

УДК: 519.711, 519.718;519.873, 005;519.7;
303.732, 004.896, 004.5, 004.942, 004.67

УКПШ

№ держреєстрації 0120U103071

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет (СумДУ)
40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2;
тел. (+38 0542) 33 53 83; факс (+38 0542) 33 40 58

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи,
д-р фіз.-мат. наук, професор

_____ А. М. Черноус

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Моделі та методи інформаційних технологій для аналізу та
синтезу структурних, інформаційних і функціональних моделей
об'єктів і процесів, що автоматизуються

**НАУКОВІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ІТ,
АНАЛІЗУ ЕРГОНОМІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ІС,
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ НАСОСІВ
(проміжний)**

Науковий керівник НДР
канд. техн. наук

Е. Г. Кузнецов

2020

Рукопис закінчено 13 грудня 2020 р.

Результати роботи розглянуто науковою радою СумДУ, протокол від _____.20__ р. №__

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР

старший викладач,
канд. техн. наук

13.12.2020

Е.Г. Кузнецов
(частина 1: розділ 1.2,
частина 2)

Відповідальні виконавці:

професор,
доктор техн. наук

13.12.2020

Є.А. Лавров
(частина 2)

доцент,
канд. техн. наук

13.12.2020

В.Г. Неня
(частина 1: розділ 1.2)

доцент,
канд. техн. наук

13.12.2020

В.В. Шендрик
(частина 1: розділ 1.1-1.4)

Виконавці:

старший викладач,
канд. техн. наук

13.12. 2020

В.П. Антипенко
(частина 1:розділ 1.2)

старший викладач,
канд. техн. наук

13.12. 2020

О.В. Бойко
(частина 1: розділ 1.2-1.4)

доцент,
канд. техн. наук

13.12. 2020

І.В. Баранова
(частина 1: розділ 1.2)

доцент,
канд. техн. наук

13.12. 2020

С.М. Ващенко
(частина 1: розділ 1.2)

доцент,
канд. техн. наук

13.12. 2020

А В. Марченко
(частина 1: розділ 1.2)

старший викладач,
канд. техн. наук

13.12. 2020

В.В. Нагорний
(частина 1: розділ 1.2)

доцент,
канд. техн. наук

13.12. 2020

Ю.В. Парфененко
(частина 1: розділ 1.2-1.4)

доцент,
канд. техн. наук

13.12. 2020

Н.А. Федотова
(частина 1: розділ 1.2-1.3)

доцент,
канд. техн. наук

13.12. 2020

Я.І. Чибіряк
(частина 1: розділ 1.2)

аспірант	<hr/> 13.12.2019	Д.В. Бичко (частина 1: розділ 1.3)
аспірант	<hr/> 13.12. 2020	Я.С. Войцеховський (частина 2)
аспірант	<hr/> 13.12. 2020	Р.Д. Плакс (частина 2)
аспірант	<hr/> 13.12. 2020	С.О. Шендрик (частина 1: розділ 1.3)
аспірант	<hr/> 13.12. 2020	К.В. Грабіна (частина 1: розділ 1.3)
аспірант	<hr/> 13.12. 2020	С.Є. Кшнякін (частина 1: розділ 1.3)
аспірант	<hr/> 13.12. 2020	В.І. Борзенков (частина 1: розділ 1.3)
аспірант	<hr/> 13.12. 2020	Л.В. Данілова (частина 2)
доцент, канд. техн. наук СНАУ	<hr/> 13.12. 2020	Н.Б. Пасько (частина 2)
студент, гр. ІТ.м-91	<hr/> 13.12. 2020	С.М. Вакал (частина 2)
студент, гр. ІТ.м-91	<hr/> 13.12. 2020	А.О. Курочкін (частина 2)
студент, гр. ІТ.м-91	<hr/> 13.12. 2020	Ю.С. Міхайленко (частина 2)
студент, гр. ІТ.м-91	<hr/> 13.12.2019	Т.В. Щербань (частина 2)
студент, гр. ІТ.м-01	<hr/> 13.12.2019	Є.В. Палажченко (частина 1: розділ 1.3)
студент, гр. ІТ.-71	<hr/> 13.12.2019	С.О. Толстоноженко (частина 1: розділ 1.3)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 62 с., 16 рис., 6 табл., 133 джерела.

АВТОМАТИЗАЦІЯ, ІС, ІТ, ЛЮДИНО-МАШИННА ВЗАЄМОДІЯ,
СИСТЕМА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ

Метою роботи є розробка інформаційного забезпечення вибору оптимального постачальника підприємства в умовах багатокритеріальності та невизначеності.

Об'єкт дослідження – процес вибору оптимального постачальника підприємства.

Предмет дослідження – методи, моделі та алгоритми вибору оптимальних постачальників підприємства в умовах багатокритеріальності на невизначеності.

Задачами дослідження є розробка інформаційного забезпечення вибору оптимального постачальника.

Рекомендації по використанню результатів роботи: розробка науково-методичних основ за досліджуваними напрямками, формування тематики досліджень для магістрів та аспірантів.

Галузь застосування: промисловість, будівництво, міське господарство.

Значущість роботи і висновки: створює теоретично-методичну базу для автоматизації складних систем та удосконалення людино-машинної взаємодії.

Прогнозні припущення про розвиток об'єкту дослідження: подальше поглиблення наукового обґрунтування дослідження та проектування складних систем та взаємодії їх з людиною-оператором.

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	6
1 Моделі та інформаційні технології вибору оптимального рішення в умовах багатокрітеральності та невизначеності.....	9
1.1 Аналіз підходів до інформаційного забезпечення підтримки прийняття рішень.....	9
1.2 Методи оптимального вибору постачальників.....	18
1.3 Основні припущення та математична модель.....	20
1.4 Розробка інформаційної системи.....	29
2 Аналіз стану ергономічного проектування автоматизованих систем...	41
Висновки.....	45
Перелік джерел посилання.....	46

ВСТУП

У наш час широко розвиваються системи підтримки прийняття рішень (СППР), які містять велику кількість критеріїв оцінювання альтернатив. У основі таких систем лежать моделі та методи, що дозволяють прийняти оптимальне рішення базуючись на досвіді взаємодії з кожною альтернативою. Тому, для розробки алгоритмів одержання підсумкових оцінок альтернатив та систем вирішують задачі отримання і обробки [1]: індивідуальних, однокритеріальних та багатокритеріальних оцінок з урахування/без урахування відносної компетентності експертів.

Прикладом проблеми прийняття рішень в умовах багатокритеріальності та невизначеності є необхідність отримання товарів високої якості за мінімальних витрат від невизначених наперед постачальників. Така проблема є важливою для будь-якого замовника, як індивідуального клієнта чи компанії. Це визначає актуальність вдосконалення процесу закупівлі шляхом розв'язання проблеми пошуку оптимального постачальника.

Оптимальний вибір постачальника є найважливішим видом діяльності відділу закупівель серед завдань управління ланцюгами поставок. Це складний процес, який складається з етапів: ідентифікація постачальника, оцінка постачальника, отримання зворотного зв'язку з постачальником, розвиток ділового партнерства

Оцінка постачальника проводиться за кількома критеріями, такими як ціна на продукцію, надійність постачальника, своєчасність доставки, якість обслуговування споживачів під час процесу постачання, позиція постачальника на ринку тощо. Ці критерії можуть бути кількісними та якісними та варіюватися для конкретного завдання прийняття рішень [2]. Отже, правильний вибір постачальника – це багатокритеріальний проблемний процес, що охоплює різні фактори впливу на оцінку потенційного постачальника покупцем.

Рішення цього завдання вимагає відповідної інформаційної бази з характеристиками постачальника. У випадку співпраці з постачальником у попередній період, є можливість оцінити постачальника на власному досвіді. Якщо відбувається пошук нового постачальника, процес відбору стає досить складним через відсутність інформації для прийняття рішення.

У наш час популярність електронної торгівлі стрімко зростає. Люди воліють купувати товари через Інтернет, витрачаючи багато часу на перегляд десятків веб-сайтів, щоб знайти необхідну річ. Існують великі платформи для електронної торгівлі, на яких тисячі постачальників пропонують свої товари. Одним з найпопулярніших Інтернет-ринків є AliExpress, глобальний ринок Інтернет-торгівлі китайського гіганта електронної комерції Alibaba. Інтернет-торгівля пов'язана з ризиками для покупців. Зазвичай покупець в Інтернеті зобов'язаний сплатити спочатку до доставки товару. Більше того, вибір товарів здійснюється виключно на основі опису, наданого постачальником. Тому питання вибору постачальника товарів при торгівлі в Інтернеті представляє актуальний інтерес.

Торгова платформа AliExpress надає інформацію, яка може допомогти прийняти правильне рішення щодо вибору постачальника. На сторінці Відгук продавця він демонструє рейтинги продавців та детальну історію відгуків, включаючи позитивні та негативні відгуки. Зазвичай цієї інформації достатньо для того, щоб оцінити, скільки часу продавець знаходиться на ринку та якого прогресу досягнув продавець, незалежно від того, є конкретна людина надійною чи ні. Враховуючи велику кількість продавців на AliExpress, складна задача проаналізувати величезну кількість даних щодо їх рейтингу вручну. Таким чином, необхідно надати спеціальний інструмент для автоматизації процесу вибору постачальника.

Метою роботи є розробка інформаційного забезпечення вибору оптимального постачальника підприємства в умовах багатокритеріальності та невизначеності.

Об'єкт дослідження – процес вибору оптимального постачальника підприємства.

Предмет дослідження – методи, моделі та алгоритми вибору оптимальних постачальників підприємства в умовах багатокритеріальності на невизначеності.

Задачами дослідження є розробка інформаційного забезпечення вибору оптимального постачальника. Дана робота потребує вирішити наступні задачі:

- дослідити актуальність проблеми;
- провести аналіз методів визначення оптимального постачальника;
- провести аналіз існуючих інформаційних технологій, які дозволяють
- знаходити оптимальних постачальників та визначити їх недоліки;
- провести аналіз потреб користувачів для визначення критеріїв
- оптимальності;
- розробити математичну модель;
- спроектувати та розробити інформаційне забезпечення;
- провести тестування отриманої системи;
- розробити допоміжну документацію.

Наукова новизна роботи полягає у вирішенні задачі в умовах багатокритеріальності та невизначеності з використанням незалежних оцінок експертів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що запропоноване програмне забезпечення дозволить знайти оптимального постачальника використовуючи побажання клієнта та спираючись на незалежне оцінювання експертів.

1 МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО РІШЕННЯ В УМОВАХ БАГАТОКРИТЕРАЛЬНОСТІ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

1.1 Аналіз підходів до інформаційного забезпечення підтримки прийняття рішень

Аналіз літературних джерел показує, що консолідація інформації та підтримка прийняття рішень – це найскладніша задача при великій кількості альтернатив, тому напрямок даних досліджень є актуальним. Також актуальною є задача розробки і впровадження комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень (СППР) для повного та об'єктивного аналізу предметної області. СППР можна визначити як інтерактивну комп'ютерну систему, призначену для інтелектуальної підтримки різних видів діяльності при прийнятті рішень зі структурованих, слабоструктурованих і неструктурованих проблем.

Розробка СППР потребує поглибленого вивчення вже існуючих моделей, методів та принципів роботи систем; створенню організаційного, інформаційного та програмного забезпечення.

Провідні компанії світу постійно займаються розвитком СППР, але потреба та попит на такі системи значно перевищує їх кількість та якість. Головною проблемою є низький рівень розробок, які характеризуються малою обізнаністю у предметній області, що перешкоджає знаходженню оптимального варіанту рішення через абстрактні критерії.

У результаті можна виділити два напрямки, за якими буде проводитися дослідження:

1. Огляд методів експертного оцінювання.
2. Огляд методів підтримки прийняття рішень.

Таблиця 1.1 – Огляд методів експертного оцінювання

№	Назва	Суть роботи	Автори
Кардинальні однокритеріальні оцінки			
1	Method of Paired Comparisons Using Feedback with Expert	Використання модифікованого метода середньої точки для одержання абсолютних оцінок.	[3]
2	Generation of Pair Comparisons Algorithms for Simulation of Expert Preferences during Decision-Making Support.	Одержання відносних експертних оцінок зі зворотнім зв'язком з експертом.	[4, 5]
3	Experimental Research of Methods for Getting Cardinal Expert Estimates of Alternatives. Part 1. Methods without Expert Feedback	Одержання відносних експертних оцінок без зворотнього зв'язку з експертом.	[6]
4.1	Generation of Pair Comparisons Algorithms for Simulation of Expert Preferences During Decision-Making Support. Part 2	Запропоновано послідовний метод обробки матриці парних порівнянь, який дозволяє генерувати алгоритми експертного оцінювання.	[5, 6]
4.2	Experimental Research of Methods for Getting Cardinal Expert Estimates of Alternatives. Part 1. Methods without Expert Feedback		
5.1	Experimental Research of Methods for Getting Cardinal Expert Estimates of Alternatives. Part 2. Methods with Expert Feedback	Виконано експериментальне дослідження методів експертного оцінювання.	[7, 8]
5.2	Підтримка прийняття рішення щодо вибору методу експертного оцінювання		
6	Matching and Aggregation of Experts Estimates Taking into Account Experts' Competence while Group Estimation of Alternatives for Decision-Making Support	Розроблено спосіб вибору методу експертного оцінювання, який розглядається з точки зору багатокритеріального вибору і базується на дані з робіт [6, 7].	[9]

Продовження табл. 1.1

№	Назва	Суть роботи	Автори
7.1	Method of Paired Comparisons Using Feedback with Expert	Розглянуто методи одержання групових експертних оцінок. У роботі [10] також розглянуто загальний випадок, коли враховується відносна компетентність експертів та матриці індивідуальних парних порівнянь є неповними.	[3, 10, 11]
7.2	Group Incomplete Paired Comparisons with Account of Expert Competence		
7.3	Determination of Relative Competence of Group Members in the Subject under Discussion on Group Decision-Making		
8.1	On One Approach to Decision-Making Support for Formation of Complex Target-Oriented Programs in the Presence of Threats and Risks. Part 1. Models of Threats and Risks	Розглянуто методи визначення відносної компетентності експертів у питанні, що розглядається.	[30, 35]
8.2	Система підтримки прийняття рішень щодо вибору професії		
9.1	Побудова баз знань систем підтримки прийняття рішень групами розподілених експертів	Експериментально досліджено вплив розташування експертів у різних просторово відмінних місцях й об'єднання їх за допомогою Internet на характеристики процесу експертного оцінювання.	[12, 13]
9.2	The Agreement degree of Estimations set with regard for Experts' Competence		
10.1	Method of Paired Comparisons Using Feedback with Expert	Запропоновані алгоритми обчислення значень коефіцієнта узгодженності.	[3, 14, 15]
10.2	Spectral Method for Determination of Consistency of Expert Estimate Sets		
10.3	Комбинаторный алгоритм парных сравнений с обратной связью с экспертом		
11	Method of verifying Sufficiency of Individual Ranking Consistency in Group Decision-Making	Запропоновано новий метод одержання відносних кардинальних оцінок.	[16]

Продовження табл. 1.1

№	Назва	Суть роботи	Автори
Ординальні оцінки			
12	Method of Paired Comparisons Using Feedback with Expert	Запропоновано використовувати відомі методи розширення й виключення для визначення індивідуальних оцінок (ранжувань).	[3]
13	Method of Determination of Group Multicriteria Ordinal Estimates with Account of Expert Competence	Запропоновано спосіб обчислення коефіцієнтів конкордації та рангової кореляції з урахуванням компетентності експертів.	[17]
14	Group Ranking under Feedback with Experts Taking into Account Their Competency	Розроблено алгоритми визначення групових ординальних експертних оцінок з урахуванням компетентності експертів без зворотного зв'язку	[18]
15	Визначення відносної вагомості критеріїв на основі ординальних оцінок	Розроблено алгоритми визначення групових ординальних експертних оцінок з урахуванням компетентності експертів зі зворотнім зв'язку	[19]
16	On Problem of Reversal of Alternatives Ranks while	Вирішено задачу, де знаючи підсумкове багатокритеріальне	[20]
	Multicriteria Estimating	ранжування й індивідуальні ранжування по кожному критерію, знаходять відносні ваги критеріїв або відносні показники компетентності експертів.	

Продовження табл. 1.1

№	Назва	Суть роботи	Автори
Багатокритеріальні оцінки			
17	Экспериментальное исследование феномена реверса рангов	У роботі знайдено достатні умови відсутності реверсу рангів і запропоновано метод обчислення багатокритеріальних кардинальних оцінок, вільний від цієї вади.	[21]
18	Индивидуальная мультикритериальная абсолютная кардинальная экспертная оценка	Проведені експериментальні дослідження даних джерела [21].	[22]
19	Підтримка прийняття рішень при проведенні великомасштабних конкурсів проектів	У роботі поставлено та вирішено задачу визначення багатокритеріальної оцінки ступеню наближення об'єкта до еталонного.	[23]
Розширення можливостей багатокритеріальних методів підтримки прийняття рішень			
20	О декомпозиции задач мультикритериального оценивания альтернатив при поддержке принятия решений	Запропоновано і реалізовано метод адаптивної декомпозиції.	[24]
21	Система підтримки прийняття рішень мультикритеріального оцінювання з розширеними можливостями	Розглянуто метод декартової декомпозиції задачі багатокритеріального оцінювання.	[25]
22	Estimation of Comparative Efficiency of Projects of Complex Target-Oriented Programmes Using the Simulation Method of Goal Hierarchy	Розглянуто метод, який дозволяє працювати з невеликою кількістю альтернатив(до 10), а саме метод групового формулювання критеріїв.	[26]

Продовження табл. 1.1

№	Назва	Суть роботи	Автори
Цільові методи підтримки прийняття рішень			
23	One Approach to the Decision Making Support in R&D Planning. Part 2. The Method of Goal Dynamic Estimating of Alternatives	Описані принципи цільового оцінювання альтернатив.	[27]
24	Метод підтримки прийняття рішень на основі цільового динамічного оцінювання альтернатив з урахуванням ймовірностей їх реалізації	Описаний метод обчислення оцінок, які базуються на даних певного проміжку часу.	[28]
25	Метод поддержки принятия решений в условиях неопределённости структуры базы знаний относительно проблемы, по которой принимается решение	Запропоновано метод урахування обмеженої достовірності інформації щодо ймовірності виконання проектів.	[29]
26	On One Approach to Decision-Making Support for Formation of Complex Target-Oriented Programs in the Presence of Threats and Risks. Part 1. Models of Threats and Risks	Розглянуто спосіб урахування невизначеності множини підцілей.	[30]
27.1	On One Approach to Decision-Making Support for Formation of Complex Target-Oriented Programs in the Presence of Threats and Risks. Part 2. Evaluation of Project Efficiency	Розглянуті проблеми підтримки прийняття рішень при наявності загроз і ризиків.	[31, 32]
27.2	On an Approach to Constructing a Procedure for Selecting Alternatives in Decision-making Support System		
Методи підтримки рішень з урахуванням досвіду особи, що приймає рішення			
28	Підтримка прийняття рішень, що повторюються, з урахуванням досвіду	Запропоновано оригінальний метод визначення ранжування з урахуванням досвіду, зоспирається на метод еліпсоїдів.	[33]

Закінчення табл. 1.1

№	Назва	Суть роботи	Автори
29	Об унификации алгоритмов организации экспертиз	Розглянуто метод визначення прогнозованих з урахуванням досвіду значень відносної ефективності множини альтернатив.	[34]
30	On Problem of Reversal of Alternatives Ranks while Multicriteria Estimating	Описано метод, який визначає ваги критеріїв по заданій множині індивідуальних і глобальних ранжувань, що базується на навчанні нейронної мережі.	[20]
31	Method of Determination of Group Multicriteria Ordinal Estimates with Account of Expert Competence	У роботі проведений аналіз алгоритмів обробки експертної інформації у різних предметних галузях. Це дозволило їх уніфікувати та звести до невеликої кількості.	[17]
32	Система підтримки прийняття рішень щодо вибору професії	Розглянута методика, яка дозволяє створювати універсальних фахівців. Вони здатні організовувати експертизу у різних предметних областях.	[35]

Таблиця 1.2 – Класифікація методів для прийняття рішення

Моделі	Методи
1. Суб'єктивне оцінювання	1. Оцінювання ймовірностей
	2. Матриця аномальних подій
	3. Мозковий “штурм”
	4. Синетика
	5. Метод Делфі
	6. Історичні аналогії
	7. Порівняльний аналіз
	8. Жюрі (симульоване опитування думок)
	9. Сценарій
	10. Ігри
2. Структуровані якісні	1. Аналіз витрат (вигод)
	2. Контроль сигналів про зміни
	3. Домінуючі індикатори
	4. Аналіз перехресних впливів
	5. Байєсівські оновлення
	6. Дерева ймовірностей
	7. Мофрологічний аналіз
	8. Діаграми впливу
	9. Ієрархічна дедукція
	10. Аналіз рішень
	11. Багатоатрибутна корисність
	12. Теорія ігор
	13. Дерево рішень
3. Часові ряди; екстраполяція	1. Криві росту
	2. Тенденції і цикли
	3. Методи згладжування
	4. Методи екстраполяції
4. Стохастичні, ймовірнісні	1. Моделі Маркова
	2. Байєсівські моделі
	3. Дискретний вибір
	4. Взаємний вплив

Продовження табл. 1.2

Моделі	Методи
5. Статичні; на основі дослідження операцій	1. Описове профілювання
	2. Кореляція
	3. Регресія
	4. Теорія запасів
	5. Теорія ігор
	6. Вибірковий метод
	7. Розпізнавання образів
	8. Лінійне програмування
	9. Динамічне програмування
	10. Теорія черг
6. Причинні моделі	1. Домінуючі індикатори
	2. Економетричні моделі
	3. Імітаційне моделювання
7. Обробка інформації (інформаційні системи)	1. Організація баз даних
	2. Людино-машинні комунікації
	3. Стандартні алгоритмічні методи
	4. Обробка сигналів(повідомлень)
	5. Методи складання розкладів, планів
8. Штучний інтелект	1. Експертні системи
	2. Бази знань
	3. Інші

Таблиця 1.3 – Огляд систем аналізу даних

Клас системи	Характеристика	Представники
Предметно-орієнтовані аналітичні системи	Використовують нескладний статистичний апарат, але максимально враховують специфіку предметної галузі	1. MetaStock 2. Super Charts 3. Candlestick Forecaster 4. Wall Street Money
Статистичні пакети	Включають як традиційні статистичні методи (кореляційний, рефлексійний, факторний аналіз), так і елементи Data Mining	1. SAS 2. SPSS 3. Statgraphics

Продовження табл. 1.3

Клас системи	Характеристика	Представники
Нейронні мережі	Архітектура систем імітує структуру нервової тканини з нейронів. Такий підхід є високоефективним у задачах розпізнавання образів	1. Deductor Studio BrainMakerPRO 2. NeuroShp112 OWL (HyperLogic) 3. NeuroSolutions 4. NeuralWorks Professional II/PLUS 5. Virtual Process Advisor
Системи міркувань на основі аналогічних випадків	Головний недолік – ґрунтують відповідь на всьому масиві даних	1. KATE tools 2. Pattern Recognition 3. Workbench
Дерева рішень	Реалізують принцип послідовного перегляду ознак і фіксують окремі складових дійсних закономірностей. Дерево подрібнює дані на велику кількість окремих випадків. Чим більше таких випадків, тим менше ступінь довіри отриманого дерева	1. Deductor Studio 2. See5/35.0 3. Darwin Tree 4. Clementine 5. SIPINA 3. IDIS 4. KnowledgeSeeker 5. AnswerTree(SPSS)

1.2 Методи оптимального вибору постачальників

Вибір постачальників – це багатокритеріальна задача прийняття рішень, яку можна вирішити за допомогою застосування систем підтримки прийняття рішень (СППР). Для того, щоб допомогти покупцям прийняти правильні рішення щодо вибору постачальника, були розроблені різні методи прийняття рішень [36]. Методи оптимального вибору постачальника та типи СППР, де ці методи можна застосовувати, наведені в таблиці 1.4.

Дані СППР призначені для попередньої класифікації постачальників, де сукупність усіх постачальників розділена на кілька підмножин залежно від їх відповідності уподобанням покупця. Категоричні методи базуються на

історичних даних і можуть використовуватися для визначення якісних критеріїв. Система аналізу обсягу даних класифікує постачальників між двома групами – ефективними та неефективними на основі двох наборів критеріїв, а саме результатів та входів. Кластерний аналіз розділяє набір постачальників, які характеризуються набором кількісних критеріїв, на кілька кластерів [38].

Таблиця 1.4. – Методи вибору постачальника

Тип СППР	Методи
Керування даними	Категоричні методи
	Аналіз охоплення даних [8]
	Кластерний аналіз
На основі моделей	Дослідження операцій [39, 40]
	Процес аналізу ієрархій [36, 41, 45]
	Аналітичний мережевий процес [37]
	Симуляційна оптимізація [43]
	Теорія багатокористувацької корисності [44] Нечітка логіка [36]

У СППР на основі моделей досліджень операцій таких, як математичне програмування, включаючи лінійне програмування, змішане ціле лінійне програмування, нелінійне програмування та методи стохастичного програмування. Ці методи можна застосовувати для багатокритеріальних завдань прийняття рішень, але їх головним недоліком є те, що вони застосовуються лише для кількісних критеріїв. З огляду на те, що критерії оцінки постачальника можуть бути як кількісними, так і якісними, методи прийняття багатоатрибутних рішень є найбільш придатними для вирішення проблеми вибору оптимального постачальника. Багатоатрибутна техніка прийняття рішень включає простий адитивний метод зважування, методи аналітичного обробки ієрархії та аналітичного мережевого процесу, техніку уподобання порядку за подібністю до ідеального рішення, нечіткий метод прийняття рішень [46]. Ця техніка впроваджена для вирішення багатоатрибутивної проблеми прийняття рішень, невизначеної

багатоатрибутної проблеми прийняття рішень, коли критерії несумісні з іншими.

Для того, щоб мати справу з кількома проблемами прийняття рішень за критеріями, першим кроком є з'ясування кількості критеріїв. Другим кроком є збір відповідних даних, що правильно відображають уподобання особи, що приймає рішення. Подальша робота полягає у формуванні набору можливих альтернатив. Наступним кроком є оцінка можливих альтернатив відповідним методом. Як результат, найкраща альтернатива або кілька кращих альтернатив повинні бути представлені особі, що приймає рішення [47].

1.3 Основні припущення та математична модель

Задача прийняття рішень – одна з найпоширеніших у будь-якій предметній області. Її вирішення зводиться до вибору однієї або декількох альтернатив з деякої множини. Вибір можливий тільки на підставі обраної мети, альтернатив та критеріїв.

Розглянемо поняття, які пов'язані з прийняттям рішення.

Вибір – дія, що дозволяє організувати цілеспрямовану діяльність людини.

Рішення – результат вибору, який реалізований у певній нормативно-правовій формі (порада, рекомендація, наказ, програма).

Прийняття рішень – процедура вибору альтернативи із заданої множини на підставі певного критерію або безлічі критеріїв.

Альтернатива – кожна з двох або більше можливостей, таких, що виключають одна одну.

Критерій – ознака, на підставі якої проводиться оцінка, визначення або класифікація чого-небудь; мірило оцінки.

Особа, що приймає рішення (ОПР) – це людина (або група осіб), які володіють правами вибору рішення і несуть відповідальність за його наслідки.

Експерт – професіонал у своїй проблемній області.

Для вибору методів дослідження необхідно:

1. Визначити вид постачальників, з якими буде співпраця (старі або нові).
2. Визначити тип системи.
3. Визначити міру підтримки рішень.
4. Визначити систему оцінювання.
5. Визначити математичний метод.
6. Визначити експертів та їх оцінювання.

Оптимальний вибір постачальника товарів на торговій платформі AliExpress за багатокритеріальних умов базується на методі аналітичної ієрархії. У ролі експертів виступають користувачі AliExpress, які оцінюють продавців після придбання товару. Альтернативами є всі продавці певного товару або групи товарів певної торгової марки, які зареєстровані на AliExpress. Кожна альтернатива оцінюється за вісьмома критеріями, перерахованими наступним чином:

- відповідність характеристикам;
- спілкування;
- швидкість відправлення;
- нейтральні та негативні відгуки;
- позитивні відгуки за місяць;
- позитивні відгуки за 6 місяців;
- кількість продажів на місяць;
- кількість продажів за 6 місяців.

Порівняння в парі альтернатив виконується щодо комплексного показника конкурентоспроможності постачальника.

1.3.1 Визначення постачальників

Розглядаються два види постачальників: з якими вже співпрацювали та нові. Так як у роботі відбувається взаємодія з міжнародними представниками

(оскільки вони пропонують дешевші ціни на продукцію), то було вирішено зосередитися на дослідження на підборі нових постачальників.

1.3.2 Визначення типу системи

У наш час можливо класифікувати СППР на вісім основних типів. Кожний з них має свої переваги та недоліки та використовується у залежності від предметної області дослідження. Через те, що система повинна бути доступною для кожного, а також збирає основну інформацію про постачальника з відкритих Internet джерел, то було вирішено створити Web-орієнтовану СППР. Вона досить зручна для користувача, оскільки для її використання необхідний лише персональний комп'ютер з доступом до Internet.

1.3.3 Визначення міри підтримки рішень

За мірою підтримки рішень – система буде орієнтована на дані. Тобто, відбуватиметься взаємодія з інформацією з бази даних. Вона буде аналізувати інформацію з двох баз даних:

- дані сторонніх Web-сайтів (критерії постачальників);
- нормалізовані дані власної Web-системи.

Таблиця 1.5 – Шкала оцінювання

№	Рівень важливості	Кількісне значення
1	Байдуже	1
2	Не важливо	2
3	Важливо	3
4	Дуже важливо	4
5	Абсолютно важливо	5

1.3.4 Визначення системи оцінювання

На даний момент існує велика кількість методів оцінювання. В залежності від специфіки, використовують той чи інший. У даній роботі

оцінювання виконується за допомогою психометричної шкали Сааті [48]. Її модифікація буде інструментом для ОНР, який дозволить оцінити важливість кожного критерію.

1.3.5 Визначення математичного методу

В основі сучасних СПНР лежать різні математичні алгоритми [48], які дозволяють знайти оптимальну альтернативу. У даній роботі використаємо метод аналізу ієрархій (МАІ).

Він складається з наступних етапів [49]:

Етап 1. Знаходження проблеми.

Етап 2. Побудова ієрархії: від проблеми до переліку альтернатив.

Етап 3. Визначення ваги критеріїв ОНР.

Етап 4. Нормалізація отриманих критеріїв від ОНР.

Етап 5. Побудова матриці альтернатив відносно експертних оцінок.

Етап 6. Розрахунок комплексного показника конкурентоспроможності постачальника.

Етап 7. Вибір оптимального постачальника.

Розглянемо ці етапи детальніше.

Результатом першого етапу має бути:

- формулювання мети (відповідно до постановки задачі);
- перелік критеріїв досягнення мети C_1, C_2, \dots, C_n ;
- перелік можливих альтернатив A_1, A_2, \dots, A_m .

На другому етапі будується ієрархія з усіма критеріями та альтернативами (рисунок 1.1).

На третьому етапі ОНР оцінює кожен критерій за допомогою шкали (таблиця 1.5) від 1 до 5.

На четвертому етапі за допомогою формули (1.1) виконується нормалізація оцінювання критеріїв і їх сума дорівнює 1:

$$w_i = \frac{\bar{W}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{W}_i}, \quad (1.1)$$

де w_i – нормалізоване значення і-ого критерія;

\bar{W}_i – поточне значення і-ого критерія на проміжку [1;5].

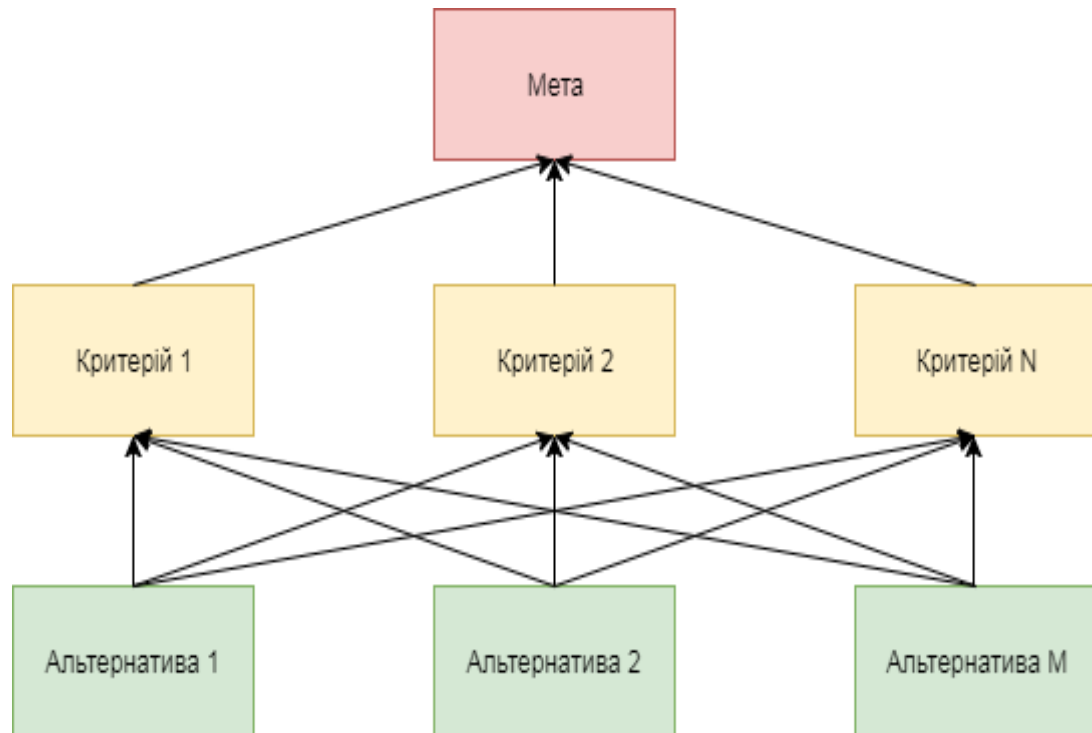


Рисунок 1.1 – Ієрархія

На п'ятому етапі будується матриця альтернатив. У таблиці експертна оцінка позначена як O_{ij} , де i – номер альтернативи, j – номер критерію.

Таблиця 1.6 – Загальний вигляд матриці альтернатив відносно експертних оцінок

	Критерій 1	Критерій 2	Критерій N	Оцінка w_i
Альтернатива 1	O_{11}	O_{12}	O_{1n}	w_1
Альтернатива 2	O_{21}	O_{22}	O_{2n}	w_2
Альтернатива M	O_{m1}	O_{m2}	O_{mn}	w_i

На шостому етапі за допомогою формули (3.2) виконується розрахунок комплексного показника конкурентоспроможності постачальника:

$$C_k = \sum_{i=1}^N w_i O_{ij}, \quad (1.2)$$

де C_k – комплексний показник конкурентоспроможності k-ого постачальника.

На сьомому етапі C_1 значається максимальним числом. Далі це значення порівнюється з наступним значенням. Якщо воно більше, то присвоюється йому значення максимального. Дані дії виконуються до C_k . У результаті знаходимо найбільше значення, що означає – оптимальний постачальник знайдений.

1.3.6 Визначення експертів та їх оцінювання

При виборі постачальника більшість людей покладається на інформацію від осіб, які вже раніше співпрацювали з тією чи іншою компанією. Але достовірність цих даних досить низька, так як аналіз проводиться на основі лише декількох думок. Тому виникає проблема щодо забезпечення коректності інформації при прийнятті рішень.

У даній роботі це питання вирішується за допомогою використання сторонніх ресурсів – рейтингової системи AliExpress (рисунок 1.2). Торгівельний майданчик AliExpress базується на оцінках покупців та кількості угод за весь час роботи на інтернет-платформі. Ці показники рейтингу розраховуються за допомогою відгуків покупців. В залежності від якості обслуговування, швидкості відправки товару клієнту, зворотнього зв'язку, кількості позитивних відгуків та багатьох інших критеріїв формується рейтинг постачальника. Через велику різноманітність товарів та

не меншу кількість покупців з усієї планети на цій інтернет-платформі, можна з впевненістю довіряти даним рейтингу, так як якість роботи постачальника оцінена великою кількістю незалежних експертів-покупців.

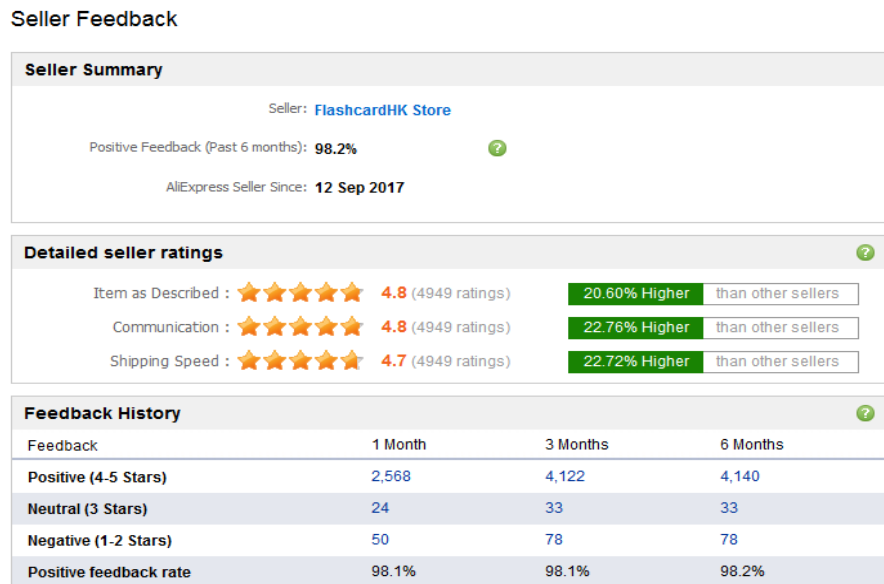


Рисунок 1.2 – Оцінювання постачальника на AliExpress

У результаті, кожен користувач має відкритий доступ до даних, що дає можливість використати їх для розрахунку конкурентоспроможності постачальника. Тому виділимо вісім критеріїв, які буде оцінювати ОПР (використовуючи таблицю 1.5):

- відповідність характеристик;
- зворотній зв'язок;
- швидкість відправки;
- нейтральні та негативні відгуки;
- позитивні відгуки за 1 місяць;
- позитивні відгуки за 6 місяців;
- кількість продажів за 1 місяць;
- кількість продажів за 6 місяців.

Розрахунок комплексного показника конкурентоспроможності k-ого постачальника (формула (1.2)) буде розраховуватися у декілька етапів. Після

отримання нормалізованого критерія відбувається розрахунок значень відповідно до отриманих даних (кількість значень залежить від кількості критеріїв; 8 критеріїв – 8 виразів).

Загальна формула розрахунку комплексного показника:

$$C_k = \sum_{i=1}^8 P_i, \quad (1.3)$$

де P_i – i -те значення критерія.

Розрахунок якості відповідності характеристик:

$$P_1 = w_1 \frac{Z_{IAD}}{5}, \quad (1.4)$$

де Z_{IAD} – оцінка відповідності характеристик.

Розрахунок якості зворотнього зв'язку:

$$P_2 = w_2 \frac{Z_{Com}}{5}, \quad (1.5)$$

де Z_{Com} – оцінка зворотного зв'язку.

Розрахунок якості швидкості відправки:

$$P_3 = w_3 \frac{Z_{SS}}{5}, \quad (1.6)$$

де Z_{SS} – оцінка швидкості відправки.

Розрахунок відсотку нейтральних та негативних відгуків:

$$P_4 = w_4 \frac{N_{SMT} + N_{SMO}}{N_{SMF} + N_{SMT} + N_{SMO}}, \quad (1.7)$$

де N_{SMF} – кількість негативних відгуків за 6 місяців;
 N_{SMT} – кількість нейтральних відгуків за 6 місяців;
 N_{SMO} – кількість позитивних відгуків за 6 місяців.

Розрахунок відсотку позитивних відгуків за 1 місяць:

$$P_5 = w_5 \frac{N_{OMF}}{N_{OMF} + N_{OMT} + N_{OMO}}, \quad (1.8)$$

де N_{OMF} – кількість негативних відгуків за 1 місяць;
 N_{OMT} – кількість нейтральних відгуків за 1 місяць;
 N_{OMO} – кількість позитивних відгуків за 1 місяць.

Розрахунок відсотку позитивних відгуків за 6 місяців:

$$P_6 = w_6 \frac{N_{SMF}}{N_{SMF} + N_{SMT} + N_{SMO}}, \quad (1.9)$$

Розрахунок відсотку позитивних відгуків за 1 місяць:

$$P_7 = 0.001 * w_7 * (N_{OMF} + N_{OMT} + N_{OMO}), \quad (1.10)$$

Розрахунок відсотку позитивних відгуків за 1 місяць:

$$P_g = 0.001 * w_g * (N_{SMF} + N_{SMT} + N_{SMO}) , \quad (1.11)$$

У результаті розроблено алгоритм, який дозволяє потенційному покупцю оцінити кожний критерій та отримати порядного постачальника, що задовільнить його побажанням.

1.4 Розробка інформаційної системи

1.4.1 Архітектура інформаційної системи

За основу архітектури інформаційної системи було взято трирівневу клієнт-серверну технології с використанням бази даних.

Архітектура клієнт-сервер [50] – одна з найвідоміших концепцій взаємодії користувача з системою, а також швидким обміном даних.

Модель клієнт-серверної взаємодії дозволяє багатьом клієнтам звертатися до серверу одночасно і це не відобразиться на роботі серверу. Виділимо операції, які виконуватимуться:

- Інтерфейс користувача (відповідає за представлення даних та введення керуючих команд від користувача та адміністратора);
- Управління даними (зберігання та доступ до даних);

Прикладний рівень (обробка інформації та виведення результатів роботи).

1.4.2 Діаграма взаємодії

На рисунку 1.4 зображена діаграма прецедентів – діаграма, що відображає відносини між акторами і прецедентами і є складовою частиною моделі прецедентів, що дозволяє описати систему на концептуальному рівні, яка побудована за допомогою UML. Вона дозволяє наглядно побачити усі можливості використання інформаційної системи.

Згідно поставлених задач, на рисунку 1.3 зображена загальна архітектура системи.

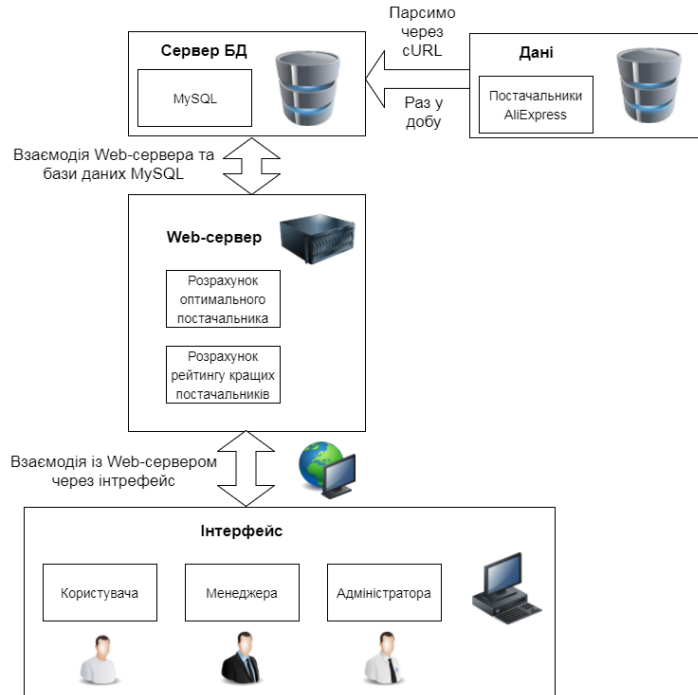


Рисунок 1.3 – Архітектура інформаційної системи

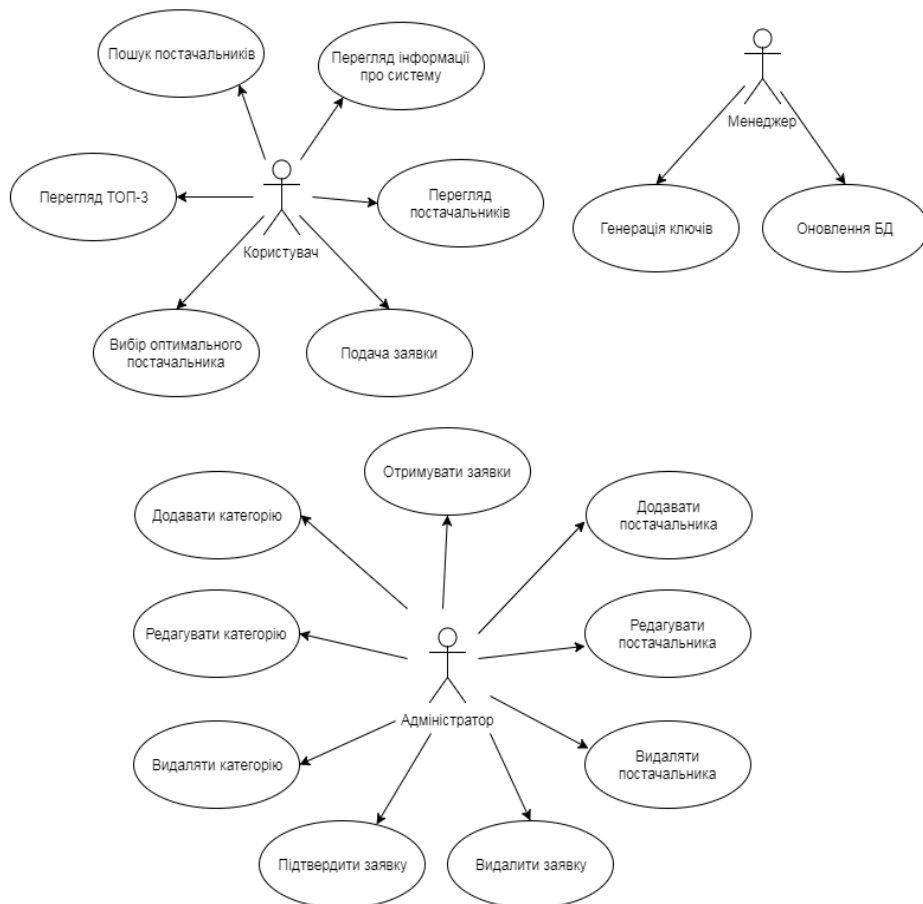


Рисунок 1.4 – Діаграма прецедентів

1.4.3 Створення функціоналу

Головною метою роботи є пошук оптимального постачальника, тому, у даному пункті розглянуто процес створення модулів отримання та обробки інформації зі стороннього ресурсу (AliExpress).

Парсер [51] – це скрипт, призначення якого полягає в автоматичному створенні статей на сайті. Парсер, за заданими параметрами, виконує пошук в мережі Інтернет потрібного контенту та переносить його на вказаний сайт, тому парсер часто називають грабером сайтів. Застосування скриптів-парсерів дозволяє швидко наповнити новий сайт великою кількістю тематичної інформації практично без участі веб-розробника.

Перевагою використання парсеру є отримання актуальної інформації на власний ресурс за короткий час.

Цільовим сайтом є AliExpress, тому що на ньому відбувається оновлення оцінок постачальників в реальному часі. Дана інформація дозволяє знайти оптимальне рішення використовуючи актуальні дані.

Процес парсингу є доволі простим. Він складається з трьох етапів[52]:

- отримання вихідного коду web-сторінки;
- витяг з html-коду необхідних даних;
- фіксація результату.

Перший етап складається з аналізу структури сторінки та отримання її коду. Сайт AliExpress містить специфічну структуру: є базовий шаблон у якому генерується відповідний фрейм з даними. Цей процес виконується за допомогою двох ключів – номер запису у базі даних постачальника (storedID) та номер його статистики (ownerMemberId).

Для отримання номеру статистики необхідно вказати номер у базі даних постачальника. Його можна знайти або у адресному рядку, або натиснувши на назву постачальника (рисунок 1.6).

```

60
61     OFFLINE_HOVER: 'Оставьте сообщение продавцу',
62     ONLINE_STORE: 'Онлайн-чат',
63     ONLINE_HOVER: 'Поговорите в онлайн-чате сейчас',
64     CONTACT: 'Отправить сообщение',
65     CONTACT_HOVER: 'Пошлите сообщение напрямую в Центр сообщений продавца',
66     FOLLOWERS: 'Followers'
67 };
68
69 if (!window.I18N) {
70     window.I18N = {};
71 }
72 window.I18N.welcomeBack = 'И снова здравствуйте';
73
74 var pageConfig = {
75     storeId: '3199016',
76     companyId: ,
77     ownerMemberId: '231313926',
78     storeUri: '//ru.aliexpress.com/store/3199016',
79     feedbackTabUrl: '//ru.aliexpress.com/store/feedback-score/3199016.html',
80     feedbackServer: '//feedback.aliexpress.com/',
81     shopcartServer: '//shoppingcart.aliexpress.com/',
82     aeUSserver: '//us.ae.aliexpress.com/',
83     productsAjax: '//ru.aliexpress.com/store/productGroupsAjax.htm?storeId=3199016',
84     storeStoryAjaxUrl: '//ru.aliexpress.com/store/sellerStoreStoryAjax.htm?storeId=3199016',
85     wholesaleServer: '//ru.aliexpress.com',
86     sessionId: '2e9c1a21da024316bafd63c1e2e946de',
87     isProductGroupsync: 'false',
88     fbmsgParams : {from: "13", id1 : "", id2: "3199016"},
89     wishlistServer: '//my.aliexpress.com/'
90 };

```

Рисунок 1.5 – Фрагмент коду сторінки з конфігурацією

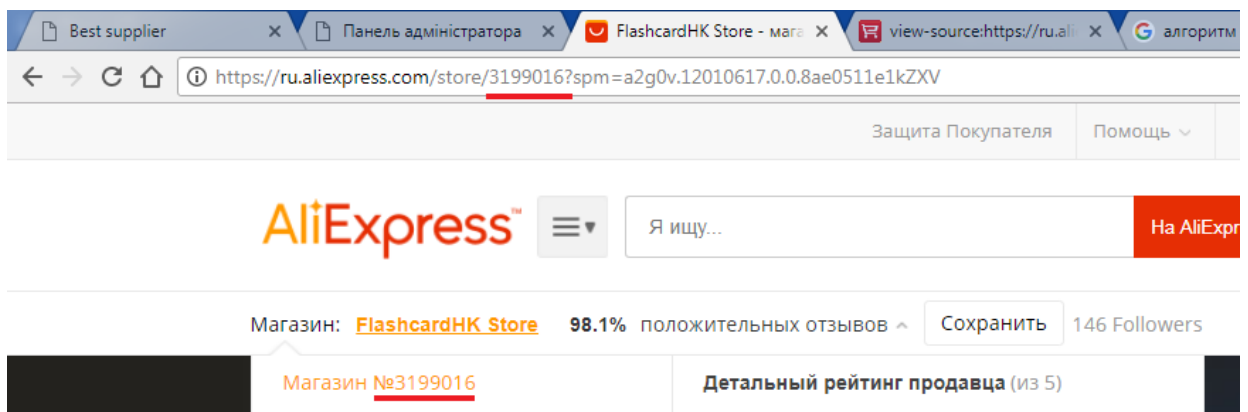


Рисунок 1.6 – Визначення номера постачальника

Для того, щоб одержати сторінку на власному сервері необхідно вказати адресу сторінки, яку хочемо одержати та функцію PHP – `file_get_contents()`. У результаті отримаємо сторінку з Інтернету на власному ресурсі (рисунок 1.7).

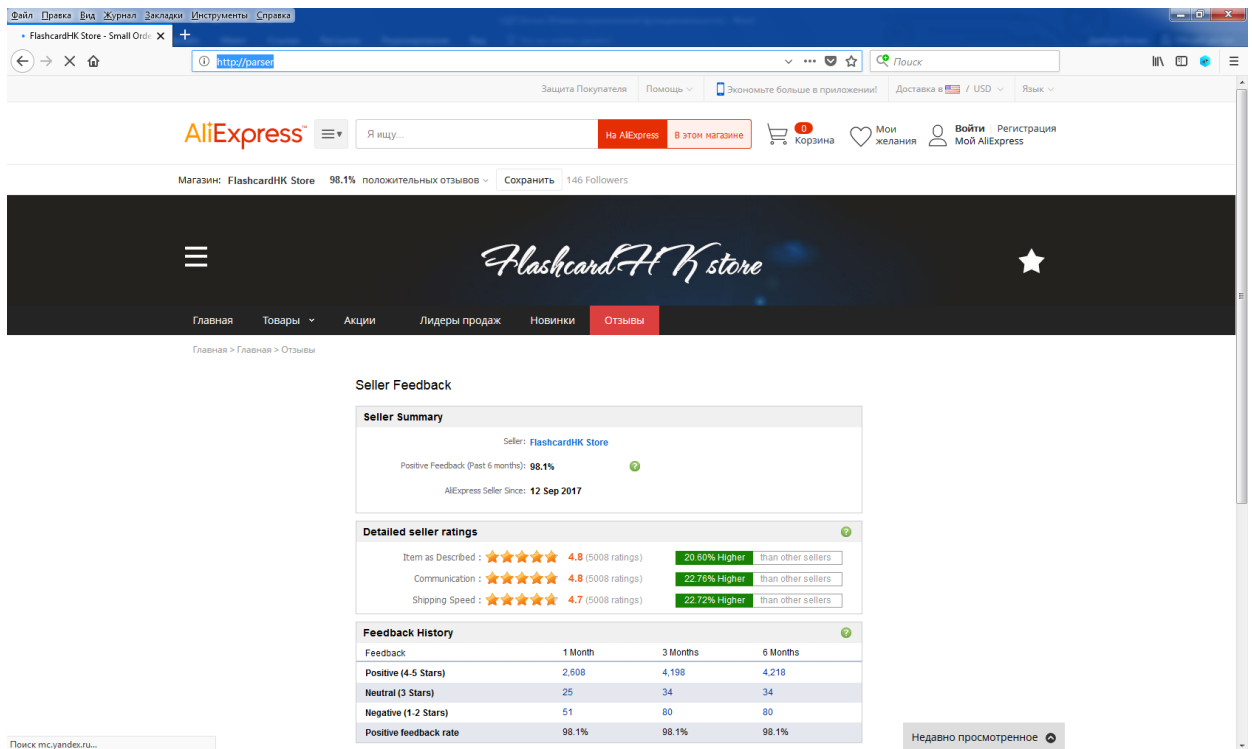


Рисунок 1.7– Одержана сторінка на власному сервері

Наступним кроком необхідно отримати доступ до коду через бібліотеку `phpQuery`. Вона дає можливість працювати з кодом без використання регулярних виразів. Завантажуємо дану бібліотеку з офіційного сайту (<https://code.google.com/archive/p/phpquery/>), підключаємо до проекту та викликаємо метод `phpQuery::newDocument()`. У результаті отримуємо код сторінки (рисунок 1.6). На цьому перший етап закінчений.

На другому етапі необхідно працювати вже з отриманим кодом: знайти необхідну змінну/клас, перетворити її в необхідний формат та обробити результат.

На третьому етапі виводиться результат або записується у базу даних.

Після одержання необхідного номеру необхідно створити парсер для сторінки статистики. Він буде частково відрізнятися від першого (алгоритм однаковий).

Замість стандартного методу `file_get_contents()` використаємо бібліотеку `cURL`, яка дозволяє моделювати роботу браузера та швидше

оброблювати великі об'єми інформації. Для цього необхідно її завантажити (<https://curl.haxx.se/download.html>) та підключити до проекту.

```
object(jQueryObject)#13 ( ["documentID"]=> string(32) "9ad2eadf1c6dd690343b7403e93e91" ["document"]=> &object(DOMDocument)#3 (34) ( ["doctype"]=> string(22) "(object value omitted)" ["implementation"]=> string(22) "(object value omitted)" ["documentElement"]=> string(22) "(object value omitted)" ["actualEncoding"]=> string(5) "utf-8" ["encoding"]=> string(5) "utf-8" ["xmlEncoding"]=> string(5) "utf-8" ["standalone"]=> bool(true) ["xmlStandalone"]=> bool(true) ["version"]=> NULL ["xmlVersion"]=> NULL ["strictErrorChecking"]=> bool(true) ["documentURI"]=> NULL ["formatOutput"]=> bool(false) ["resolveExternals"]=> bool(false) ["preserveWhiteSpace"]=> bool(true) ["reco...
</pre>

```

Рисунок 1.8 – Код сторінки

```
object(jQueryObject)#13 ( ["documentID"]=> string(32) "9ad2eadf1c6dd690343b7403e93e91" ["document"]=> &object(DOMDocument)#3 (34) ( ["doctype"]=> string(22) "(object value omitted)" ["implementation"]=> string(22) "(object value omitted)" ["documentElement"]=> string(22) "(object value omitted)" ["actualEncoding"]=> string(5) "utf-8" ["encoding"]=> string(5) "utf-8" ["xmlEncoding"]=> string(5) "utf-8" ["standalone"]=> bool(true) ["xmlStandalone"]=> bool(true) ["version"]=> NULL ["strictErrorChecking"]=> bool(true) ["documentURI"]=> NULL ["formatOutput"]=> bool(true) ["validateOnParse"]=> bool(false) ["resolveExternals"]=> bool(false) ["preserveWhiteSpace"]=> bool(true) ["reco...
</pre>

```

Рисунок 1.9 – Знаходження необхідної змінної

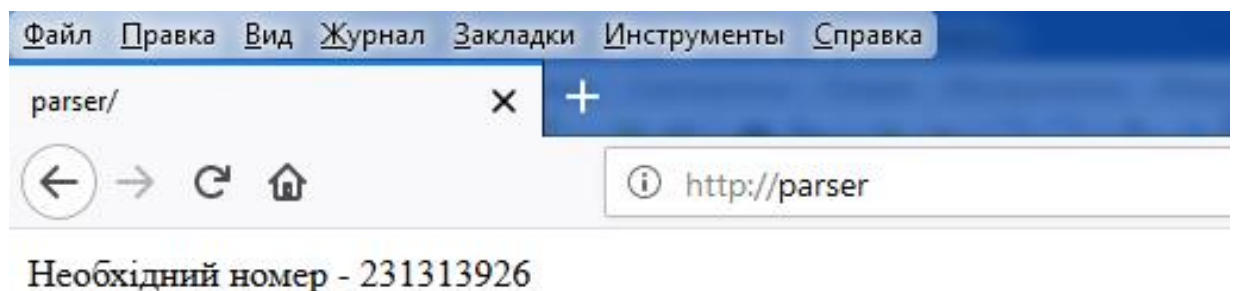


Рисунок 1.10 – Результат парсингу

Другим кроком буде аналогічне використання бібліотеки phpQuery.

На третьому кроці необхідно не виводити інформацію, а заносити її до бази даних. Для цього підключаємося до бази даних та виконуємо запит, який оновлює необхідні дані по двом ключам, які отримали у минулому скрипті.

Для того, щоб ці скрипти працювали, необхідно на хостингу скористатися можливістю Cron (планувальник задач). Завдяки йому є можливість виконувати будь-які скрипти у визначений час. Щоб створити задачу необхідно перейти в “Панель управління” хостингу та обрати вкладку Cron (рисунок 1.11).

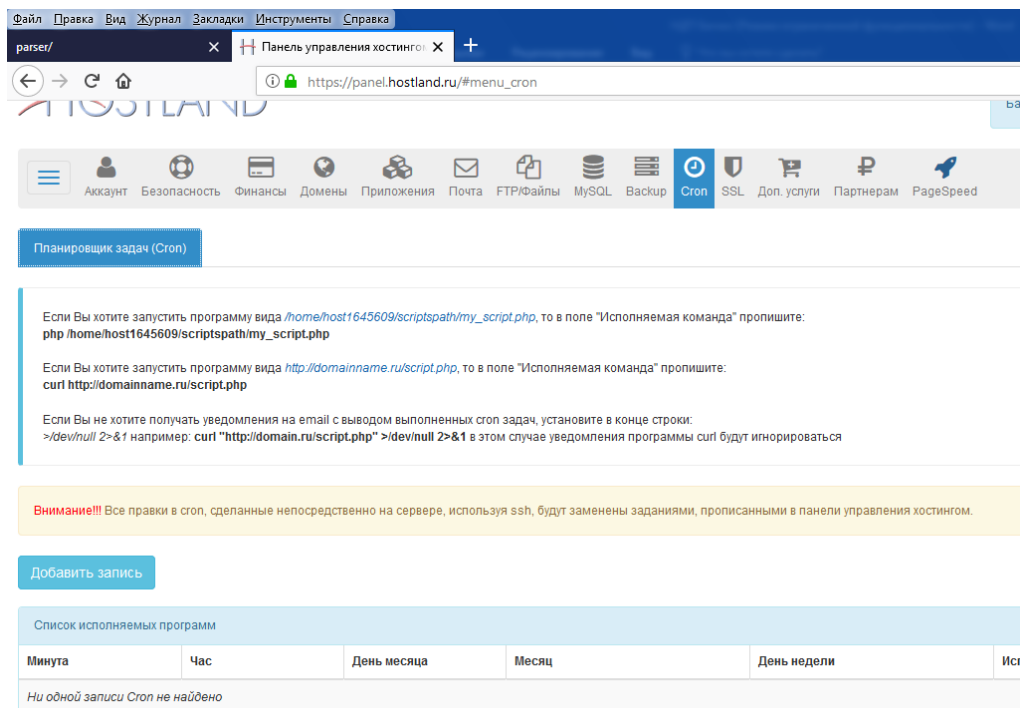


Рисунок 1.11 – Знаходження Cron на “Панелі управління”

Наступним кроком необхідно налаштувати час виконання задачі та посилання на файл.

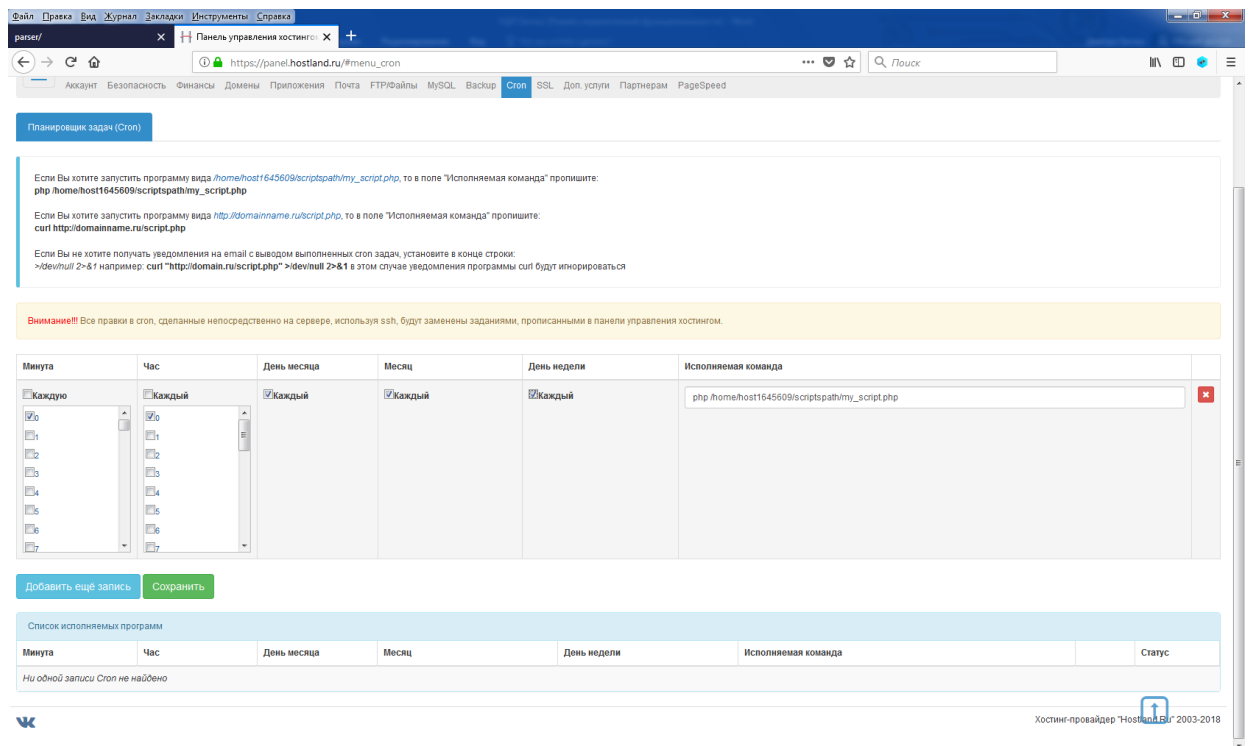


Рисунок 1.12 – Налаштування задачі в Сron

У результаті, після перевірки задачі адміністратором хостингу дані скрипти будуть виконуватись згідно налаштувань, тобто, відбуватиметься оновлення бази даних.

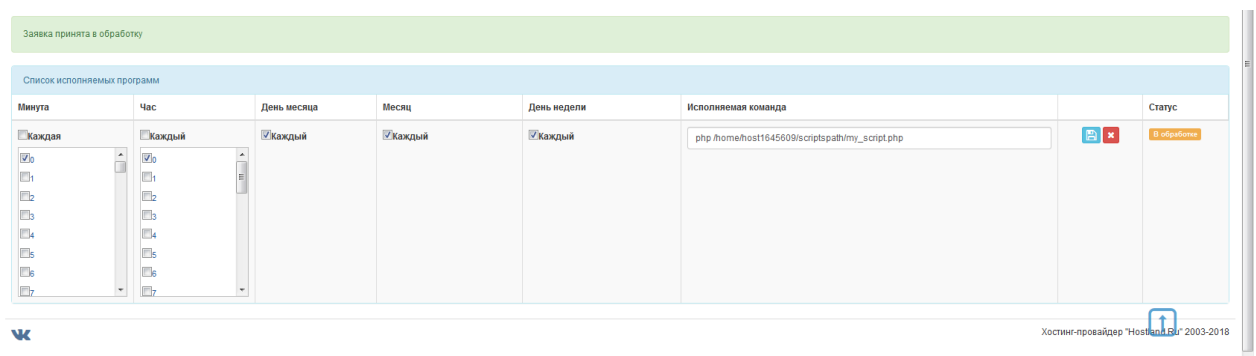


Рисунок 1.13 – Очікування підтвердження задачі в Сron

1.4.4 Створення бази даних

База даних (БД) [53]- це іменована сукупність даних, яка відображає стан об'єктів та їх відносин у досліджуваній предметній області.

Під предметною областю прийнято розуміти деяку область людської діяльності або область реального світу, які підлягають вивченню для організації управління та автоматизації.

Система управління базами даних (СУБД) – це сукупність мовних та програмних засобів, призначених для створення, наповнення, оновлення та видалення баз даних.

Програми, за допомогою яких користувачі працюють з БД, називаються додатками.

До сучасних баз даних, а, отже, і до СУБД, на основі яких вони будуються, висувуються наступні основні вимоги:

1. Висока швидкодія (малий час відгуку на запит). Час відгуку – проміжок часу від моменту запиту БД до фактичного отримання даних.
2. Простота оновлення даних.
3. Незалежність даних.
4. Спільне використання даних багатьма користувачами.
5. Безпека даних – захист даних від навмисного чи ненавмисного порушення секретності, спотворення або руйнування.
6. Стандартизація побудови та експлуатації БД (фактично СУБД).
7. Адекватність відображення даних відповідної предметної області.
8. Доброзичливий інтерфейс користувача.

Для створення БД використаємо СУБД MySQL. База даних зберігає інформацію про категорії, адміністраторів, постачальників та заяв.

Таблиця “Categories” містить інформацію про категорії сайту, “Admins” – логін та пароль адміністраторів, “Suppliers” – дані для розрахунку рейтингу, “Statements” – дані заявки від користувачів.

Отже, на етапі розробки була створена архітектура системи, діаграма взаємодії, створений функціонал та база даних.

1.4.5 Робота з інформаційною системою

Для початку роботи з інформаційною системою клієнт переходить на свою домашню сторінку в браузері. Навігація веб-сторінками системи здійснюється за допомогою верхнього та бічного меню.

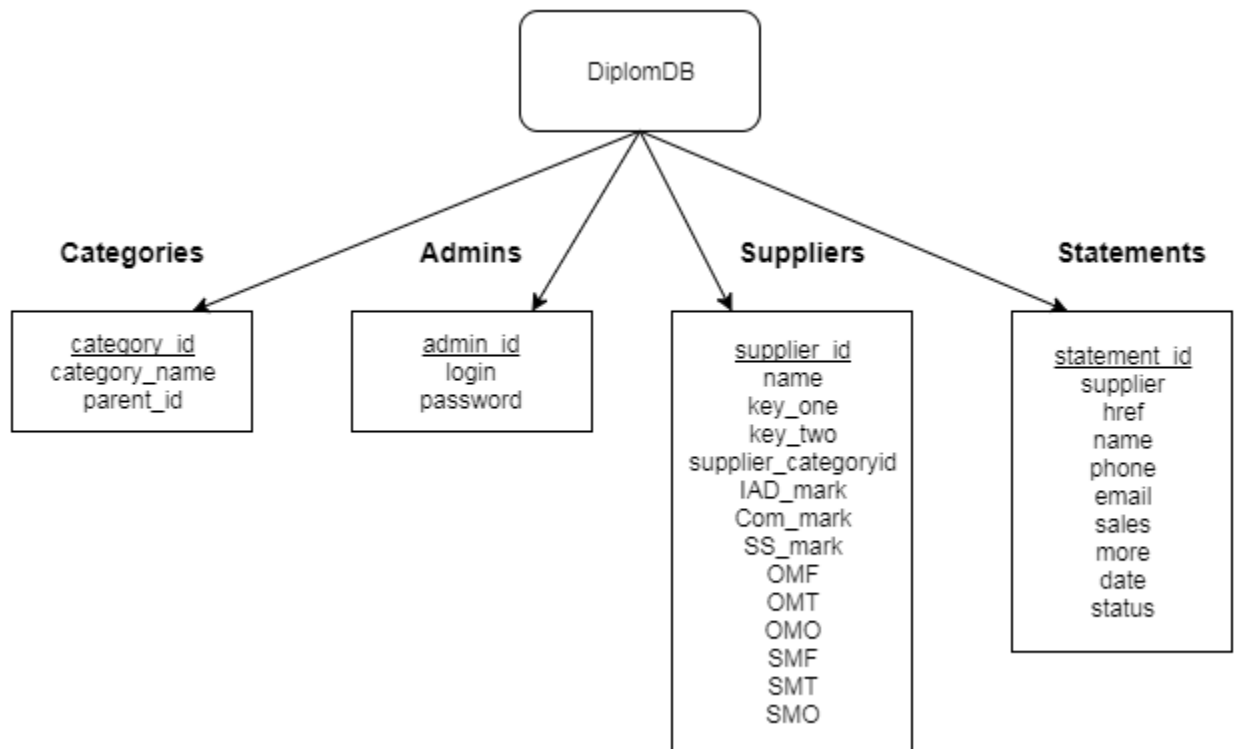


Рисунок 1.14 – Модель бази даних

1.4.6 Робота з інформаційною системою

Для початку роботи з інформаційною системою клієнт переходить на свою домашню сторінку в браузері. Навігація веб-сторінками системи здійснюється за допомогою верхнього та бічного меню. Верхнє меню інформаційної системи складається з декількох пунктів. Пункт меню "Постачальники" відповідає за відображення всіх постачальників, що існують у системі, з активними посиланнями на їх сторінки в AliExpress. Пункт меню "Застосувати" надає можливість надіслати заявку адміністратору від постачальника для додавання до системи. Пункт меню "Про систему" надає коротку довідку щодо роботи з системою. Пункт меню "Домашня сторінка" дозволяє перейти до домашньої сторінки.

У бічному меню є блок пошуку та блок із наявними товарами. Пошук дозволяє знайти постачальника та короткі характеристики. У блоці з товарами користувач може вибрати необхідний товар, наприклад, товарні лінійки телефонів, потім – модель телефону. Як результат, буде запропонована форма оцінки критеріїв вибору постачальників, як показано

на рис.1.15. Користувач повинен заповнити цю форму, вибираючи власне ставлення до кожного критерію оцінки за допомогою прапорців.

BEST SUPPLIER

Home Suppliers Apply About system

Search

Samsung(Mobile Phones)

- Galaxy A
- Galaxy J
- Galaxy Note
- Galaxy S
 - All phones
 - S7
 - S8
 - S8+
 - S8+ 128Gb
 - S9
 - S9+

Galaxy S / S8

Evaluate each criterion and click the "Calculate" button.

Compliance with characteristics	Communication	Sending speed	Neutral and negative feedback
<input type="radio"/> Indifferently <input type="radio"/> Does not matter <input type="radio"/> Important <input checked="" type="radio"/> Very important <input type="radio"/> Absolutely important	<input type="radio"/> Indifferently <input type="radio"/> Does not matter <input type="radio"/> Important <input checked="" type="radio"/> Very important <input type="radio"/> Absolutely important	<input type="radio"/> Indifferently <input type="radio"/> Does not matter <input checked="" type="radio"/> Important <input type="radio"/> Very important <input type="radio"/> Absolutely important	<input type="radio"/> Indifferently <input type="radio"/> Does not matter <input type="radio"/> Important <input checked="" type="radio"/> Very important <input type="radio"/> Absolutely important
Positive feedback for the month	Positive feedback for 6 months	Number of sales per month	Number of sales in 6 months
<input type="radio"/> Indifferently <input type="radio"/> Does not matter <input type="radio"/> Important <input checked="" type="radio"/> Very important <input type="radio"/> Absolutely important	<input type="radio"/> Indifferently <input type="radio"/> Does not matter <input checked="" type="radio"/> Important <input type="radio"/> Very important <input type="radio"/> Absolutely important	<input type="radio"/> Indifferently <input type="radio"/> Does not matter <input type="radio"/> Important <input checked="" type="radio"/> Very important <input type="radio"/> Absolutely important	<input type="radio"/> Indifferently <input type="radio"/> Does not matter <input type="radio"/> Important <input checked="" type="radio"/> Very important <input type="radio"/> Absolutely important

Calculate

Information system for selecting the optimal supplier © 2018

Рисунок 1.15 Інтерфейс користувача з формою для оцінки критеріїв відбору постачальників

Після заповнення форми користувач повинен натиснути кнопку «Обчислити». Як результат, відображається рейтинг ТОП-10 постачальників із загальними вагами та поточними цінами (рис. 1.16).

BEST SUPPLIER

Home Suppliers Apply About system

Search

Samsung(Mobile Phones)

- Galaxy A
- Galaxy J
- Galaxy Note
- Galaxy S
 - All phones
 - S7
 - S8
 - S8+
 - S8+ 128Gb
 - S9
 - S9+

Galaxy S / S8

Best supplier - ★ Best Seller(HK)-1 Year Quality Warranty Original phones Store ★

Rating of suppliers(max point - 2.2)*:

- Best Seller(HK)-1 Year Quality Warranty Original phones Store - 2.2 - price 7605.
- WD-Best One-Brand Original Phone Store - 1.8 - price 7705.
- SEN YUAN(HK) STORE - 1.5 - price 7575.
- 99100 Store - 1.2 - price 7645.
- R-phone Brand Shop Original (WF INTERNATIONAL) - 1.1 - price 7805.
- Comwingo Electronic Wholesale Technology Co.,Ltd - 1.1 - price 7565.
- Summer Technology Co.,Ltd. - 1 - price 7645.
- Hongkong HIS MobileGroup Store - 1 - price 7685.
- BeyondTech-Top-rated Genuine Mobile Phone Store - 0.9 - price 7625.
- Ecoolkey Technology Co.,Ltd - 0.9 - price 7945.

* For detailed information about suppliers, click [here](#).

Information system for selecting the optimal supplier © 2018

Рисунок 1.16. Інтерфейс користувача з рейтингом постачальників

При натисканні ціни клієнт переходить на сторінку продавця на платформі AliExpress з описом товару.

Відгуки продавців та ціни на товари оновлюються раз на день. Таким чином, розрахунок рейтингу постачальників у запропонованій інформаційній системі проводиться з використанням фактичних даних.

2 АНАЛІЗ СТАНУ ЕРГОНОМІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Протягом останніх років завдання ергономічного забезпечення автоматизованих систем обробки інформації і управління (АСОІУ) набувають все більшої актуальності [54-59]. У зв'язку з цим розробляються математичні моделі та інформаційні технології, спрямовані на пошук ергономічних резервів підвищення ефективності людино-машинних систем [60-65].

Більшість досліджень присвячено опису, оцінці та оптимізації діяльності операторів [66-72], аналізу та оцінці умов праці на робочих місцях [73-78]. Особливе місце в комплексі ергономічних завдань займає задача визначення функціонального стану людини-оператора та прогнозування безпомилковості діяльності [79-84]. Сформовано наукові школи системного аналізу АСОІУ [32-43], системотехніки [85-102], інженерної психології [50-55], ергономіки [55-60], охорони праці [103-119], штучного інтелекту та біометрії [120-133].

Різноманітні ергономічні дослідження діяльності операторів проводилися в напрацюваннях різних вчених, дослідників, студентів тощо. На прикладі наступних робіт сформовано напрямки досліджень діяльності людей операторів: операціоніст банку – Ашеров А.Т.[89]; оператор системи безпеки – Ашеров А. Т.[36]; оператор обробки даних – Ашеров А. Т.[89, 85], Анохін О. М.[87, 88], Алонцева Е. Н.[93], Цивільський Ф. Н.[99]; оператор АСУТП електростанції – Федотов Д. К., Буров О. Ю.[100, 101]; оператор зварювального виробництва – Ізотова Є. А.[102]; оператор – комплектувальник – Лавров Є. А.[85]; оператор АСУГВС мех. обробки – Ісаєнко С. Г., Лавров Є. А.[85]; оператор АСУТП прокатного стану – Шевяков А. В.[103]; оператор АСУТП газопроводу – Ісаєнко С. Г.[85]; оператор АСУ (формування технології навчання операторів) – Доровський В. А.[104]; оператор нафтогазопромислу – Бояркін М. О.[105]; оператор

суднових систем – Губинський А. І., Євграфов В. Г., Кобзєв В. В.[85]; оператор системи «людина-автомобіль» - Гаврилов Е. В.[106], Доля В. К.[107-111], Волобуєва Т. В.[114]; оператор – пілот – Рева А. Н.[115]; оператор систем спеціального призначення – Чабаненко П. П.[116], Панфілов Ю. І. [117], Герасимов Б.М.[100, 118]; оператор – рятувальник – Васильєв М. В.[119].

У роботах [120, 121], в яких досліджується моніторинг людини з використанням аналізу клавіатурного почерку, графічно продемонстровано збільшення публікацій, що пов'язані з реалізацією людино – машинної взаємодії за допомогою біометричних даних, з кожним роком.

Сенс антропоцентричного підходу щодо дослідження автоматизованих систем полягає в тому, що кібернетичним засобом праці в АСОІУ виступає його технічна частина, яка є допоміжним елементом для покращення діяльності суб'єкта праці [85].

Мета ергономіки ("людського фактору") націлена на пізнанні людських здібностей та обмежень, а потім застосуванні цих навчань для покращення взаємодії людей з продуктами, системами та оточенням.

Ергономіка має на меті: покращити робочі місця та навколишнє середовище, щоб мінімізувати ризик травмування чи заподіяння шкоди та створити безпечні, комфортні та продуктивні робочі простори шляхом залучення людських здібностей та обмежень у дизайн робочого простору, включаючи розмір тіла, силу, вміння, швидкість, сенсорні здібності людини (зір, слух) та навіть ставлення.

За даними Safe Work Ukraine, загальна економічна вартість виробничих травм та захворювань оцінюється в 20 мільярдів доларів.

Дослідження показують, що незадовільний психофізіологічний стан співробітників – це найпоширеніша у світі працездатність, яка впливає на працівників з офісів, пов'язаних з інформаційними системами, будівельних майданчиків та категорії найвищого ризику, сільського господарства.

Основні завдання ергономічного проектування [85]: визначення програми вимог; розподілення завдань (між технологіями та операторами), звертаючи увагу на потужність та обмеження; розгляд альтернатив попереднього пункту та вибір найкращого рішення; розробка завдань, з урахуванням організаційних аспектів (рівень освіти, командна робота, графік роботи, тощо) та з урахуванням фізичних особливостей людини (швидка/повільна втомлюваність); тестування у віртуальному середовищі за допомогою симуляції, моделей, тощо; проектування взаємодії інтерфейсів між людьми та автоматизованими комплексами; адаптація конструкцій.

Кожна з вище зазначених задач має право на існування у випадку, якщо буде діяти ефективний та якісний контроль за психофізіологічним станом операторів АСОІУ. Погане самопочуття несе ризик збоїв на підприємствах, в системах, але в першу чергу втрату людей-операторів на їх робочих місцях (пов'язане зі станом здоров'я: захворюваність як слабка форма (температура, тиск, запаморочення, тощо), так і складна (потрапляння до лікарні)).

Отже, першочерговою роллю та задачею оперативного управління автоматизованими системами є

- моніторинг ПФС
- оперативна підтримка діяльності операторів, що працюють в АСОІУ.

У АСОІУ навички та досвід оператора представлені в ефективності його роботи. Оператор з більш високою ефективністю може швидко та якісно виконати власні завдання, ніж людина з нижчою ефективністю за однаковий проміжок часу.

Автоматизована класифікація ПФС людини є важливою проблемою для оцінки стресостійкості, нагляду за операторами критичної інфраструктури, функціональних та геномно-функціональних досліджень, медичної діагностики, автоматизованого навчання та систем [94]. Найважливішими функціональними станами для цих сфер є стрес і стан спокійного неспанья, тобто званий нормальний ПФС.

Останнім часом зросла кількість досліджень, присвячених психофізіологічним порушенням, що виникають у операторів при роботі з автоматизованими системами. Всі вони направлені на вивчення впливу роботи на здоров'я і якість прийняття рішення операторів. Відзначаються зміни функціонального стану не тільки зорової системи, сенсорними скаргами на зоровий дискомфорт і порушення процесів акомодатції, а й виражені зрушення психофізіологічного стану організму в цілому (головний біль, втома, зниження концентрації уваги, працездатності, стійкі психоемоційні і психосоматичні порушення, тощо) [95].

Робота оператора відноситься до розумової праці, незважаючи на велике навантаження на м'язовий апарат. Це пов'язано з тим, що шкідлива робота пов'язана з аналізом графічної і текстової інформації, а фізичне навантаження є побічним, небажаним ефектом.

Висновки. Незважаючи на великі напрацювання в області ергономічного забезпечення складних систем для створення систем підтримки прийняття рішень необхідно доповнити існуючі розробки бібліотеками моделей:

- Оперативне визначення функціонального стану операторів;
- Прогнозування надійності операторів на основі моделі взаємодії “людина-комп'ютер”;
- Формування бази оптимізаційних моделей взаємодії “людина-комп'ютер”.

ВИСНОВКИ

Прийняття рішення щодо вибору постачальника товарів на електронних ринках здійснюється за багатокритеріальними умовами. Для вирішення цього завдання широко застосовуються багатоатрибутні методи прийняття рішень. Ці методи повинні бути впроваджені в СППР, який збирає, аналізує всі дані, на основі яких реалізований процес вибору постачальника, і видає результат відбору кінцевому користувачеві.

Це дослідження представляє СППР для вибору оптимального постачальника товарів з торгової платформи AliExpress. Він розроблений як веб-інформаційна система та заснований на методі аналітичної ієрархії. Запропонована СППР призначена для формування набору альтернатив, які є всіма постачальниками певного товару, матриці порівняння альтернатив та для обчислення рівня узгодженості постачальників. Парове порівняння постачальників здійснюється з використанням комплексного показника конкурентоспроможності постачальника. Розроблено математичну модель для розрахунку цього показника. Ця модель дозволяє врахувати ступінь важливості кожного критерію при виборі постачальника для конкретного клієнта. Розроблена інформаційна система надає користувачам веб-інтерфейс для оцінки ваги кожного критерію, перегляду розрахункового рейтингу постачальників та поточної ціни на вибрані товари. За потреби користувач може знайти детальну інформацію про кожного постачальника з рейтингу постачальників.

Очікується, що розроблений DSS спростить здійснення покупок на AliExpress, оскільки виконує аналіз даних за відгуками продавців усіх можливих продавців. Це заощадить час покупців AliExpress для прийняття правильного рішення щодо вибору оптимального постачальника.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методи та засоби підтримки прийняття рішень / В.Г. Тоценко //Реєстрація, зберігання і оброб. даних. – 2007. – Т. 9, № 3. – С. 98-104.
2. Ruth Mwikali, Stanley Kavale. (2012) “Factors Affecting the Selection of Optimal Suppliers in Procurement Management.” International Journal of Humanities and Social Science 2 (14): 189–193.
3. Totsenko V.G., Tsyganok V.V. Method of Paired Comparisons Using Feedback with Expert // J. of Automation and Information Sciences. – 1999. – 31, № 9. – P. 86–97.
4. Totsenko V.G. Generation of Pair Comparisons Algorithms for Simulation of Expert Preferences during Decision-Making Support. Part 1 // Engineering Simulation. – 2001. – Vol.18. – P. 303–316.
5. Totsenko V.G. Generation of Pair Comparisons Algorithms for Simulation of Expert Preferences During Decision-Making Support. Part 2 // Engineering Simulation. – 2001. – vol. 18. – P. 447–456.
6. Totsenko V.G., Kachanov P.T., Kachanova E.V., Deev A.A., Torba L.T. Experimental Research of Methods for Getting Cardinal Expert Estimates of Alternatives. Part 1. Methods without Expert Feedback // J. of Automation and Information Sciences. – 2003. – vol. 35.
7. Totsenko V.G., Tsyganok V.V., Kachanov P.T., Kachanova E.V., Deev A.A., Torba L.T. Experimental Research of Methods for Getting Cardinal Expert Estimates of Alternatives. Part 2. Methods with Expert Feedback // J. of Automation and Information Sciences. – 2003. – vol. 35.
8. Тоценко В.Г., Циганок В.В., Качанов П.Т. Підтримка прийняття рішення щодо вибору методу експертного оцінювання // Системные исследования и информационные технологии. – 2002. – № 4. – С. 52–61.
9. Totsenko V.G. Matching and Aggregation of Experts Estimates Taking into Account Experts’ Competence while Group Estimation of Alternatives for

- Decision-Making Support // J. of Automation and Information Sciences. – 2002. – Vol. 34, № 8.
10. Zgurovsky M.Z., Totsenko V.G., Tsyganok V.V. Group Incomplete Paired Comparisons with Account of Expert Competence // Mathematical and Computer Modelling. – 2004, February. – Vol. 39, N 4–5. – P. 349–361.
11. Totsenko V.G. Determination of Relative Competence of Group Members in the Subject under Discussion on Group Decision-Making // J. of Automation and Information Sciences. – 2002. – Vol. 34, № 4.
12. Тоценко В.Г., Циганок В.В., Деєв А., Олійник І.Д. Побудова баз знань систем підтримки прийняття рішень групами розподілених експертів // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. – 2002. – Т. 4, № 4. – С. 120–128.
13. Totsenko V.G. The Agreement degree of Estimations set with regard for Experts' Competence // Proc. of the 4-th International Symp. on the Analytic Hierarchy Process. – Burnaby, B.C. (Canada). – 1996, 8–12 July. – P. 224–241.
14. Totsenko V.G. Spectral Method for Determination of Consistency of Expert Estimate Sets // Engineering Simulation. – 2000. – 17. – P. 715–727.
15. Циганок В.В. Комбинаторный алгоритм парных сравнений с обратной связью с экспертом // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика // Збірники доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю // НАН України. Інститут проблем математичних машин і систем. – 2006. – С. 166–169.
16. Totsenko V.G. Method of verifying Sufficiency of Individual Ranking Consistency in Group Decision-Making // J. of Automation and Information Sciences. – 2006. – vol. 38.
17. Totsenko V.G. Method of Determination of Group Multicriteria Ordinal Estimates with Account of Expert Competence // J. of Automation and Information Sciences. – 2005. – vol. 37.
18. Totsenko V.G. Group Ranking under Feedback with Experts Taking into Account Their Competency // J. of Automation and Information Sciences. – 2006. – vol. 38.

19. Каденко С.В. Визначення відносної вагомості критеріїв на основі ординальних оцінок // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. – 2006. – Т. 8, № 2. – С. 100–110.
20. Totsenko V.G. On Problem of Reversal of Alternatives Ranks while Multicriteria Estimating // J. of Automation and Information Sciences. – 2006. – vol. 38.
21. Егорова Е.А., Сигал Т. Г., Тоценко В.Г. Экспериментальное исследование феномена реверса рангов // Электронное моделирование. – 2007. – № 1. – С. 49–59.
22. Качанов П.Т., Косарев Е.К., Сигал Т.Г. Индивидуальная мультикритериальная абсолютная кардинальная экспертная оценка // Электронное моделирование. – 2006. – № 6. – С. 37–44.
23. Тоценко В.Г., Ларін Л.К. Підтримка прийняття рішень при проведенні великомасштабних конкурсів проектів // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. – 1999. – Т. 1, № 2. – С. 69–77.
24. Тоценко В.Г. О декомпозиции задач мультикритериального оценивания альтернатив при поддержке принятия решений // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2002. – № 1. – С. 109–119.
25. Тоценко В.Г., Сигал Т.Г. Система підтримки прийняття рішень мультикритеріального оцінювання з розширеними можливостями // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. – 2005. – Т. 7, № 3. – С. 98–107.
26. Totsenko V.G. Estimation of Comparative Efficiency of Projects of Complex Target-Oriented Programmes Using the Simulation Method of Goal Hierarchy // Engineering Simulation. – 1999. – vol. 16. – P. 361–375.
27. Totsenko V.G. One Approach to the Decision Making Support in R&D Planning. Part 2. The Method of Goal Dynamic Estimating of Alternatives // J. of Automation and Information Sciences. – 2001. – vol. 33, N 4. – P. 82–90.
28. Тоценко В.Г. Метод підтримки прийняття рішень на основі цільового динамічного оцінювання альтернатив з урахуванням ймовірностей їх

реалізації // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. – 2001. – Т. 3, № 4. – С. 102–109.

29. Тоценко В.Г., Егорова Е.А. Метод поддержки принятия решений в условиях неопределённости структуры базы знаний относительно проблемы, по которой принимается решение // Электронное моделирование (передана в печать).

30. Totsenko V.G. On One Approach to Decision-Making Support for Formation of Complex Target-Oriented Programs in the Presence of Threats and Risks. Part 1. Models of Threats and Risks // J. of Automation and Information Sciences. – 2004. – vol. 36.

31. Totsenko V.G. On One Approach to Decision-Making Support for Formation of Complex Target-Oriented Programs in the Presence of Threats and Risks. Part 2. Evaluation of Project Efficiency // J. of Automation and Information Sciences. – 2004. – vol. 36.

32. Totsenko V.G. and Myagkiy V.N. On an Approach to Constructing a Procedure for Selecting Alternatives in Decision-making Support System // Engineering Simulation. – 1996. – Vol. 13. – P. 635–644.

33. Тоценко В.Г. Підтримка прийняття рішень, що повторюються, з урахуванням досвіду // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. – 1999. – Т. 1, № 1. – С.110–117.

34. Тоценко В.Г. Об унификации алгоритмов организации экспертиз // Проблемы правовой информатизации. – 2006. – № 2. – С. 96–102.

35. Єгорова О.О., Дурицька С.Г., Тоценко В.Г. Система підтримки прийняття рішень щодо вибору професії // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. – 2003. – Т. 5, № 4. – С. 97–105.

36. Fabio De Felice, Mostafa H. Deldoost, Mohsen Faizollahi and Antonella Petrillo. (2015) “Performance Measurement Model for the Supplier Selection Based on AHP.” International Journal of Engineering Business Management 7 (17): 7–17.

37. H. Assellaou, B. Ouhbi, B.Frikh. (2015) "Selection of Optimal Supplier in Supply Chain Using A MultiCriteria Decision Making Method." *Management of Environmental Quality: An International Journal* 4 (7): 218–222.
- Chandraveer Singh Rathore, Sachin Agarwa (2016) "Supplier Selection Process in
38. Supply Chain Management." *International Journal of Engineering Sciences & Research* 5 (9): 24–29.
39. Abraham Mendoza, José A. Ventura (2016) "Analytical Models for Supplier Selection and Order Quantity Allocation." *International Journal of Engineering Sciences & Research* 36 (8): 3826–3835.
40. James Scott, William Ho, Prasanta K. Dey, Srinivas Talluri (2015) "A decision support system for supplier selection and order allocation in stochastic, multi-stakeholder and multi-criteria environments." *International Journal of Production Economics* 166: 226–237.
41. G.Rajesh, P.Malliga (2013) "Supplier Selection based on AHP QFD Methodology." *Procedia Engineering* 64: 1283–1292.
42. Mehdi Toloo, Soroosh Nalchigar (2011) "A new DEA method for supplier selection in presence of both cardinal and ordinal data." *Expert Systems with Applications* 166: 14726–14731.
43. Tamara Jaber, Rana Nazzal. Alaa Horani, Sameh Al-Shihabi. (2011) "Selecting the Best Supplier Based on a Multi-Criteria Taguchi Loss Function: A Simulation Optimization Approach," in *Proc. of the 2011 Winter Simulation Conference*. ISBN 978-1-4577-2109-0: 4285–4293.
44. Dongjoo Lee, Taehee Lee, Sue-kyung Lee, Ok-ran Jeong, Hyeonsang Eom, Sang-goo Lee (2006) "BestChoice: A Decision Support System for Supplier Selection in e-Marketplaces." *Lecture Notes in Computer Science* 4055: 198–208.
45. Dara Kumala Devi, Ariyani Wardhana (2018) "Analysis and Design of the Best Suppliers Selection Case Study: Department Store Kopetri with the Ahp and Topsis Methods" *Lecture Notes in Computer Science* 7 (6): 109–120.
46. Manoj Sharma (2013) "Multi Attribute Decision Making Techniques." *International Journal of Research in Management, Science & Technology.*"

International Journal of Research in Management, Science & Technology 1(1): 49–51.

47. Gwo-Hshiong Tzeng Jih-Jeng Huang (2011) “Multiple Attribute Decision Making Methods and applications.” Chapman & Hall Book, CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4398-6157-8.

48. Метод аналізу ієрархій як інструмент для прийняття рішень при стратегічному плануванні [Електронний ресурс]: – Режим доступу: http://pidruchniki.com/15660721/menedzhment/metod_analizu_iyerarhiy_instrument_dlya_priunyattya_rishen_pri_strategichnomu_planuvanni.

49. Методи та системі підтримки прийняття рішень в управлінні еколого-економічними процесами підприємств: навч. Посібник / В. С. Пономаренко, Л. А. Павленко, О. М. Беседовський та ін. – Харків: ХНЕУ, 2012. – 272 с.

50. Савчук Т.О. Організація баз даних і знань. Вінниця: ВДТУ, 2000р.

51. Що таке парсер [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://www.ua5.org/web/397-shho-take-parser.html> – Назва з екрану.

52. Этапы парсинга [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://parsing.valemak.com/ru/what-why-how/stages-of-parsing/> – Назва з екрану.

53. Пасічник В.В. Організація баз даних та знань: підручник для ВНЗ/ В.В. Пасічник, В.А. Резніченко.– К.: Видавнича група BVH, 2006.-384с.

54. Burov, O., Lavrov, E., Lytvynova, S., Pasko, N., Dubovyk, S., Orliyk, O., ... Kyzenko, V. (2021). Cognitive Performance Degradation in High School Students as the Response to the Psychophysiological Changes. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 1201 AISC, pp. 83–88). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51041-1_12.

55. Lavrov, E., Siryk, O., & Chabanenko, P. (2020). A method to ensure the effectiveness and attractiveness of e-learning. Human-oriented systemic ergonomic approach. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 2732, pp. 572–582). CEUR-WS.

56. Burkov, E. A., Paderno, P. I., Siryk, O. E., Lavrov, E. A., & Pasko, N. B. (2020). Analysis of Impact of Marginal Expert Assessments on Integrated Expert Assessment. In *Proceedings of 2020 23rd International Conference on Soft*

- Computing and Measurements, SCM 2020 (pp. 14–17). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/SCM50615.2020.9198772>
57. Lavrov, E., Pasko, N., Siryk, O., Mukoseev, V., & Dubovyk, S. (2020). Automation of reliability assessment of functional elements of flexible automated production based on functional network methodology. In CEUR Workshop Proceedings (Vol. 2740, pp. 357–364). CEUR-WS.
58. Burov, O., Lytvynova, S., Lavrov, E., Krylova-Grek, Y., Orlyk, O., Petrenko, S., ... Tkachenko, O. M. (2020). Cybersecurity in educational networks. In Advances in Intelligent Systems and Computing (Vol. 1131 AISC, pp. 359–364). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39512-4_56
59. Lavrov, E., Pasko, N., Siryk, O., Burov, O., & Osadchyi, V. (2020). Ergonomics of cyberspace. mathematical modeling to create groups of operators for error-free and timely implementation of functions in a distributed control system. In CEUR Workshop Proceedings (Vol. 2740, pp. 380–385). CEUR-WS.
60. Lavrov, E., Paderno, P., Burkov, E., Volosiuk, A., & Lung, V. D. (2020). Expert assessment systems to support decision-making for sustainable development of complex technological and socioeconomic facilities. In E3S Web of Conferences (Vol. 166). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016611002>
61. Pinchuk, O., Sokolyuk, O., Burov, O., Lavrov, E., Shevchenko, S., & Aksakovska, V. (2020). ICT for training and evaluation of the solar impact on aviation safety. In CEUR Workshop Proceedings (Vol. 2732, pp. 786–792). CEUR-WS.
62. Lavrov, E., Pasko, N., & Siryk, O. (2020). Information technology for assessing the operators working environment as an element of the ensuring automated systems ergonomics and reliability. In Proceedings - 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2020 (pp. 570–575). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/TCSET49122.2020.235497>

63. Lavrov, E. A., Paderno, P. I., Burkov, E. A., Siryk, O. E., & Pasko, N. B. (2020). Information Technology for Modeling Human-machine Control Systems and Approach to Integration of Mathematical Models for Its Improvement. In Proceedings of 2020 23rd International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2020 (pp. 117–120). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/SCM50615.2020.9198791>
64. Lavrov, E., Pasko, N., Siryk, O., Burov, O., & Natalia, M. (2020). Mathematical Models for Reducing Functional Networks to Ensure the Reliability and Cybersecurity of Ergatic Control Systems. In Proceedings - 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2020 (pp. 179–184). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/TCSET49122.2020.235418>
65. Burov, O., Lavrov, E., Pasko, N., Hlazunova, O., Lavrova, O., Kyzenko, V., & Dolgikh, Y. (2020). Self-adjusted data-driven system for prediction of human performance. In Advances in Intelligent Systems and Computing (Vol. 1131 AISC, pp. 282–287). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39512-4_45
66. Lavrov, E., Pasko, N., Siryk, O., Kisel, N., & Sedova, N. (2020). The method of teaching IT students computer analysis of ergonomic reserves of the effectiveness of automated control systems. In E3S Web of Conferences (Vol. 166). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610017>
67. Lavrov, E., Lavrova, O., Pasko, N., Kyzenko, V., & Savina, N. (2019). Assessment of the reliability of a human operator in access systems to information resources. In 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 - Proceedings (pp. 51–56). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/PICST47496.2019.9061495>
68. Lavrov, E. A., Paderno, P. I., Volosiuk, A. A., Pasko, N. B., & Kyzenko, V. I. (2019). Automation of Functional Reliability Evaluation for Critical Human-Machine Control Systems. In Proceedings of 2019 3rd International Conference on

- Control in Technical Systems, CTS 2019 (pp. 144–147). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/CTS48763.2019.8973294>
69. Lavrov, E. A., Paderno, P. I., Volosiuk, A. A., Pasko, N. B., & Kyzenko, V. I. (2019). Decision Support Method for Ensuring Ergonomic Quality in Polyergatic IT Resource Management Centers. In Proceedings of 2019 3rd International Conference on Control in Technical Systems, CTS 2019 (pp. 148–151). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/CTS48763.2019.8973265>
70. Lavrov, E., Kozhevnykov, G., Pasko, N., Gonchar, V., & Mukoseev, V. (2019). Improvement for Ergonomic Quality of Man-Machine Interaction in Automated Systems based on the Optimization Model. In 2018 International Scientific-Practical Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2018 - Proceedings (pp. 735–740). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2018.8632074>
71. Lavrov, E., & Lavrova, O. (2019). Intelligent adaptation method for human-machine interaction in modular E-learning systems. In CEUR Workshop Proceedings (Vol. 2393, pp. 1000–1010). CEUR-WS.
72. Lavrov, E., Pasko, N., & Borovyk, V. (2019). Management for the Operators Activity in the Polyergatic System. Method of Functions Distribution on the Basis of the Reliability Model of System States. In 2018 International Scientific-Practical Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2018 - Proceedings (pp. 423–428). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2018.8632102>
73. Lavrov, E., Pasko, N., Lavrova, O., & Savina, N. (2019). Models for the Description of Man-Machine Interaction for the Tasks of Computer-Aided Assessment of the Reliability of Automated Systems. In 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT

- 2019 - Proceedings (pp. 176–181). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/AIACT.2019.8847767>
74. Lavrov, E., Barchenok, N., Lavrova, O., & Savina, N. (2019). Models of the dialogue “human-computer” for ergonomic support of e-learning. In 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT 2019 - Proceedings (pp. 187–190). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/AIACT.2019.8847763>
75. Lavrov, E., & Pasko, N. (2018). Automation of assessing the reliability of operator’s activities in contact centers that provide access to information resources. In CEUR Workshop Proceedings (Vol. 2105, pp. 445–448). CEUR-WS.
76. Lavrov, E. A., Volosiuk, A. A., Pasko, N. B., Gonchar, V. P., & Kozhevnikov, G. K. (2018). Computer Simulation of Discrete Human-Machine Interaction for Providing Reliability and Cybersecurity of Critical Systems. In Proceedings of the 3rd International Conference Ergo-2018: Human Factors in Complex Technical Systems and Environments, Ergo 2018 (pp. 67–70). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ERGO.2018.8443846>
77. Lavrov, E., & Pasko, N. (2018). Development of Models for Computer Systems of Processing Information and Control for Tasks of Ergonomic Improvements. In Communications in Computer and Information Science (Vol. 920, pp. 98–109). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99972-2_8
78. Lavrov, E. A., Pasko, N. B., & Snytyuk, V. E. (2018). Information Technology for Distribution of Functions between Operators as a Means of Improving the Reliability of Polyergatic Systems. In Proceedings of the 3rd International Conference Ergo-2018: Human Factors in Complex Technical Systems and Environments, Ergo 2018 (pp. 71–76). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ERGO.2018.8443832>
79. Khramova, L. N., Tsakhaeva, A. A., Posokhova, A. V., Lavrov, E. A., Litvishkov, V. M., & Vilкова, A. V. (2018). Modern managers training in the context of competence approach. Journal of Social Sciences Research, 2018(Special Issue 5), 194–199. <https://doi.org/10.32861/jssr.spi5.194.199>

80. Lavrov, E., & Pasko, N. (2018). Optimization of the activity of operators of critical systems by methods of regulating operational tension. In CEUR Workshop Proceedings (Vol. 2105, pp. 227–234). CEUR-WS.
81. Lavrov, E., Tolbatov, A., Pasko, N., & Tolbatov, V. (2017). Cybersecurity of distributed information systems. The minimization of damage caused by errors of operators during group activity. In 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 - Proceedings (pp. 83–87). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
<https://doi.org/10.1109/AIACT.2017.8020071>
82. Lavrov, E., Pasko, N., Barchenko, N., & Tolbatov, A. (2017). Development of adaptation technologies to man-operator in distributed E-learning systems. In 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 - Proceedings (pp. 88–91). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/AIACT.2017.8020072>
83. Lavrov, E., Barchenko, N., Pasko, N., & Borozhenec, I. (2017). Development of models for the formalized description of modular e-learning systems for the problems on providing ergonomic quality of humancomputer interaction. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(2–86), 4–13.
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.97718>
84. Lavrov, E., Tolbatov, A., Pasko, N., & Tolbatov, V. (2017). Ergonomic reserves for improving reliability of data processing in distributed banking systems. In 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 - Proceedings (pp. 79–82). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
<https://doi.org/10.1109/AIACT.2017.8020070>
85. Лавров Е.А., Скиданенко А.С. Эргономические резервы повышения эффективности АСУТП производства удобрений. //Сучасні інформаційні системи і технології: матеріали Другої міжнародної науково-практичної конференції, м.Суми,21-24 травня 2013 р. / редкол.А.С. Довбиш, О.А.

- Борисенко, О.В. Бондар., Суми: Сумський державний університет, 2013. С.53-54.
86. Ашеро́в А.Т. Ергономіка інформаційних технологій: оцінка, проектування, експертиза. Навч. посіб. / А.Т. Ашеро́в, Г.І. Сажко, Харків: УПА, 2005, 243 с.
87. Анохин Алексей Никитич Системный анализ эргономического обеспечения проектирования и эксплуатации атомных станций: автореф. дис.... докт. техн. наук: 05.13.01 / Анохин Алексей Никитич; Обнинский институт атомной энергетики. Обнинск, 2001. 36 с.
88. Анохин А. Н. Вопросы эргономики в ядерной энергетике /А. Н. Анохин, В. А. Острейковский. М.: Энергоатомиздат, 2001. 344 с.
89. Ашеро́в А. Т. Научные и методические основы эргономической подготовки инженеров-педагогов в компьютерной отрасли / А. Т. Ашеро́в, Г. І. Сажко. Горловка: Ліхтар, 2008. 170 с
90. Шлаен П. Я. Эргономика для инженеров: Эргономическое обеспечение проектирования человеко-машинных комплексов: проблемы, методология, технологии / П. Я. Шлаен, В. М. Львов. Тверь: ТвГУ, 2004. 476 с.
91. Горячкин Б.С. Эргономический анализ систем обработки информации и управления // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №3 (2017).
92. Бояркин М. А. Оценка результатов деятельности оператора-технолога нефтегазопромысла по данным архива SCADA-системы: автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.13.01 / Бояркин Михаил Александрович; Тюменский государственный нефтегазовый университет. Тюмень, 2007. 16 с.
93. Сатторов Ф. Э. Метод и алгоритмы распределения функциональных возможностей пользователей в системах обработки информации: автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.13.01 / Сатторов Фаррух Эътиборович; Санкт–Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ». Спб., 2010. 19 с.
94. Automated real-time classification of functional states based on physiological parameters / E. M. Lobacheva, Y. N. Galatenko, R. F. Gabidullina et al. // Procedia

- social and behavioral sciences. 2013. Vol. 86. P. 373–378.URL:

<https://istina.msu.ru/publications/article/5248765/>

95. WORK CAPACITY AND FATIGUE RELATION IN EMPLOYEES

ACTIVITY/ Manolescu Aurel, Lucia Morosan-Danila, Otilia Bordeianu,

Conference: 19th International Economic Conference, IECS 2015 At: Sibiu,

Romania Volume: REVISTA ECONOMICĂ, Supplement No. 2/2015. URL:

https://www.researchgate.net/publication/299469785_WORK_CAPACITY_AND_FATIGUE_RELATION_IN_EMPLOYEES_ACTIVITY

96. Психология труда, инженерная психология и эргономика: учебно-

методическое пособие: в 2 ч. Ч. 2 / Н. С. Белоусова; Урал. гос. пед. ун-т. –

Электрон. дан. – Екатеринбург: [б. и.], 2017. URL:

<https://core.ac.uk/download/pdf/132623395.pdf>

97. Біометрична ідентифікація (світовий ринок). 24 квітня 2020.

[Електронний ресурс]:

[https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_\(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA))

98. Алонцева Е. Н. Системный анализ деятельности операторов атомной

станции в экстремальных ситуациях: автореф. дис. ... канд. техн. наук:

05.13.01: 19.00.03: / Алонцева Елена Николаевна; Обнинский Гос.

Технический Ун-т Атомной Энергетики (ИАТЭ). Обнинск, 2006. 18 с.

99. Цивільський Ф. М. Методи та моделі керування системою "Оператор –

АСУ" з урахуванням психофізіологічних характеристик оператора: автореф.

дис... канд. техн. наук: 05.13.06 / Цивільський Федір Миколаєвич; Херсон.

нац. техн. унт. Херсон, 2006. 21 с.

100. Буров О. Ю. Системи керування та прогнозування працездатності людини / О. Ю. Буров, Б. М. Герасимов // Науково-технічна інформація. 2006. № 2. С. 27-30.
101. Буров О. Ю. Ергономічні основи розробки систем прогнозування працездатності людини-оператора на основі психофізіологічних моделей діяльності: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.01.04 / Буров Олександр Юрійович; НДІ проблем військової медицини Збройних Сил України. Харків, 2007. 40 с.
102. Изотова Е. А. Эргономическое обеспечение деятельности сварщиков в условиях действия высокой температуры / Е. А. Изотова // Вестник Харьковского национального автомобильно–дорожного университета. 2013. Вып. 18. С. 50- 60.
103. Шевяков А. В. Эргономическое совершенствование дисплейных видеокадров и характеристик деятельности операторов в крупномасштабных производствах. На примере АСУ ТП прокатного стана: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.02.20 / Шевяков Александр Владимирович; Всероссийский научноисследовательский институт технической эстетики. М., 2000. 25с.
104. Доровський В.О. Ідентифікація професійних знань операторів автоматизованих систем управління: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.13.06 / Доровський Володимир Олексійович; Херсонський держ. технічний ун-т. Херсон, 2004. 36 с.
105. Бояркин М. А. Оценка результатов деятельности оператора-технолога нефтегазопромысла по данным архива SCADA-системы: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Бояркин Михаил Александрович; Тюменский государственный нефтегазовый университет. Тюмень, 2007. 16 с.
106. Гаврилов Э. В. Оценка безопасности движения в городских условиях / Э. В. Гаврилов, И. Э. Линник, А. В. Банатов // Вестник ХГАДТУ. Харьков: Изд. ХГАДТУ, 2002. вып.17. С. 57-62.

107. Автотранспортна експертиза: підручник / В. К. Доля, Ю. О. Давідіч, А. І. Лозовий та ін. Х.: ХНАМГ, 2011. 422 с.
108. Доля В. К. Міські і регіональні проблеми ергономіки і логістики / В. К. Доля, Ю. О. Давідіч, О. О. Лобашов та ін. Х.: НТМТ, 2011. 201 с.
109. Доля В. К. Проблеми ергономіки і логістики в транспортних системах міст / Е. В. Гаврилов, Ю. О. Давідіч, В. Ф. Харченко та ін. Горлівка: ПП «Видавництво Ліхтар», 2009. 516 с.
110. Доля В. К. Аспекти ергономіки і логістики в транспортних системах міст / В. К. Доля, С. С. Овчинников, К. Є. Вакуленко та ін. Х.: НТМТ, 2011. 217 с.
111. Доля В. К. Прогнозирование эволюции системы «водитель– транспортное средство – транспортная сеть – среда» / В. К. Доля, И. Э. Линник, Я. В. Санько. // Інженерні системи та техногенна безпека. 2011. Випуск 5(91). С. 220-223.
112. Давідіч Ю. О. Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології / Ю. О. Давідіч. Харків: ХНАДУ, 2006. 292 с.
113. Давідіч Ю. О. Теоретичні основи ергономічного забезпечення автотранспортних технологічних процесів: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.22.01; 05.01.04 / Давідіч Юрій Олександрович; Харківська національна академія міського господарства. Х., 2007. 42 с
114. Волобуева Т. В. Эргономическая оценка обучения водителя поведению в стрессовых дорожно-транспортных ситуациях: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.01.04 / Волобуева Татьяна Вячеславовна; Харьковская национальная академия городского хозяйства. Харьков, 2011. 21с.
115. Рева О. М. Нечіткі моделі ергономічної кваліметрії точності пілотування: Монографія / О. М. Рева, В. В. Камишин, В. А. Шульгін, С. В. Недбай; За ред. О. М. Реви. Рівне: «Овід», 2010. 106 с.
116. Чабаненко П. П. Исследование безопасности и эффективности функционирования систем человек-техника эргосетями / П. П. Чабаненко. Севастополь, 2012. 160 с.

117. Панфілов Ю. І. Психологічні основи забезпечення ефективності спільної діяльності операторів військ протиповітряної оборони: автореф. дис... канд. психол. наук: 19.00.03 / Панфілов Юрій Іванович; В.о. Укр. інженерно-пед. акад. Харків: [б.в.], 2007. 19 с.
118. Герасимов Б. М. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: теория, синтез, эффективность / Б. М. Герасимов, В. А. Тарасов, И. А. Левин, В. А. Корнийчук. Киев: МАКНС, 2007. 336 с.
119. Васильєв М. В. Закономірності діяльності рятувальників в системі «рятувальник - засоби захисту та ліквідації аварії – надзвичайна ситуація з викидом небезпечної хімічної речовини»: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.01.04 / Васильєв Михайло Валерійович; Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова. Харків, 2015. 24 с.
120. P.N. Pisani, A.C. Lorena, A systematic review on keystroke dynamics, J. Braz. Comput. Soc. 19 (4) (2013) 573–587 p.
121. Teh, P. S., Teoh, A. B. J., & Yue, S., «A Survey of Keystroke Dynamics Biometrics», The Scientific World Journal, 2013, vol. 2013, 24 p.
122. Абашин В.Г. Автоматизация процесса определения психофизиологического состояния оператора автоматизированного рабочего места в асутп: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.06. - М, 2008.
123. Титов А. Биометрия от «А» до «Я» полное руководство биометрической идентификации и аутентификации(блог 2020). URL: <https://securityrussia.com/blog/biometriya.html>
124. University of California. "SMART Goals: A How to Guide". Page 3. Accessed April 28, 2020. URL: https://www.ucop.edu/local-human-resources/_files/performance-appraisal/How%20to%20write%20SMART%20Goals%20v2.pdf.
125. Gary Ryan Power. "Goals: The 10 Rules for Achieving Success," Page 85. Sourcebooks, Inc., 2013. URL: https://books.google.com.ua/books?id=sfFDAQAAQBAJ&q=goal+power&redir_esc=y#v=snippet&q=goal%20power&f=false.

126. Heagney, J.. Fundamentals of Project Management (4thed.). American Management Association, 1601 Broadway, (2011)New York, NY 10019.
127. Ali Hadi Jebrin. Integrating Work Breakdown Structure with the Organization Breakdown Structure (Approach Theoretical), Ijsrm.Human, 2018; Vol. 11 (1): 125-142. URL: <http://ijsrm.humanjournals.com/wp-content/uploads/2018/12/11.Ali-Hadi-Jebrin..pdf>.
128. Hillson, D. (2014). Managing overall project risk. Paper presented at PMI Global Congress 2014. EMEA, Dubai, United Arab Emirates. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
129. IEEE Biometric Security Standardization 2019 Zooming Innovation in Consumer Technologies Conference (ZINC), Novi Sad, Serbia, Serbia. DOI: 10.1109/ZINC.2019.8769419
130. Vladimir E. Khitsenko; Dmitry S. Krutokhvostov Statistical Monitoring of Keyboard Handwriting for Continuous Authentication/ 2018 XIV International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE). Novosibirsk, Russia. DOI: 10.1109/APEIE.2018.8546288
131. Serhii Toliupa; Liudmyla Tereikovska; Oleksandr Korystin; Denys Chernyshev; Ihor Tereikovskyy Low-Resource Convolution Neural Network for Keyboard Recognition of the User/2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT). Kyiv, Ukraine, Ukraine. DOI: 10.1109/ATIT49449.2019.9030437
132. Ouais Alsharif; Tom Ouyang; Françoise Beaufays; Shumin Zhai; Thomas Breuel; Johan Schalkwyk Long short term memory neural network for keyboard gesture decoding/ 2015 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). Brisbane, QLD, Australia. DOI: 10.1109/ICASSP.2015.7178336
133. Надригайло Т.Ж., Молчанова К.А. Аналіз нейронних алгоритмів/ Дніпродзержинський державний технічний університет. Мат. мод. № 2 (25), 2011. с.46-51. URL: <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/74/68/13-st13.pdf>.