойчивость к окружающей среде, они



по-прежнему страдают от таких проблем, как вычислительная сложность и трудности калибровки.

Сенсор глубины. В последние годы стремительно развиваются технологии глубокого зондирования. Определяется датчик глубины как монодатчик глубины. Монодатчики глубины обладают рядом преимуществ перед обычными стереокамерами. Например, можно предотвратить проблемы с настройкой калибровки и условиями освещения. Кроме того, на выходе датчика глубины выводится трехмерная информация о глубине. По сравнению с информацией о цвете, информация о 3D-глубине упрощает задачу распознавания жестов. Существует два типа общих не стерео-датчиков глубины: камера с «временем пролета» (*ToF*) и *Microsoft Kinect* (или аналогичные ИК-датчики).

Основным принципом камер *ToF* является определение времени прохождения света. В различных публикациях были введены примеры распознавания жестов на основе *ToF*-камер. Преимуществом камер *ToF* является более высокая частота кадров. Ограничение камеры *ToF* заключается в том, что разрешение камеры сильно зависит от ее светочувствительности и рефлексии.

*Microsoft Kinect* предоставляет дешевое и простое решение для распознавания жестов.

*Kinect* – инфракрасный датчик глубины. Аналогичными датчиками являются *ASUS Xtion Pro* и *Apple PrimeSense*. *Kinect* имеет ИК-излучатель, ИК-датчик и датчик цвета. Он широко используется в сфере развлечений, образования и исследований с большим сообществом разработчиков. Доступно множество инструментов и проектов с открытым исходным кодом. Некоторые исследователи реализовали системы распознавания жестов на основе *Kinect* на коротких расстояниях. Из-за ограниченного разрешения, в настоящее время *Kinect* может использоваться для распознавания жестов тела и распознавания

жестов рук на небольшом расстоянии. Для распознавания жестов рук и кистей рук на расстоянии более 2 метров лучше использовать другие подходы.

*Kinect 2.0*, по сравнению с первой версией *Kinect*, имеет более широкое поле зрения, больше пикселей в сенсоре и улучшенное разрешение, что позволяет распознавать движение запястья ребенка на расстоянии 3,5 метра.

В новом *Kinect* также добавлены светоинвариантные настройки камеры (которые остаются неизменными при изменении освещения). С этими настройками *Kinect* работает одинаково независимо от освещения в комнате. На практике это означает, что вы можете использовать *Kinect* в темноте или в шумной обстановке. Например, два прожектора, направленные прямо на датчик, никак не повлияют на работу устройства.

Таким образом, при обработке данных из *Kinect* разработчикам не нужно беспокоиться о том, как освещен пользователь, и данные не будут искажены неожиданными изменениями освещения в комнате, например, включением верхнего света.

Количество распознаваемых суставов в человеческом теле также значительно увеличилось, что позволяет более точно отслеживать движения рук пользователей.

Минимальный размер объекта, который мог распознать *Kinect* первого поколения, составлял 7,5 см. Новый же *Kinect* одновременно с увеличением угла обзора на 60% распознает предметы размером от 2,5 см. Число одновременно отслеживаемых человек в комнате также увеличено до шести по сравнению с двумя в предыдущей версии.

**2.2** В распознавании жестов долгое время преобладали сенсоры на основе изображений. Последние разработки в области *MEMS* и сенсорных технологий значительно улучшили технологии распознавания жестов, не основанных на изображениях.

Перчатки. Жестовые интерфейсы на основе перчаток также используются для распознавания жестов. Как правило, процедуры в перчатках требуют

подключения кабелей к акселерометрам и гироскопам. Однако громоздкая перчатка с проводами может вызвать проблемы в *HCI*. Наконечники перчаток также имеют трудности с процедурами калибровки и регулировки.

Браслет (носимая электроника). Другая бесконтактная технология использует датчики наручных браслетов. Датчики устанавливаются на браслет или подобное носимое устройство. Датчики на браслете позволяют использовать беспроводную технологию и датчики электромиограммы, чтобы избежать кабельных соединений. Датчики должны соприкасаться с запястьем; руки и пальцы пользователя могут быть свободны.

Бесконтактные устройства. В третьем типе технологий, не связанных с изображениями, используются датчики, не предназначенные для ношения. Бесконтактные датчики могут обнаруживать жесты без контакта с человеческим телом. *Google* представил *Project Soli*, систему радиолокационного контроля и распознавания жестов на радиочастотном спектре (радар). Устройство способно распознавать разные жесты рук на небольшом расстоянии. В течение многих лет *MIT* является ведущим новатором в области распознавания жестов. Технология электрического поля была впервые разработана в *MIT*. *Adib* из *MIT* представил систему *WiTrack* и *RF-Capture*, которая отслеживает движение пользователя по радиочастотным сигналам, отраженным от человеческого тела. Система способна захватывать человеческие жесты даже из другой комнаты через стену с точностью до 20 см. Таким образом, технологии, не пригодные для ношения, являются перспективными и быстрорастущими сенсорными технологиями для распознавания жестов.

### **3 Подход к непрерывному распознаванию**

Существует три общих подхода к непрерывному распознаванию жестов.

Первый подход состоит в том, чтобы заниматься сегментацией и классификацией жестов или действий отдельно и последовательно. Основные преимущества этого подхода заключаются в том, что для сегментации и

классификации можно использовать различные признаки, а также использовать существующие методы классификации. Недостатки заключаются в том, что и сегментация, и классификация могут быть узким местом систем, и они будут не оптимизированы. Этот подход основывается на надежной классификации с использованием *ConvNets*, нечувствительных к неточной сегментации жестов.

Второй подход заключается в применении классификации к скользящему временному окну и агрегировании классификации на основе окна для достижения окончательной сегментации и классификации. Одной из ключевых проблем в этом подходе является сложность установки размера скользящего окна, поскольку длительность различных жестов или действий может значительно варьироваться. Популярный и широко используемый метод использует динамическое искажение времени (*DTW*) для определения границ отдельных жестов. Разностные изображения сначала получают путем вычитания двух последовательных изображений серой шкалы, и каждое разностное изображение разбивается на сетку размером  $3 \times 3$  ячейки. Каждая ячейка затем представляется средним значением пикселей в этой ячейке. Матрица ячеек в разностном изображении сглаживается как вектор, называемый функцией движения, и вычисляется для каждого кадра в видео, исключая конечный кадр. Это приводит к матрице признаков движения  $9 \times (K - 1)$  для видео с  $K$  кадрами. Матрица признаков движения извлекается как из тестового видео, так и из обучающего видео, состоящего из нескольких жестов. Эти две матрицы рассматриваются как две временные последовательности, причем каждый признак движения является вектором признаков в данный момент времени. Расстояние между двумя векторами признаков определяется как отрицательное евклидово расстояние, и матрица, содержащая *DTW*-расстояния (измеряющие сходство между двумя временными последовательностями) между этими двумя последовательностями, затем вычисляется и анализируется алгоритмом для сегментации жестов.

Третий подход заключается в одновременном выполнении сегментации и классификации.

Это называется моделью *ConvNet RNN*, специально разработанной для задач прогнозирования последовательности с пространственными входными данными, такими как изображения или видео. Эта архитектура включает в себя использование слоев *ConvNet* для извлечения признаков на входных данных в сочетании с *RNN* для выполнения предсказания последовательности векторов признаков. На рисунке 4 представлена общая архитектура модели *ConvNet RNN*.

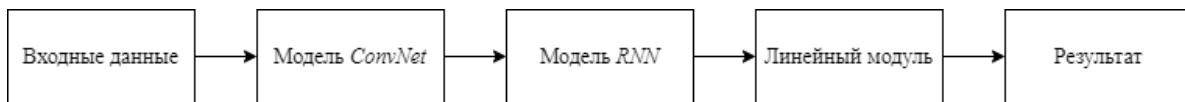


Рис. 4. Общая архитектура модели *ConvNet RNN*

*ConvNet RNN* – находятся на границе компьютерного зрения и обработки естественного языка. Эти модели обладают огромным потенциалом и все чаще используются для решения многих сложных задач, таких как преобразование видео.

Например, можно использовать модель *ConvNet ResNet* для сегментации жеста на изображении, а *RNN LSTM* для классификации.

#### 4 Распознавание жестов на основе датчика глубины

По сравнению с обычными цветными изображениями изображения карты глубины дают несколько преимуществ. Например, изображения карты глубины отражают чистую геометрию и сигналы формы, которые часто могут быть более различительными, чем цвет и текстура, во многих задачах, включая сегментацию, обнаружение объектов и распознавание жестов. Кроме того, изображения глубины нечувствительны к изменениям условий освещения.

Разработано множество методов распознавания действий на основе изображений глубины.

Например, выборка точек из карты глубины для получения пакета 3D-точек для кодирования пространственной информации и использование расширяемой графической модели для кодирования временной информации

Так же была предложена функция, называемая гистограммой ориентированных  $4D$  нормалей ( $HON4D$ ); нормаль поверхности расширяется до  $4D$  пространства и квантуется регулярными полихоронами (полихорон – правильный четырёхмерный многогранник рисунок 5). Следуя этому методу, кластеризуют гиперповерхностные нормали и формируют полинормали, которые могут быть использованы для совместного захвата локальной информации о движении и геометрии.

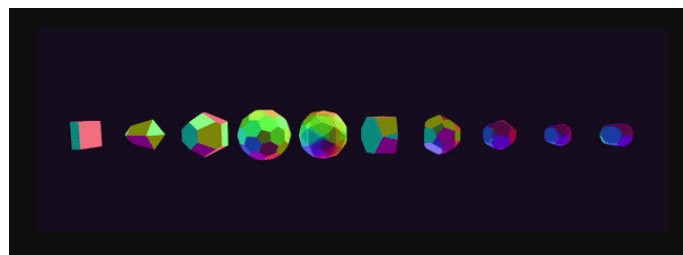


Рис. 5. Полихорон

Супернормальный вектор ( $SNI$ ) генерируется путем агрегирования низкоуровневых полинормалей.

Была предложена функция быстрой бинарной выборки диапазона, основанная на тестовой статистике путем тщательного проектирования схемы выборки, чтобы исключить большинство пикселей, попадающих в фоновый режим, и включить пространственно-временные сигналы.

Или же используются видео, нарезанные на изображения (пример изображения продемонстрирован на рисунке 6).



Рис. 6. Пример изображения

Например, используя последний метод, нарезанные на изображения кодировать псевдоцветом (*pseudocoloring*) при помощи эквивалентной цветовой карты *JET* (рисунок 7) [4]. Основная цель псевдоцветового кодирования состоит в том, чтобы улучшить изображение глубины для распознавания движения.



Рис. 7. Цветовой карта JET

Пример раскрашенного изображения продемонстрирован на рисунке 8.



Рис. 8. Цветовой карта JET

Или же сочетание различий между проецируемыми изображениями глубины в виде карты движения глубины (*DMM*), а затем использование гистограммы направленных градиентов (*HOG*) для извлечения соответствующих объектов из *DMM*. Этот метод преобразует проблему

распознавания действий из пространственно-временного пространства в пространственное.

Часто, захваченные изображения глубины часто загрязнены неопределенными точками глубины, которые появляются в последовательности как пространственно и временно прерывающиеся черные области.

Для задачи сегментации и классификации жеста на изображении как раз можно использовать комбинацию с псевдоцветовым кодированием. Поскольку при использовании модели *ConvNet ResNet* позволит нивелировать все недостатки псевдоцветового метода.

#### Список использованных источников

1. Семенов, Ю. А. Алгоритмы телекоммуникационных сетей. Часть 2. Протоколы и алгоритмы маршрутизации в Интернет. / Ю. А. Семенов – М. : Национальный Открытый Университет «Институт», 2016. – 1004 с.
2. Распознавание жестов для взаимодействия с ИИ: от теории к последним достижениям. – Электрон. данные. – Режим доступа: <https://integral-russia.ru/2020/07/30/raspoznvanie-zhestov-dlya-vzaimodejstviya-s-ii-ot-teorii-k-poslednim-dostizheniyam/>. – Дата доступа: 20.04.2021.
3. *Large-scale Continuous Gesture Recognition Using Convolutional Neural Networks*. – Электрон. данные. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1608.06338.pdf>. – Дата доступа: 20.04.2021.
4. Бovyрин А.В., Разработка мультимедийных приложений с использованием библиотек *OpenCV* и *IPP* / П.Н. Дружков, – ИНТУИТ, 2016. – 168 с.



## ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ NFV/SDN ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕРЕЖІ ОПЕРАТОРА ЗВ'ЯЗКУ

**Бубенцова Людмила Валентинівна**

к.т.н., ст. викл Державного університету інтелектуальних технологій і зв'язку

**Костянчук Владислав Юрійович**

Студент Державного університету інтелектуальних технологій і зв'язку

***Анотація.** В роботі проаналізовані можливості технологічного підходу з використанням рішення NFV/SDN для підвищення ефективності мережі оператора зв'язку. Визначені основні проблеми впровадження цих технологій на мережах операторів і сервіс-провайдерів.*

Технологічний підхід NFV/SDN використовує хмарні та Інтернет-технології для реконструкції мереж операторів зв'язку. SDN дозволяє конфігурувати площину передачі даних програмним шляхом. SDN (від англ. Software-defined Networking) – це архітектурний «каркас» для створення «мереж всередині мережі» із заздалегідь визначеними параметрами і конфігурацією [1-3]. Таким чином, мережа стає «програмованою», створюваною з наявних ресурсів під конкретні програми і більш відкритою. SDN дозволяє автоматичне конфігурування мереж під певні програми, або набір застосунків («бізнес»). SDN дає можливість застосункам запитувати мережеві послуги та маніпулювати ними, а з іншого боку, дає можливість надавати програмам топологію і стан мережі. Основна властивість архітектури SDN – відділення (абстрагування) площині пересилання пакетів (data plane) від площини управління (control plane) за допомогою стандартних протоколів між ними.

NFV (від англ. Network Functions Virtualization) – це спосіб віртуалізації функцій елементів мережі оператора зв'язку [4]. NFV дозволяє задавати ролі віртуальних мережевих пристроїв програмним шляхом, замість того, щоб використовувати спеціалізоване обладнання. В майбутньому, всі мережеві елементи можуть розгортатися в спільно використовуваній хмарній архітектурі дата-центрів. Мережеві сценарії можуть в ній зберігатися і розвиватися відповідно до вимог застосунків верхнього рівня. Це дає можливість швидко впроваджувати і розгортати нові телекомунікаційні додатки і бізнеси.

В роботі на основі результатів дослідження концепцій трансформації NFV операторів-лідерів в проектах SDN/NFV, таких як AT&T, Telefonica, Vodafone, Deutsche Telekom, VDF Open Stack виділені основні принципи трансформації:

– Перетворення бізнес моделі: від бізнесу, який визначається оператором («Carrier-defined Business») до бізнесу, який визначається користувачем («User-defined Business»).

– Мережа: Від мережевих вузлів до дата-центрів. Використання SDN для трансформації базової IP-мережі.

– Постачальники: співпраця зі стартапами, які будуть адаптувати свої програми для рішень оператора.

– Партнери: співробітництво з розробниками програмного забезпечення для різних бізнес-сценаріїв.

Розвиток хмарних технологій і технологій віртуалізації спричинив появу нової моделі – «мережа як послуга» NaaS (англ. Network as a Service). NaaS – це модель надання мережевих послуг на основі передплати. Основні сервісні моделі NaaS: смуга пропускання на вимогу (Bandwidth-on-Demand), віртуальна приватна мережа VPN і віртуалізація (слайсінг) в мобільних мережах зв'язку. При NaaS ресурси операторів інфокомунікаційних послуг – застосунків, віртуальних машин, систем зберігання та каналів зв'язку – використовуються в хмарному середовищі відповідно до поточних потреб підприємств. Крім того,

всі мережеві та обчислювальні ресурси надаються з гарантованою якістю, рівень якої також відповідає запитам підприємств – споживачів послуг NaaS.

Перспективи технології «мережа як послуга» пов'язуються, насамперед, з розвитком програмно-конфігурованих мереж SDN і засобів віртуалізації телекомунікаційних ресурсів NFV. І звичайно ж, винос мережевої інфраструктури в хмару буде залежати від розвитку архітектури дата-центрів – процесорних ресурсів і систем зберігання даних.

В роботі розглянуті переваги і вигоди від застосування рішення NFV/SDN для операторів. Визначені основні проблеми впровадження цих технологій на мережах операторів і сервіс-провайдерів.

### **Висновки**

Віртуалізація мережевих функцій NFV, пов'язана з концепцією програмно-конфігурованих мереж, сприяє підвищенню ефективності мережі оператора зв'язку. Дане рішення передбачає процеси віртуалізації ресурсів дата-центрів, централізацію управління ресурсами, що забезпечує можливість більш ефективного використання ресурсів телекомунікаційної мережі, зниження операційних витрат, більш швидкого розгортання нових послуг.

Міграція традиційної мережевої інфраструктури до архітектури NFV/SDN є складним і багатоступінчастим завданням. Основною проблемою при вирішенні цього завдання є великий обсяг інвестицій в інфраструктуру дата-центрів. Разом з тим, на даний момент в структурі практично будь-якого оператора зв'язку департамент інформаційних технологій (ІТ) та технічний департамент мережі зв'язку оператора організаційно розділені. NFV і SDN відносяться саме до сфери ІТ. Тому, потрібно не тільки трансформація базової мережі оператора, а й його організаційної структури. Створення єдиної інфраструктури призведе як до зниження накладних витрат, так і до підвищення ефективності бізнесу.

### Список використаних джерел

1. Architecture SDN // Open Networking Foundation. – 2014.– [Електронний ресурс]. Режим доступу :<https://www.opennetworking.org/>.
2. Software-Defined Networking: The New Norm for Networks // Open Networking Foundation. – 2012. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/whitepapers/wp-sdn-newnorm.pdf>.
3. OpenFlow Switch Specification, Version 1.3.0 (Wire Protocol 0x04) // Open Networking Foundation. – 2012. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/onfspecifications/openflow/openflow-spec-v1.3.0.pdf>.
4. Network Functions Virtualization . – 2018. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.etsi.org/images/files/ETSITechnologyLeaflets/NetworkFunctionsVirtualization.pdf>

УДК 621.395

## **АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВПРОВАДЖЕННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СОЦІАЛЬНІ СФЕРИ І НАРОДНЕ ГОСПОДАРСТВО**

**Коваленко Є.Е.**

evgenkovalenko1997@gmail.com

Студента 6-го курсу ННІ ІКПІ

**Нікітюк Л.А.**

nikityuk@onat.edu.ua

Науковий керівник - к.т.н., проф.

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Анотація. В роботі досліджуються можливості використання хмарних технологій у різних сферах, а також аналізується рівень технологічних розробок, що пропонуються провідними компаніями розробниками різних країн.

Тема хмарних технологій на сьогоднішній день актуальна для ІТ - сфери як рішення для зберігання великих обсягів інформації та роботі з нею та віртуалізації

Метою даної роботи є дослідження сучасного рівня розвитку хмарних технологій у світі та аналіз сфер їхнього використання

Поставлена мета у роботі досягається вирішенням наступних науково-дослідних завдань:

1. Дослідження сфер використання хмарних технологій
2. Порівняльний аналіз хмарних технологій різних компаній виробників
3. Аналіз рівня використання хмарних технологій у різних країнах світу

Хмарні технології мають широке застосування в освіті економіці та науковій діяльності.

Хмарні технології використовуються в освіті як засіб для організації сумісних проєктів учнів, для організації тестування та для поширення навчальної та організаційної інформації.

Використання хмарних технологій саме по собі це надання студентам важливих в сучасному світі навичок користування ними.

Найбільший вплив на освіту має сервіс Google Classroom

Дослідження “How Does Anxiety Affect Kids in School?

What it looks like, and why it's often mistaken for something else by Rachel Ehmke” виявило що велику роль в підвищенні тривожності дітей в школі грає розлука з батьками, соціальна тривожність та деякі специфічні фобії. Дистанційне навчання не тільки не провокує їх, але і допомагає боротися з ними створюючи безпечну середу для соціалізації.

Дослідження “EFFECT OF BLENDED LEARNING USING GOOGLE CLASSROOM ON WRITING ABILITY OF EFL STUDENTSACROSS AUTONOMY LEVELS by Wahyu Diny Sujannah, Bambang Yudi Cahyono and Utari Praba Astuti” виявило, що інтеграція Інтернету в навчальний процес покращує письмові здібності учнів за рахунок комбінації онлайн освіти та контакту з вчителем.

Хмарні технології знаходять своє застосування у науковій діяльності як відкриті журнальні системи, науково-метричні системи, бази даних та електронні бібліотеки.

Хмарні технології дозволяють створювати потужні обчислювальні системи добре пристосовані для обробки великого потоку даних та створення масштабних симуляцій витіснивши суперкомп'ютери з більшості галузей завдяки своїй відносній дешевизні та легкості в обслуговуванні.

Також вони роблять доступ до спеціалізованих розрахунків легким для рядового користувача.

Generative Adversarial Neural Network добре показала себе як засіб для розрахунку навантаження та напруження матеріалів на основі фотографій. Це рішення прискорює розробку прототипів та інспекції будівель та конструкцій.

Оскільки це рішення виключає “людський фактор” воно зменшить ризик обвалу будівель та відкриє мешканцям можливість перевірити безпечність їх житла.

Deep convolutional neural network (DCNN) - використовується для знаходження меланоми за допомогою широкоформатної фотографії яку можуть зробити більшість смартфонів та персональних камер.

Це рішення знімає частку роботи з лікарів онкологів оскільки огляд пацієнтів займає час та потребує присутності пацієнта. Це сильно допоможе віддаленим регіонам та країнам що розвиваються де лікарів не вистачає або до них складно дістатись.

Хмарні технології в підприємстві використовуються для оптимізації документообміну між співробітниками. Ці системи також надають можливість стежити за історією зміни файлів що дозволяє ефективно організувати роботу над груповими проектами та слідкувати за швидкістю та якістю роботи працівників.

Також як і в науковій діяльності хмарні технології використовуються для обчислення великої кількості даних як для надання вебпослуг (наприклад стрімінгові сервіси та інтернет-магазини) так і для створення симуляцій для прогнозування ринку.

Обсяг використання марних технологій росте по всьому світу та пандемія COVID-19 сильно його прискорила через те що це був оптимальний засіб організації дистанційної роботи.

Бізнеси почали вкладати в хмарні технології на 37 відсотків.

П'ятдесят відсотків роботодавців заявили що збираються використовувати хмарні технології сильніше ніж планували.

Інше дослідження показало, що близько 87% роботодавців-респондентів мають намір прискорити свою міграцію до хмари через COVID-19. (LogicMonitor, 2020)

США як країна в якій розташовані три лідери в цій галузі: Amazon, Microsoft й Google, є безумовним лідером з розвитку хмарних технологій.

Ці компанії мають найбільш популярні вебсервіси такі як пошуковий сервіс Google, веб платформи для обробки текстових документів таблиць і форм (Google docs - належить Google та Microsoft Office Online належить Microsoft).

Країни Європи в тому числі Україна теж переходять на хмарні технології переважно користуючись рішеннями Amazon, Microsoft або Google. Деякі компанії надають спеціалізовані рішення для бізнесу.

Великі компанії часто переносять цілі відділи у розвинуті країни Азії такі як Китай та Корея за допомогою аутсорсу через низьку заробітну плату та високу ефективність.

**Висновки.** Хмарні технології являються важливим інструментом для розвитку ІТ-технологій та полегшення доступу до обчислювальних потужностей та спеціалізованих інструментів, що сприяє розвитку малого та середнього бізнесу та підвищує якість життя.

#### Перелік посилань

1. <https://www.crn.ru/numbers/reg-numbers/detail.php?ID=86054>
2. <https://financesonline.com/cloud-computing-statistics/>
3. <https://itglobal.com/ru-ru/company/blog/cloud-services-for-business/>
4. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1253138.pdf>
5. [https://www.researchgate.net/publication/5795358\\_The\\_role\\_of\\_anxiety\\_symptoms\\_in\\_school\\_performance\\_in\\_a\\_community\\_sample\\_of\\_children\\_and\\_adolescents](https://www.researchgate.net/publication/5795358_The_role_of_anxiety_symptoms_in_school_performance_in_a_community_sample_of_children_and_adolescents)



6. <https://childmind.org/article/classroom-anxiety-in-children/>
7. <https://news.mit.edu/2021/ai-materials-stress-strain-0422>
8. <https://news.mit.edu/2021/artificial-intelligence-tool-can-help-detect-melanoma-0402>
9. <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/305950/>

## АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИГРОВЫХ СИСТЕМ

**Малиновский Иван Леонидович**

студент Гомельского государственного технического университета  
имени П.О. Сухого

В последние годы количество приверженцев использования игр в образовании растет. В открытых источниках можно встретить довольно много исследований, авторы которых пытаются проанализировать влияние игр на процесс обучения, а ряд из них – доказать пользу внедрения тех или иных игровых механик или готовых продуктов.

Игровые программные продукты, по мнению директора Массачусетского технологического института Эрика Клопфера, являются одновременно хорошим и плохим форматом ведения образовательного процесса. Клопфер считает, что успешность интеграции видеоигр в процесс обучения заключается не только в правильных игровых решениях, но и в том, как игру внедряют в сам образовательный процесс и какие метрики используются для оценки прогресса [1]. Также Клопфер замечает, что видеоигры – это далеко не главный фактор в обучении. Некоторые темы уживаются с видеоиграми, а попытки геймификации некоторых других образовательных тематик не дают результатов.

Исследования же Ребекки Валентайн показывают, что рынок образовательных видеоигр достигнет \$17 миллиардов к 2023 году. В исследовании представлен обзор отраслевого сегмента на ближайшие пять лет, в котором рассматриваются игры и разработчики, ориентированные на обучение на основе игр в 122 странах [2]. Также важен тот фактор, что объем

частных инвестиций в сферу образовательных игр составил более \$1,7 миллиарда за последние годы.

Таким образом, образовательные игровые приложения являются перспективным направлением в сфере информационных технологий. Однако, при разработке такого типа приложений, стоит учитывать ряд факторов:

– заинтересованность учеников в использовании такого рода приложений;

– игровые образовательные приложения должны нести в себе прикладной характер: не просто передачу полезных знаний, а также механизмы их закрепления;

– невозможность интеграции игровой системы с некоторыми образовательными темами;

– простота игр данного типа, так как на первом месте стоит образовательный процесс, а только потом сложность и масштаб приложения.

Из всего вышеперечисленного следует, что видеоигры давно перестали быть развлекательными приложениями и с каждым годом приобретают более прикладной характер, что способствует не только расширению рынка информационных технологий, а также улучшению качества образования.

### Список использованных источников

1. Создатель обучающих игр из MIT – об основах гейм-дизайна [Электронный ресурс] // Теории и практики, 2009 – 2021. URL: <https://theoryandpractice.ru/posts/17006-ne-legkomyslennoe-vesele-a-vyzov-sozdatel-obuchayushchikh-igr-iz-mit--ob-osnovakh-obrazovatel'nogo-geym-dizayna> (дата обращения: 15.05.2021).
2. Rebekah Valentine. Game-based learning market will reach \$17 billion by 2023. 2018.

## О РАСШИРЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ШИНЫ VME64X ДЛЯ СИСТЕМ НА МОДУЛЯХ РАЗМЕРОМ 3U

**Манцевич Андрей Валерьевич**

ассистент кафедры программного обеспечения информационных технологий  
Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники

**Мельникова Елена Владимировна**

ассистент кафедры программного обеспечения информационных технологий  
Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники

Шина VME64x, согласно стандарта ANSI/VITA 1.1-1997, разработана давно и до настоящего времени находит широкое применение в различных информационно-управляющих системах (далее - ИУС) из-за своей надёжности, достаточной простоты и высокой универсальности.

Наиболее широкое применение находит шина VME64x для систем на модулях размером 6U (233x160 мм). По информации [www.vita.com](http://www.vita.com) такие фирмы, как ELMA, Schroff, Hartman и ряд других выпускают кросс-платы (backplane) для установки в них различного количества (от 2 до 21) модулей размером 6U. На кросс-платах 6U устанавливаются два 160-контактных разъёма P1 и P2, функциональное назначение контактов которых определяется требованиями стандарта VME64x ANSI/VITA 1.1-1997. По центру кросс-платы устанавливается (при необходимости) пользовательский 95 или 133 контактный разъём P0. На P1 все контакты используются шиной VME64x. На разъёме P2 только 50 контактов отведены под шину VME64x. Остальные 110 контактов этого разъёма могут использоваться как пользовательские (User Defined) для организации ввода-вывода.

В некоторых приложениях разработчики систем сталкиваются с необходимостью применения кросс-плат для систем на модулях размером 3U (100x160 мм). Здесь возникает следующие варианты. Или использовать кросс-платы с шиной VME, согласно стандарта ANSI/VITA 1.0-1994, но тогда организовать дополнительный ввод-вывод через 96 контактный разъём не представляется возможным. Все дополнительные интерфейсы необходимо организовать через тыльный (Rear I/O) модуль ввода-вывода. Можно использовать кросс-платы с шиной VME64 под 160 контактный разъём, согласно стандарта ANSI/VITA 1.0-1994. Но, серийно они не выпускаются. Серийно выпускаются кросс-платы под 160 контактный разъём с шиной VME64x, согласно стандарта ANSI/VITA 1.1-1997.

## МЕТАЛУРГІЯ

### РОЗРОБКА СХЕМИ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ДАНИХ МАГНІТНОГО МОНІТОРИНГУ

**Русакова Н.Є.,**

к.т.н, доцент кафедри Програмної інженерії,

Харківський національний університет радіоелектроніки

На сьогодні актуальними методами діагностики пошкоджень металу різного плану металоконструкції є методи магнітної структуроскопії, що засновані на вимірюванні найбільш інформаційної магнітної характеристики металу – значень коерцетивної сили [1]. Даний метод діагностики можна застосовувати для тих видів обладнання, які є дорогими для виготовлення та потребують ретельного контролю над їх строками експлуатації, своєчасним визначенням дефектів та ступеня зносу. До цих металоконструкції відносяться кисневі балони, доменні печі, корпуса суден, валки прокатного стану, а також зварні шви з різного типу феромагнітних сталей [2].

В роботі запропоновано використання реляційної бази даних для побудови інформаційної системи по збору та аналізу вимірювань значень коерцетивної сили. Така система дасть можливість власникам магнітних структуроскопів однієї марки об'єднати всі данні по вимірюванням в одну велику систему, яка допоможе виробникам металоконструкції вносити свої виміри, підводити статистику, робити діагностику обладнання з початку строку його експлуатації, знаходити відповіді на виникаючі питання. Інформаційна система передбачає описаних нижче користувачів та функціональність системи. Співробітник фірми-виробника має доступ адміністратора до інформаційної системи та виконує наступні функції:

- оновлює інформацію про прилад;
- підтверджує нових користувачів системи, оскільки їх список буде обмеженим;
- вносить до бази даних інформацію про публікації, що пов'язані з магнітним моніторингом;
- відповідає на питання користувачів на сторінці форуму.

Працівник підприємства має функції користувача та має можливість:

- вносити дані про обладнання та дані вимірювань;
- робити аналіз вимірювань із побудовою гістограм та магнітограм;
- в залежності від типу обладнання визначати найбільш актуальні для цього типу аномалії та слідкувати за станом самої металоконструкції;
- вносити дані про можливі зміни самого обладнання в процесі використання.

Узагальнена діаграма варіантів використання системи наведена на рис. 1.

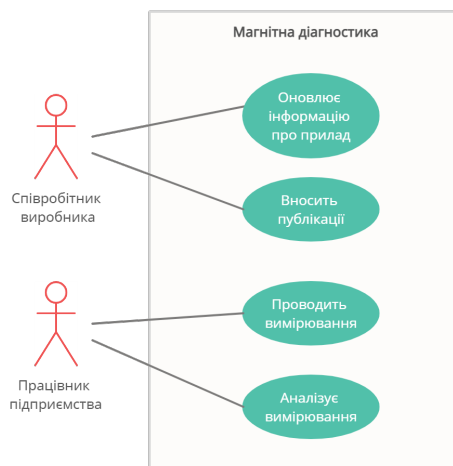


Рис. 1 – Загальна діаграма варіантів використання системи

Далі розглянемо побудову діаграми «сутність-зв'язок» у нотації Баркера. Для цього визначимо основні сутності такі як: «Співробітник», «Об'єкт», «Характеристика», «Вимірювання», «Вимірювання еталонні», «Фіксація змін», «Стаття», «Автор», «Підприємство».

Між цими сутностями промодельовані наступні зв'язки: «Об'єкт» – «Характеристика» мають зв'язок багато-до-багатьох за допомогою таблиці «Об'єкт – Характеристика», сутності «Об'єкт» – «Вимірювання» та «Об'єкт» – «Вимірювання еталонні» мають зв'язки один-до-багатьох, «Об'єкт» – «Фіксація змін» мають зв'язок один-до-багатьох, «Стаття» – «Автор» мають зв'язок багато-до-багатьох, який промодельований за допомогою таблиці «Співавторство», «Співробітник» – «Вимірювання» та «Співробітник» – «Вимірювання еталонні» мають зв'язки один-до-багатьох, «Підприємство» – «Співробітник» мають зв'язок один-до-багатьох, «Співробітник» – «Співавторство» мають зв'язок один-до-багатьох.

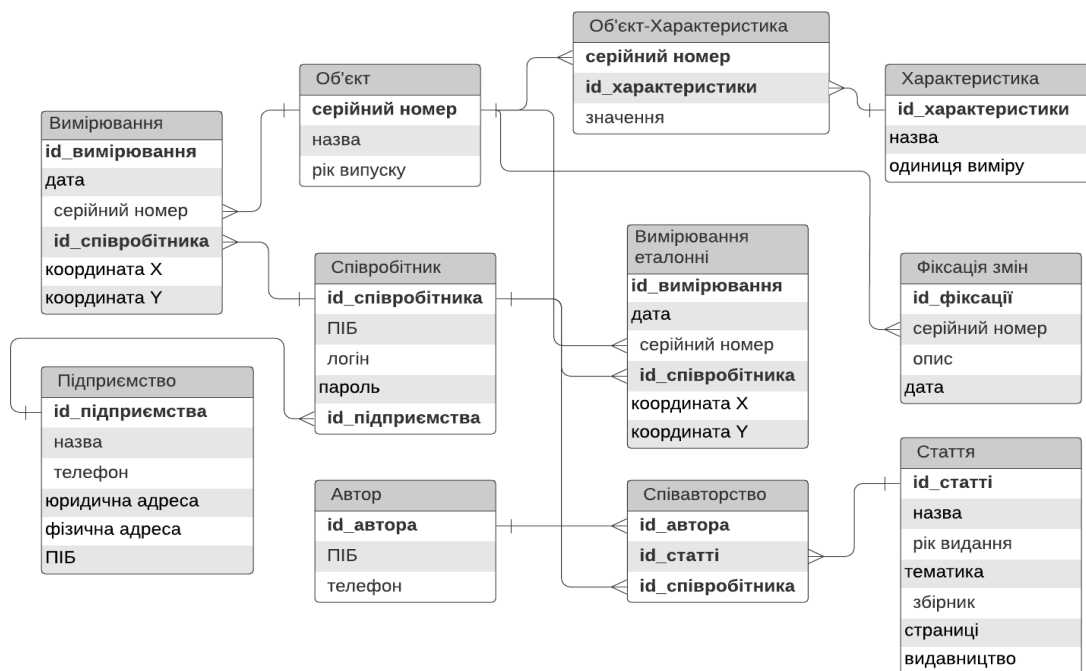


Рис. 2 – Діаграма «сутність-зв'язок» у нотації Баркера

У результаті інфологічного моделювання побудовано модель «сутність-зв'язок» яка наглядно демонструє відносини між сутностями. Для завершення роботи над інформаційною системою потрібно детальніше розібратися із задачами, які можна автоматизувати під час аналізу даних магнітного



моніторингу. Однією найбільш глобальною з таких задач є задача визначення аномалій металургійного обладнання, а саме валків прокатного стану.

### Список літератури:

1. Гопкало О.П., Безлюдько Г.Я., Котляренко А.А., Кураш Ю.П., Соломаха Р.М. Діагностування пошкодженості феромагнітних сталей при механічному навантаженні по результатам вимірювання коерцетивної сили. *Техн. діагностика та неруйнівний контроль*. 2020. №2. С. 13-20.
2. Русакова Н.Є. Використання реляційної бази даних у розробці інформаційної системи для зберігання та аналізу даних магнітного моніторингу металоконструкцій. *Молоді вчені 2021 - від теорії до практики*: тези доп. XII всеукр. конф. мол. вч. Дніпро, 2021р. С. 100-101.

## РАДІОТЕХНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ

UDC 621.397

### BUILDING A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF EFFICIENCY FOR «SMART HOME» SYSTEMS

**Batsula Yevhen**

State University of IT and Telecommunications, Odessa, Ukraine

jbat98@gmail.com

Supervisor – PhD, Ass.Prof. **Nikityuk L. A.**

***Annotation.** Comprehensive assessment allows us to estimate the complex system by not one but by several parameters. This methodology will help in developing and constructing «Smart home» systems according to its expediency by many parameters that can be taken for different criterias according to specified target, user's needs, object of application etc.*

Comprehensive assessment will give us the opportunity to estimate the “Smart Home” system by several parameters. A parameter is a generalized indicator that characterizes the system in a certain aspect of consideration: economic, technological, resource, etc. (e.g. cost, performance, reliability, etc.).

**Objective** of current work is to develop the methodology for constructing a comprehensive assessment of efficiency to calculate the feasibility of building and further modernization when building systems based on a smart home for both commercial premises of enterprises such as hotels, restaurants, warehouses, factories, shops, etc., and for individuals when designing systems for private houses and apartments.

**1. Defining parameters.** Define the main parameters which will take place in comprehensive assessment.

With the help of comprehensive assessment, we can:

- justification of the feasibility of creating a new object (system);
- determination of the optimal version of the new system from among the possible design solutions;
- selection of the best system available on the market;
- assessment of the level of development (rating) of the system in relation to domestic and foreign counterparts

**Costs** - will allow us to the picture of the future of expediency for the smart home systems.

**Fault tolerance** - identify the ability of the system's elements to work in critical situations and independent from other elements.

**Flexibility** - parameter that identify the ability of the changes and future improvements.

**Security** - system resistance to hacking.

It should be noted that criterion parameters may not have quantitative values at all, but rather assessments of the quality level, for example, "very high", "High", "acceptable", "unsatisfactory", etc.

Parameters	Current	Modernization
<b>Cost</b>	60 000 UAH (High)	30 000 UAH (acceptable)
<b>Fault-tolerance</b>	High	Very high
<b>Flexibility</b>	Very high	Acceptable
<b>Security</b>	Acceptable	Very High

## 2. Solution.

Firstly for better understanding and future comfort in compression, will designate the parameters

- Costs -  $C$ ;
- Fault-tolerance -  $F$ ;
- Flexibility - (ability to add new elements)  $X$ ;
- Security - (resistance to hacking)  $S$ ;

Our next step is to assign to our parameters that do not have a quantitative expression, we assign points (based on the method of expert assessments):

- “Very High” - 3 points;
- “High” - 2 points;
- “Acceptable” - 1 point.

The next step in our work is to choose the parameters for a conventionally ideal system:

- $C_0 = 50\,000$  UAH (minimum desired costs);
- $F_0 = 3$  points (ability of system to work independent in emergency situations should be very high);
- $X_0 = 2$  points (system should allow users to modify system in the future with the additional elements or improve it with the new blocks);
- $S_0 = 3$  points (resistance to hacking should be always the maximum).

## 3. Objective function construction

Parameters, like task variables, usually have constraints that indicate their valid values. However, the search for the best version of the system among all those that satisfy the constraints on the criterion parameters requires the creation of a single criterion, i.e. constructing an objective function, the extremum of which will allow, from a mathematical point of view, to assess the degree of compliance of the sought system with the goal set by the system engineer.

Will form the objective function. We select the parameters to which the objective function is sensitive - these are:

- C (“Costs”);
- F (“Fault-tolerance”);
- X (“Flexibility”);
- S (“Security”).

In accordance with the conditions of the problem, it is necessary to enhance the influence of the “Security” parameter on the objective function. This can be achieved by introducing the coefficients  $\beta_i$ :  $\beta_1 = 0,02$ ;  $\beta_2 = 0,04$ ;  $\beta_3 = 0,04$ ;  $\beta_4 = 0,9$ .

We choose max as the criterion of the objective function, since three parameters out of 4 require maximization, and only costs should be minimized. Therefore, the corresponding fraction can be flipped:

$$\gamma = \beta_1 \frac{C_0}{C} + \beta_2 \frac{F}{F_0} + \beta_3 \frac{X}{X_0} + \beta_4 \frac{S}{S_0} \rightarrow \max$$

Calculate the values of the objective function sequentially for two systems - current and for the case of modernization of the existing:

$$Y_{\text{current}} = 0,02 \frac{30000}{60000} + 0,04 \frac{2}{2} + 0,04 \frac{3}{3} + 0,9 \frac{1}{1} \rightarrow 0,99$$

$$Y_{\text{modernisation}} = 0,02 \frac{30000}{30000} + 0,04 \frac{1}{1} + 0,04 \frac{3}{3} + 0,9 \frac{3}{3} \rightarrow 1$$

As we can see, the maximum value of the objective function was obtained for the smart home systems and, therefore, their creation is expedient.

**Conclusion.** Using this methodology, it will be possible to calculate a comprehensive assessment of the feasibility of building systems for different types of objects and needs sharpened individually for the object of operation. This will help enterprises understand how effective their systems will be, whether they will be appropriate for building, taking into account various factors that will be determined by users themselves, depending on the scope and type of object

#### References:

1. TOP 5: Rating of the best Smart Home systems by manufacturers in 2020  
<https://vencon.ua/articles/rejting-sistem-umnyy-dom-po-proizvoditelyam>
2. Ajax: <https://vencon.ua/brands/ajax>
3. Apple HomeKit – an overview: <https://www.home-matic.ru/2018/07/umnyy-dom-apple-homekit-kratkiy-obzor/>
4. Apple smart home: the subtleties of organizing home control systems from:  
<https://sovet-ingenera.com/umniy-dom/umnyj-dom-apple.html>

## ANALYSIS OF LIGHT FIDELITY WIRELESS TECHNOLOGIES. LI-FI MAIN PRINCIPLES. ADVANTAGES AND DRAWBACKS. DESCRIPTION OF A PARALLEL TRANSMISSION LIFI.

**Palanichka Serhii,**

bachelor in State University of Intellectual Technologies and Communication

**Annotation:** *The analysis of a modern Li-Fi (Light Fidelity) technology for improving current state of wireless types of infocommunication, the main goal is - achieving an increase in speed and a decrease in cost damping of transmitting data over a wireless network.*

First of all, Li-Fi is a visible light communication system (VLC) that uses light to send wireless data embedded in its beam. A Li-Fi compatible device converts the light beam into an electrical signal. The signal is then converted back into data. This term was coined by the German physicist Harald Haas during the TED Talk in 2011. He foresaw the idea of using light bulbs as wireless routers.

The purpose of this work is to analyze and develop a methodology for approaching the implementation of Light Fidelity technology, since it has every chance of becoming the heir of wi-fi technology and developing in parallel as a cheaper and faster version of wi-fi.

### **Possibility of usage**

#### **1. Home and building automation**

It is predicted that in the future automation of the house and building will largely

depend on how reliable and fast Li-Fi technology will work. Since light cannot penetrate through walls, the signal cannot be hacked from a remote location.

## 2.Underwater usage

Most of the submersibles with remote control (ROV) are controlled by wire connections. Their cable lengths severely limit their operating range, while other potential factors such as cable weight and fragility may be limited. Since light can travel over water, Li-Fi-based communication can provide much greater mobility. The Li-Fi utility is limited by the fact that light from a distance can penetrate into water. A considerable amount of light does not penetrate beyond 200 meters. Passed 1000 meters, the light does not penetrate.

## 3.Aviation

Effective data transmission is possible in the air environment, for example, on a commercial passenger aircraft using Li-Fi. The use of this light data transmission will not interfere with aircraft equipment that relies on radio waves, such as radar.

## 4.Hospital

Many treatments currently include several people, Li-Fi systems could be the best system for transmitting information about patients. Besides providing higher speed, light waves also have little effect on medical instruments. Wireless communication can be carried out during the use of such medical instruments without worrying about radio interference to effectively perform the task.

## 5.Vehicles

Vehicles can communicate with each other through the front and rear lights to improve road safety. Street lights and traffic lights can also provide information about the current traffic situation.



## 6.Industrial automation

Wherever it is necessary to transmit data in industrial areas, Li-Fi is able to replace slip rings, slide contacts and short cables such as Industrial Ethernet. Thanks to real-time Li-Fi (which is often required for automation processes), it is also an alternative to conventional industrial wireless LAN standards. Fraunhofer IPMS, a research organization in Germany, claims that it has developed a component that is very suitable for industrial applications with real-time data transmission.

## 7.Advertising

Streetlights can be used to display advertisements of nearby businesses or attractions on mobile devices as an individual passageway. A customer entering the store and passing through the front lights of the store can display current sales and promotions on the customer's cellular device.

## 8.Education

Students and teachers can be part of a more active learning community in a Li-Fi supported classroom. Students using devices such as smartphones or laptops can communicate with the teacher or with each other to create a more effective learning environment. Teachers can work with students to help them better understand the material used in the classroom.

This analysis has indicators which have influence on the system, that can be built on this technologie Li-Fi, has shown that: The advantage of Light Fidelity is the high data transfer rate. Taking 224 Gbps as a basis, Li-Fi exceeds the limit speed of Wi-Fi-standard IEEE 802.11ax by 22.4 times, and IEEE 802.11ac - by 30 times. The second advantage of the technology is its relatively high protection against hacker penetration. The fact is that the underlying transmission of light does not pass through the walls. Therefore, to hack into the network Li-Fi intruder must be in close proximity to the source of the signal, thereby losing its anonymity

### Drawbacks of Li-Fi technology

The above mentioned plus results from the main disadvantage of Light Fidelity technology, namely the short range of information transfer. Not only does a hacker have to be close to a light source to break in. The user himself can use Li-Fi only within the room.

### **Main principles**

*Figure 1* illustrates the LiFi network concept. The room is illuminated by several lights that provide illumination. Each light is controlled by a LiFi modem or LiFi chip and therefore also serves as an optical base station or access point (AP). The optical base stations are connected to the core network via high-speed backhaul connections. The lights also have a built-in infrared sensor to receive signals from the terminals. The illuminating lights are modulated at high speed. The resulting high-frequency flicker, which far exceeds the refresh rate of a computer monitor, is not visible to the occupants of the room. Power and data can be supplied to each lighting fixture using a number of different methods, including PoE and Power Line Communication (PLC) [6], [7]. The optical uplink is implemented using a transmitter on user equipment (UE), often using an infrared light source (so it is invisible to the user). Each of these illuminators, which at the same time act as wireless LiFi access points, creates an extremely small cell, the optical attocell [8]. Since light is spatially limited, it is possible to take the "small cell concept" to a new level in LiFi by creating ultra-small cells with a radius of less than 5 m, while using a huge additional unlicensed spectrum in the optical domain. The balance of lighting fixtures containing access points and lighting fixtures providing only lighting is determined by the requirements of the network, but potentially all lighting fixtures can contain access points. Compared to a wireless access point system with a single access point, such cellular systems can cover a much larger area and provide simultaneous connectivity for multiple UEs [9]. Cellular networks use dense spatial reuse of

wireless transmission resources to achieve a very high data density of bits per second per square meter (bps/s/m<sup>2</sup>). Consequently, communication links using the same channel in neighboring cells interfere with each other, which is known as inter-channel interference (CCI) [10]. **Figure 2** illustrates CCI in an attocell optical network.

### LiFi Networking

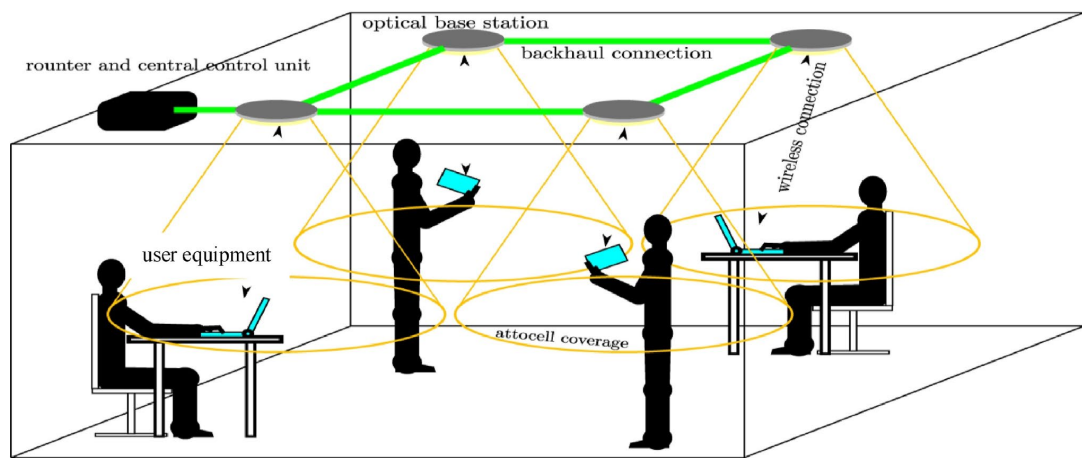
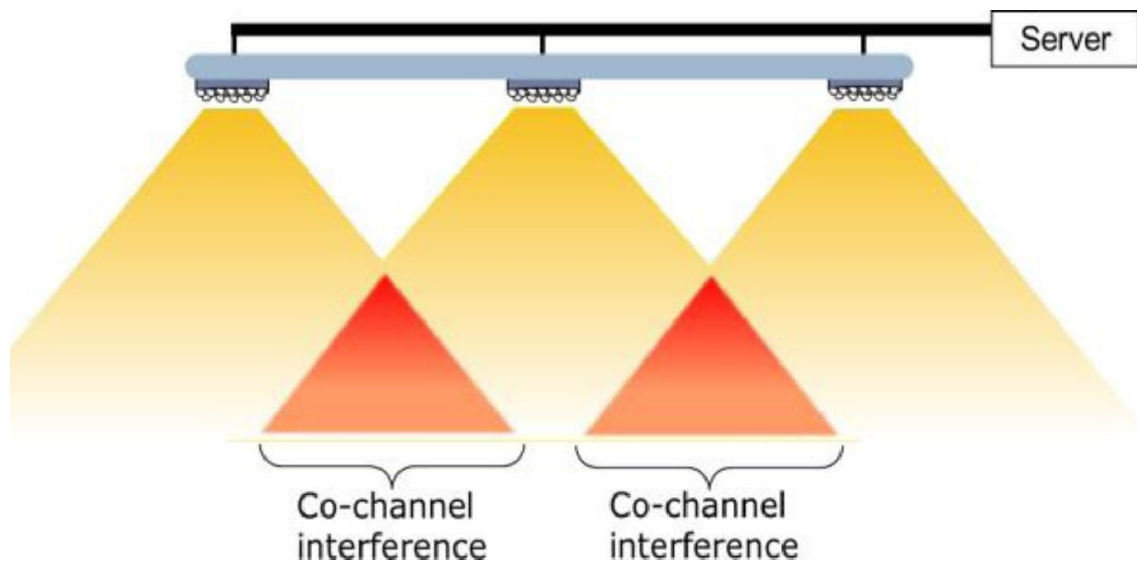


Fig. 1. The concept of LiFi attocell networks applied to indoor wireless networking.



*Fig. 2. CCI occurs in the region where the same light spectrum of neighboring APs overlaps, and when these APs use the same modulation bandwidth for data encoding.*

### **Parallel Transmission LiFi [11]**

The Parallel LiFi Transmission System (PT-LiFi) takes into account An internal wireless network containing multiple LiFi APS. These APs are embedded in LED ceiling lights facing down perpendicular. They are arranged in a square lattice topology to simulate the usual placement of lighting in a scenario in a room, such as an office. The access points reuse optical frequency bands and interfering signals are treated as noise. K suitable for lighting, each access point consists of several LEDs with different wavelengths. The structure of the transmitter is presented in Section II-A. The structure of the receiver, which is necessary to obtain data from different wavelengths separately, introduced in Section II-B. The LiFi channel model is given. in II-C, whereas models of user mobility and light path blocking are presented in Sections II-D and II-E. In PT-LiFi, the user is simultaneously served by multiple APs, and each pair of user and AP is referred to as a subflow. The choice of subflows is discussed in Section II-F.

<b>CoMP-based LiFi [13]</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LED panels reuse the same wavelengths of light</li> <li>• CoMP is used to mitigate interference at cell borders</li> <li>• LED panels jointly serve one user at a time</li> <li>• LED panels transmit the same information to one user</li> </ul>
<b>Parallel Transmission LiFi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neighbouring LED panels use different wavelengths of light</li> <li>• Frequency reuse is used to mitigate interference at cell borders</li> <li>• LED panels serve their users individually</li> <li>• LED panels transmit different information to one user</li> </ul>

Table.1 Distinct points of CoMP-based LiFi and Parallel Transmission LiFi

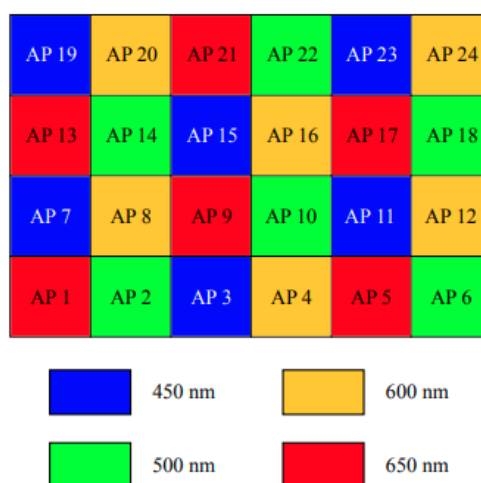


Fig. 3. The frequency reuse pattern used for the PT-LiFi system.

**Conclusion:** according to the thesis we can assume that Li-Fi is one of the most promising wireless technologies. Because of its speed, magnetic durability, protection level and cheapness, Light Fidelity technology is superior to its analogies.

In particular Parallel Transmission Li-Fi technology with a slim transmitter design and receiver, PT-LiFi allows multiple LiFi access points to serve the user simultaneously. In particular, data transmission continues without interruption when a user loses connection to some of the connected access points. Resource allocation is studied for the PT-LiFi system, and a new load balancing method is proposed to jointly allocate resources across access points. The results show that PT-LiFi can make efficient use of densely deployed LiFi access points and provide a flexible way of load balancing. Compared to the conventional LiFi system, the proposed method can increase user throughput up to 150% and increase user fairness by up to 15%.

## References

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Li-Fi> - Li-Fi definition and short description
2. <https://www.t-systems.com/en/perspectives/networks/light-fidelity/li-fi-661390>  
- Li-Fi: the net with light and shade
3. <https://www.secureworldexpo.com/industry-news/is-lifi-the-future-of-secure-networks> - How LiFi works
4. <https://www.vinegret.cz/22921/v-estonii-ispytali-svetovuyu-set-li-fi-kotoraya-v-100-r-az-bystree-wi-fi> - В Эстонии испытали «световую сеть» Li-Fi
5. <https://www.fiercewireless.com/tech/startup-velmenni-moves-li-fi-from-lab-to-real-world-tests> - Startup Velmenni moves Li-Fi from lab to real-world tests
6. W. Ni, R.P. Liu, B. Collings, X. Wang
7. Indoor cooperative small cells over ethernet
8. IEEE Commun. Mag., 51 (9) (2013), pp. 100-107
9. A. Papaioannou, F.N. Pavlidou
10. Evaluation of power line communication equipment in home networks
11. IEEE Syst. J., 3 (3) (2009), pp. 288-294
12. H. Haas
13. High-speed wireless networking using visible light
14. SPIE Newsroom (2013)
15. V.H. MacDonald
16. The cellular concept
17. Bell Syst. Tech. J., 58 (1) (1979), pp. 15-43
18. A. Goldsmith
19. Wireless Communications
20. Cambridge University Press (2005)

21. IEEE TRANSACTIONS ON WIRELESS COMMUNICATIONS, VOL. 19, NO. 10, OCTOBER 2020 Parallel Transmission LiFi Xiping Wu , Member, IEEE, and Dominic C. O'Brien, Member, IEEE
22. Introduction to indoor networking concepts and challenges in LiFi Harald Haas,\* Liang Yin, Cheng Chen, Stefan Videv, Damian Parol, Enrique Poves, Hamada Alshaer, AND Mohamed Sufyan Islim
23. A. A. Dowhuszko and A. I. Perez-Neira, “Achievable data rate of coordinated multi-point transmission for visible light communications,” in 2017 IEEE 28th Ann. Int. Symp. on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC), Montreal, QC, 2017, pp. 1–7.

Самостійне електронне текстове  
наукове періодичне видання комбінованого використання

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ  
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ТА  
ТЕХНІЧНИХ НАУК: ТЕОРЕТИЧНІ  
ТА ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

**Матеріали**

**II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції  
(м. Київ, 21 травня 2021 року)**

II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція  
«Актуальні питання фізико-математичних та технічних наук:  
теоретичні та прикладні дослідження»  
(м. Київ, 21 травня 2021 р.)

Адреса оргкомітету та редакційної колегії:

м. Київ, Україна

E-mail: [conference@openscilab.org](mailto:conference@openscilab.org)

[www.openscilab.org](http://www.openscilab.org)