

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Навчально-науковий комплекс "Інститут прикладного системного аналізу"  
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра Системного проектування  
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»  
УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

“ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## Магістерська дисертація

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 8.05010103 Системне проектування  
(код і назва спеціальності)

на тему: Застосування методів кластеризації при вирішенні слабо-структурованих задач

Виконав: студент 6 курсу, групи ДА-32м  
(шифр групи)

\_\_\_\_\_ Попова Марина Валеріївна  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник к.т.н. Безносик О.Ю.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант Охорона праці к.б.н., доц. Гусєв А.М.  
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент Доц. каф. НГ I та КГ, ФМФ, к.т.н. доц Яблонський П. М.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації  
немає запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»**

Факультет (інститут) ННК «Інститут прикладного системного аналізу»  
(повна назва)

Кафедра Системного проектування  
(повна назва)

Освітньо-кваліфікаційний рівень «Магістр»  
(назва ОКР)

Напрямок підготовки 6.050101 Комп'ютерні науки  
(код і назва)

Спеціальність 8.05010103 Системне проектування  
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ А.І.Петренко  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

\_\_\_\_\_ Поповій Марині Валеріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: Застосування методів кластеризації при вирішенні слабо-структурованих задач

науковий керівник дисертації Безносик Олександр Юрійович, к.т.н.,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «13» лютого 2015 р. № 19/1-ст

2. Строк подання студентом дисертації 08.06.2015

3. Об'єкт дослідження: ієрархічні методи кластеризації

4. Предмет дослідження: взаємозв'язок показників рейтингу НПП

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

1. Провести аналіз методів ієрархічної кластеризації;
2. Проаналізувати взаємозв'язок результатів ректорського контролю та навчально-методичної складової роботи підрозділів НТУУ «КПІ»;
3. Проаналізувати взаємозв'язок науково-інноваційної та навчально-методичної складової роботи підрозділів НТУУ «КПІ»;
4. Розробити рекомендації щодо покращення роботи структурних підрозділів НТУУ «КПІ».

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу: презентація по темі «Застосування методів кластеризації при вирішенні слабо-структурованих задач»

7. Орієнтовний перелік публікацій

Попова М.В. Застосування методів кластеризації для слабкоструктурованих задач / Попова М.В., Безносик О.Ю. // Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 17-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2015, Київ, 22-25 червня 2015 р. – 2015. – с. 170

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	доц., к.б.н. Гусєв А. М		
Основна частина	доц., к.т.н. Безносик О.Ю.		

9. Дата видачі завдання 30.09.2014

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Отримання завдання	30.09.2014	
2	Збір інформації	15.01.2015	
3	Аналіз вимог завдання, вибір методів і засобів розв'язання поставленої задачі	28.02.2015	
4	Класифікація методів і алгоритмів кластеризації	10.03.2015	
5	Отримання даних від КБ ІС та інституту моніторингу якості освіти	20.03.2015	
6	Визначення кореляції науково-інноваційної та навчально-методичної складової рейтингу НПП	05.04.2015	
7	Аналіз залежності між результатами ректорського контролю та загальним рейтингом НПП	25.04.2015	
8	Розробка розділу з охорони праці	10.05.2015	
9	Оформлення дипломної роботи	31.05.2015	
10	Отримання допуску до захисту та подача роботи в ДЕК	10.06.2015	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

М.В. Попова  
(ініціали, прізвище)

О.Ю. Безносик  
(ініціали, прізвище)

# РЕФЕРАТ

магістерської дисертації

на тему:

«Застосування методів кластеризації при вирішенні

слабо-структурованих задач»

Попової Марини Валеріївни

## **Актуальність роботи**

Рейтинг вищого навчального закладу є важливим показником його успішності, він впливає на престиж ВНЗ, а отже на якість залученого контингенту студентів. До того ж, як зазначає Міністерство освіти і науки України, рейтинги сприяють відкритості та прозорості вищої освіти: “Ранжування вищих навчальних закладів потрібно абітурієнтам та їх батькам для вибору вищого навчального закладу (ВНЗ), адміністрації ВНЗ для ефективного адміністрування; роботодавцям для вибору якісної робочої сили; уряду та політикам для формування стабільної нормативно-правової бази...”.

Рейтинг всього ВНЗ складається з рейтингів його підрозділів; звичайно, керівники підрозділів ВНЗ – особи, що приймають рішення (ОПР) – прагнуть покращувати показники своїх підрозділів, а для цього необхідно системно поглянути на існуючі проблеми. Також необхідно враховувати, що в рамках одного університету показники можуть відрізнятись по групах факультетів, наприклад, для НТУУ «КПІ» можна виділити такі три групи серед факультетів та інститутів: гуманітарні, технічні та комп’ютерні.

Для того, щоб мати можливість давати рекомендації щодо покращення роботи цих підрозділів, необхідно розуміти специфіку роботи кожної з цих груп і аналізувати їх роботу окремо, отже і рекомендації щодо покращення їх роботи не можуть бути єдиними.

## **Мета роботи**

Метою магістерської дисертації є проведення систематизації і аналізу роботи підрозділів НТУУ «КПІ» та видача рекомендацій щодо покращення її результатів.

## **Завдання, які вирішуються в роботі:**

- провести аналіз існуючих підходів до вирішення задачі;
- проаналізувати характер даних, доступних для аналізу;
- проаналізувати взаємозв'язок ректорського контролю та навчально-методичної складової роботи підрозділів НТУУ «КПІ»;
- проаналізувати взаємозв'язок науково-інноваційної та навчально-методичної складової роботи підрозділів НТУУ «КПІ»;
- розробити рекомендації щодо покращення роботи структурних підрозділів НТУУ «КПІ».

## **Досягнуті результати**

Вирішивши завдання, які були поставлені в роботі, автор захищає:

- результати аналізу взаємозв'язку ректорського контролю та навчально-методичної складової роботи підрозділів НТУУ «КПІ»;
- результати аналізу взаємозв'язку науково-інноваційної та навчально-методичної складової роботи підрозділів НТУУ «КПІ»;
- розроблені рекомендації щодо покращення роботи структурних підрозділів НТУУ «КПІ».

## **Наукова новизна**

Наукова новизна полягає в тому, що:

- встановлено зв'язок та простежено залежності між статистичними наборами даних з ректорського контролю та рейтингу НПП;

- сформовані рекомендації щодо покращення роботи структурних підрозділів НТУУ «КПІ».

### **Практична цінність**

Практична цінність полягає в тому, що проаналізовано залежності між статистичними наборами даних з ректорського контролю та рейтингу НПП та надано рекомендації щодо покращення роботи структурних підрозділів НТУУ «КПІ».

### **Висновки**

1. Проаналізовано алгоритми кластеризації, та обрано метод, що дозволяє вирішити поставлену задачу;
2. Розглянуто системи рейтингування структурних підрозділів ВНЗ та проаналізовано інформацію, що вони надають;
3. В результаті аналізу даних з результатів ректорського контролю та рейтингів науково-інноваційної та навчально-методичної складової роботи підрозділів НТУУ «КПІ» простежено взаємозв'язок вищезазначених величин для кожної групи факультетів НТУУ «КПІ»;
4. Розроблено рекомендації щодо покращення роботи структурних підрозділів НТУУ «КПІ».

Робота містить 85 стор., 51 рис., 3 табл., 30 джерел.

Ключові слова: кластеризація, ієрархічна кластеризація, рейтинг НПП, моніторинг якості освіти.

# РЕФЕРАТ

магистерской диссертации

на тему:

«Применение методов кластеризации при решении  
слабоструктурированных задач»

Поповой Марины Валерьевны

## **Актуальность работы**

Рейтинг высшего учебного заведения является важным показателем его успешности, он влияет на престиж вуза, а следовательно, на качество привлеченного контингента студентов. К тому же, как отмечает Министерство образования и науки Украины, рейтинги способствуют открытости и прозрачности высшего образования: "Ранжирование высших учебных заведений нужно абитуриентам и их родителям для выбора высшего учебного заведения (ВУЗ), администрации вузов для эффективного администрирования; работодателям для выбора качественной рабочей силы; правительства и политикам для формирования стабильной нормативно-правовой базы ...".

Рейтинг всего вуза состоит из рейтингов его подразделений; конечно, руководители подразделений вузов – лица, принимающие решения (ЛПР) – стремятся улучшить показатели своих подразделений, а для этого необходимо системно взглянуть на существующие проблемы. Также необходимо учитывать, что в рамках одного университета показатели могут отличаться по группам факультетов, например, для НТУУ «КПИ» можно выделить следующие три группы среди факультетов и институтов: гуманитарные, технические и компьютерные.

Для того, чтобы иметь возможность давать рекомендации по улучшению работы этих подразделений, необходимо понимать специфику работы каждой из этих групп и анализировать их работу отдельно, таким образом, и рекомендации по улучшению их работы не могут быть едиными.

## **Цель работы**

Целью магистерской диссертации является проведение систематизации и анализа работы подразделений НТУУ «КПИ» и выдача рекомендаций по улучшению ее результатов.

## **Задачи, решаемые в работе:**

- провести анализ существующих подходов к решению задачи;
- проанализировать характер данных, доступных для анализа;
- проанализировать взаимосвязь ректорского контроля и учебно-методической составляющей работы подразделений НТУУ «КПИ»;
- проанализировать взаимосвязь научно-инновационной и учебно-методической составляющей работы подразделений НТУУ «КПИ»;
- разработать рекомендации по улучшению работы структурных подразделений НТУУ «КПИ».

## **Достигнутые результаты**

Решив задачи, которые были поставлены в работе, автор защищает:

- результаты анализа взаимосвязей в ректорского контроля и учебно-методической составляющей работы подразделений НТУУ «КПИ»;
- результаты анализа взаимосвязи научно-инновационной и учебно-методической составляющей работы подразделений НТУУ «КПИ»;
- разработанные рекомендации по улучшению работы структурных подразделений НТУУ «КПИ».

## **Научная новизна**

Научная новизна заключается в том, что:

- установлена связь и обнаружена зависимость между статистическими наборами данных ректорского контроля и рейтинга НПП;



- сформированы рекомендации по улучшению работы структурных подразделений НТУУ «КПИ».

### **Практическая ценность**

Практическая ценность заключается в том, что проанализированы зависимости между статистическими наборами данных с ректорского контроля и рейтинга НПП и даны рекомендации по улучшению работы структурных подразделений НТУУ «КПИ».

### **Выводы**

1. Проанализированы алгоритмы кластеризации, и выбран метод, позволяющий решить поставленную задачу;
2. Рассмотрены системы рейтинга структурных подразделений вуза и проанализирована информация, которую они предоставляют;
3. В результате анализа данных по результатам ректорского контроля и рейтингов научно-инновационной и учебно-методической составляющей работы подразделений НТУУ «КПИ» обнаружена взаимосвязь вышеупомянутых величин для каждой группы факультетов НТУУ «КПИ»;
4. Разработаны рекомендации по улучшению работы структурных подразделений НТУУ «КПИ».

Работа содержит 85 стр., 51 рис., 3 табл., 30 источников.

Ключевые слова: кластеризация, иерархическая кластеризация, ректорский контроль, мониторинг качества образования.

# ABSTRACT

on master's thesis

on topic:

"The application of clustering methods in solving semistructured problems"

by Popova Marina V.

## **Relevance of work**

Rating of the universities is an important indicator of their success, it affects the prestige of the university, and therefore the quality of the number of students involved. Moreover, as the Ministry of Education and Science of Ukraine, ratings contribute to the openness and transparency of higher education. "Ranking of higher education institutions need students and their parents to select the higher education institution (HEI) for the effective administration of university administration; employers to select high-quality labor force; Government and politicians to form a stable regulatory and legal framework ...".

The rating consists of the divisions ratings; usually, heads of Universities departments – that is decision-taking persons (DTP) – seek to improve the performance of their units, so it is necessary to systematically look at existing problems. Also, it should be taken into account that within one university performance may differ in groups of departments, for example, there are the following three groups of faculties and institutes: humanitarian, technical and computer in the NTUU "KPI".

In order to be able to make recommendations to improve the work of these units, it is necessary to understand the specifics of each of these groups and analyze their work separately, thus recommendations to improve their work cannot be united.

## **Aims and objectives**

The purpose of the master's thesis is the systematization and analysis of departments of NTUU "KPI" and issue recommendations to improve their results.

## **Tasks to be in the scope:**

- to analyze existing approaches to solving the problem;
- to analyze the nature of the data available for analysis;
- to analyze the relationship of Rector monitoring and educational components of units of NTUU "KPI";
- to analyze the relationship of scientific-innovational and educational-methodical components of units of NTUU "KPI";
- to develop recommendations for the improvement of structural units of NTUU "KPI".

### **Achieved results**

Have the tasks solved the author defends:

- the analysis of the relationship of the Rector monitoring and educational components of units of NTUU "KPI";
- the analysis of the relationship of scientific-innovational and educational-methodical components of units of NTUU "KPI";
- recommendations for improvement of the structural units of NTU "KPI".

### **Scientific novelty**

Scientific novelty is in the fact that:

- the dependence found between the statistical data sets of Rector monitoring and NTUU "KPI" units' ratings;
- the recommendations formed to improve structural units of NTUU "KPI".

### **Practical value**

The practical value is in the fact that the dependences have been analyzed between the statistical data sets of Rector monitoring and NTUU "KPI" units' ratings, and the recommendations for improvement of the structural units of NTUU "KPI" has been given.

### **Conclusion**

1. Cluster analysis algorithms are analyzed, and the method to solve the problem is selected;
2. Structural units of the university rating system is considered and the information provided is analyzed;
3. As a result of the analysis of data from the results of Rector monitoring and ratings of scientific-innovational and educational components of units of NTUU "KPI" the relation between the above-stated values has been found for the each group of faculties of NTUU "KPI";
4. Recommendations for improvement of structural units of NTUU "KPI" are provided.

The work contains 85 p., 51 figures, 3 tables, 30 sources.

Keywords: clustering, hierarchical clustering methods, educational quality monitoring, pedagogical employees rating.

## ЗМІСТ

	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І	
ТЕРМІНІВ .....		14
ВСТУП.....		15
1	СПОСОБИ ОЦІНКИ РОБОТИ ПІДРОЗДІЛІВ ТА НПП В	
НТУУ «КПІ»	20	
1.1	Постановка задачі .....	20
1.2	Дані, що використовуються.....	21
1.3	Джерела даних.....	22
1.4	Характеристика даних .....	24
1.5	Існуючий підхід .....	25
1.6	Актуальність задачі .....	25
1.7	Висновки до розділу .....	25
2	МЕТОДИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ.....	27
2.1	Кластерний аналіз.....	27
2.2	Сфери застосування кластерного аналізу .....	27
2.3	Класифікація алгоритмів кластеризації.....	28
2.4	Методи кластеризації .....	28
2.5	Методи, що базуються на партиціонуванні .....	29
2.5.1	К-Means метод .....	29
2.6	Ієрархічні методи кластеризації .....	32
2.6.1	Агломеративні методи ієрархічної кластеризації .....	34
2.6.2	Методи ієрархічної кластеризації розділенням .....	37
2.7	Методи статистики .....	38

2.8	Висновки до розділу .....	41
3	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	42
3.1	Дані для аналізу .....	42
3.1.1	Основні таблиці бази даних .....	43
3.1.2	Вибір СКБД .....	46
3.1.3	Методика проведення досліджень .....	46
3.2	Результати аналізу .....	47
3.2.1	Технічні та комп'ютерні факультети .....	47
3.2.2	Гуманітарні факультети .....	58
3.2.3	Дані по НПП по факультетах .....	61
3.3	Висновки до розділу .....	67
4	ОХОРОНА ПРАЦІ .....	70
4.1	Вступ .....	70
4.2	Опис приміщення .....	71
4.3	Напруженість праці користувача ПЕОМ .....	72
4.4	Повітряне середовище .....	73
4.5	Шум .....	73
4.6	Електробезпека .....	74
4.7	Пожежна безпека приміщення .....	74
4.8	Гігієнічні вимоги до організації і обладнання робочого місця 76	
4.9	Висновки та рекомендації з поліпшення умов праці .....	78
	ВИСНОВКИ .....	82
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	83

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

НТУУ "КПІ" – Національний технічний університет України  
"Київський Політехнічний Інститут"

ВНЗ – Вищий навчальний заклад

ОПР – Особа, що приймає рішення

НПП – Науково-педагогічний працівник

КБ ІС – Конструкторське бюро інформаційних систем

ПЗ – Програмне забезпечення

БД – База даних

ПІБ – Прізвище, ім'я, по-батькові

МОНУ – Міністерство освіти і науки України

ОКР – Освітньо-кваліфікаційний рівень

ІС – Інформаційна система

СКБД – Система керування базами даних

## ВСТУП

За даними рейтингу вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації МОН за 2012 рік, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут" посідає четверте місце серед технічних університетів України, причому є успішним з кожного з критеріїв, що впливають на рейтинг вищого навчального закладу [1]:

1. «Міжнародна активність», що оцінює позицію університету в процесах інтернаціоналізації вищої освіти через систему 20 рейтингових індикаторів. Змістовна складова включає результати діяльності в міжнародних проектах та програмах, отриманні грантів; участь викладачів, студентів, аспірантів, докторантів у міжнародних заходах (наукові конференції, симпозиуми та семінари, викладання, стажування, наукові дослідження, виробнича практика та навчання за кордоном); публікації в провідних зарубіжних виданнях та цитування; навчання іноземних громадян; досягнення студентів та викладачів у міжнародних виставках, фестивалях, творчих конкурсах та спорту.
2. «Якість контингенту студентів», що визначає мотивацію, здібності та здатність студентів здобувати якісну вищу освіту та забезпечити власну конкурентоспроможність на ринку праці. Структура критерію включає 21 рейтинговий індикатор, що характеризують організаційну структуру підготовки за формами навчання та джерелами фінансування, прохідні параметри доступу (ЗНО, середній бал атестата), географічні аспекти доступу, наукові досягнення студентів на міжнародних та національних наукових олімпіадах, участь студентів у міжнародних мистецьких та творчих конкурсах.
3. «Якість науково-педагогічного потенціалу», що оцінює кадрові ресурси університету, які забезпечують якість навчально-виховного



процесу у поєднанні вищої освіти з наукою та технологіями і надають студентам якісні освітні послуги. Критерій оцінюється 19 рейтинговими індикаторами. Престиж сучасного університету визначається інтеграцією з наукою через механізм залучення до навчально-виховного процесу та наукової діяльності провідних учених Національної академії наук України та державних галузевих академій наук України. Низка рейтингових індикаторів визначають якість науково-педагогічного складу через наявність штатних викладачів, що мають наукові ступені (доктор наук, кандидат наук) або вчені звання (професор, доцент) і працюють на повну ставку, та результативність їх науково-методичної роботи (написання підручників та навчальних посібників).

4. «Якість наукової та науково-технічної діяльності», що оцінює результативність реалізації стратегії запровадження принципово нових наукових досліджень, обґрунтованого та послідовного запровадження сучасних науково-педагогічних технологій, раціональних та ефективних підходів до організації наукової та інноваційної діяльності. Структура включає 20 рейтингових індикаторів, які характеризують диверсифікацію джерел фінансування науки та творчості, патентно-ліцензійну діяльність (винаходи, корисні моделі, промислові зразки, авторські свідоцтва), публікації монографій та наукових праць, публікації студентів. Низка рейтингових індикаторів окреслює ефективність діяльності аспірантури та докторантури у площині підготовки науково-педагогічних кадрів для потреб вищої освіти та інших галузей.
5. «Ресурсне забезпечення», що визначає потенціал вищого начального закладу та його відповідність вимогам забезпечення якості вищої освіти. В структуру критерію входить 21 рейтинговий індикатор у контексті фінансової підтримки вищої освіти та академічної підтримки студентів (ефективність організаційної

структури; штатні викладачі з науковими ступенями доктора або кандидата наук, вченими званнями професора, доцента з розрахунку на 100 студентів денної форми навчання; інформатизація навчального процесу, бібліотечно-інформаційне забезпечення учасників навчально-виховного процесу, наявність критичних спортивних споруд для фізкультурно-оздоровчої та спортивно-масової роботи). Неакадемічна підтримка студентів визначається загальною площею навчально-лабораторних будинків, рівнем забезпечення іногородніх студентів місцем проживання в гуртожитку, наявністю підприємств громадського харчування при вищому навчальному закладі та гуртожитках, санаторіїв-профілакторіїв.

На 2013 рік показники НТУУ «КПІ» з цих критеріїв були такими [1]:

- міжнародна активність - 0,2008;
- якість контингенту студентів - 0,2159;
- якість науково-педагогічного потенціалу - 0,2069;
- якість наукової та науково-технічної діяльності - 0,2854;
- ресурсне забезпечення - 0,3009;
- глобальний критерій рейтингу - 1,2100.

У Рейтингу НТУУ «КПІ» враховуються рейтинги його підрозділів, тому звичайно, керівники підрозділів ВНЗ – особи, що приймають рішення (ОПР) – прагнуть покращити показники своїх підрозділів, а для цього необхідно системно поглянути на існуючі проблеми.

В роботі розглядаються фактори, що впливають на критерії 2 - 4, а саме: «Якість контингенту студентів», «Якість науково-педагогічного потенціалу», «Якість наукової та науково-технічної діяльності», досліджується їх взаємозв'язок та вплив один на одного, надаються рекомендації щодо діяльності підрозділів.

Також необхідно враховувати, що в рамках одного університету показники можуть відрізнятись по групах факультетів, наприклад, для НТУУ «КПІ» можна виділити наступні три групи серед факультетів та інститутів:

- Гуманітарні, а саме:
  - ВПІ
  - ФЛ
  - ФММ
  - ФСП
- «Комп'ютерні», серед них:
  - ІПСА
  - ФІОТ
  - ФПМ
  - а також частково ФТІ, ФБМІ та ТЕФ
- Технічні
  - ММІ
  - ФЕЛ
  - РТФ
  - ПБФ
  - ФАКС
  - та інші

Для того, щоб мати можливість давати рекомендації щодо покращення роботи цих підрозділів, необхідно розуміти специфіку роботи кожної з цих груп. Наприклад, те, що кількість публікацій на гуманітарних факультетах різко зростає зі зміною чинного законодавства, на відміну від технічних факультетів, де дослідження ведуться роками.

В роботі розглядається задача аналізу рейтингів викладацького складу НТУУ «КПІ», пошук прихованих взаємозв'язків та видача рекомендацій щодо покращення показників підрозділів ВНЗ. Поставлена задача відноситься до слабоструктурованих.

Дані, що використовуються, є актуальними, вірними та такими, що походять з достовірних джерел.

Актуальність задачі обумовлена необхідністю провадження постійної роботи, направленої на підвищення рейтингу ВНЗ за рахунок поліпшення показників окремих його підрозділів.

Завдання, що вирішуються, полягають в перевірці кореляцій рейтингу науково-педагогічних працівників з навчально-методичної роботи та успішності студентів, побудові кластерів для виявлення прихованих зв'язків, а також отримання “портрету” типового доцента, професора, викладача, науково-педагогічного працівника певного віку тощо з точки зору методів кластерного аналізу.

# 1 СПОСОБИ ОЦІНКИ РОБОТИ ПІДРОЗДІЛІВ ТА НПП В НТУУ «КПІ»

Особи, що приймають рішення (в даному випадку – керівники підрозділів), приймають рішення щодо покращення роботи структурних підрозділів НТУУ «КПІ» в умовах невизначеності, коли результати прийнятих рішень доволі часто залишаються невідомими.

Невизначеність підрозділяється на :

- стохастичну (наявна інформація про розподіл ймовірності на безлічі результатів),
- поведінкову (наявна інформація про вплив на результати поведінки учасників),
- природну (наявна інформація тільки про можливі результати і відсутня про зв'язок між рішеннями і результатами)
- апріорну (немає інформації про можливі результати).

Завдання обґрунтування рішень в умовах невизначеності всіх типів, крім апріорної, зводиться до звуження вихідної безлічі альтернатив на основі інформації, якою володіє ОПР. Якість рекомендацій для прийняття рішень в умовах стохастичної невизначеності підвищується при врахуванні таких характеристик особистості ОПР, як ставлення до своїх вигравів і програшів, схильність до ризику. Обґрунтування рішень в умовах апріорної невизначеності можливо побудовою алгоритмів адаптивного управління [2] .

Для вирішення такої задачі ОПР потребує якомога більшої кількості даних і проведення ретельного аналізу, на основі результатів якого можна приймати рішення щодо впровадження покращень.

## 1.1 Постановка задачі

Для формування управлінських рішень необхідні вихідні дані, на основі яких можна робити аналіз, отримувати адекватні результати, покращувати

визначені показники. У випадку прямого аналізу найчастіше вважається, що дані абсолютно точні, однакові, можуть не змінюватись в часі.

В даному випадку дані постійно змінюються, наприклад, більшість конференцій проходять восени або навесні, відповідно, в цей час зростає кількість публікацій. Тобто, в часі процес також нерівномірний. Таким чином, ставиться питання як отримати дані, потрібні для підвищення показників ВНЗ чи визначення якості освіти на кафедрах, для того щоб зрозуміти, в чому системні проблеми на рівні науки та освіти в науково-дослідницькому інституті. В даному випадку можна вважати, що до процесу залучені студенти, викладачі, наукові підрозділи.

Якщо НПП приділяє багато часу викладанню, в нього залишається менше часу для науки, якщо незадовільно працюють структурні підрозділи, то замість наукової діяльності час витрачається на проходження неналагоджених цими підрозділами процедур, тобто між різними показниками існують чіткі взаємозв'язки.

Метою роботи є виявлення взаємозв'язків та слабких місць з подальшим усуненням останніх. Для цього необхідно вирішити наступні задачі:

- виявлення взаємозв'язку науково-інноваційної та навчально-методичної складових;
- знаходження співвідношення показників, що декларуються кафедрою з точки зору внутрішньої навчально-методичної підготовки, та зрізом знань, що проводиться під час ректорського контролю

## **1.2 Дані, що використовуються**

Для аналізу доступні такі дані:

1. Рейтинг науково-педагогічних працівників, що включає в себе:

- загальний рейтинг;
- рейтинг з навчально-методичної роботи;
- рейтинг з науково-інноваційної діяльності;

- рейтинг за посадами та віком;
2. Дані з ректорського контролю.

### 1.3 Джерела даних

Дані рейтингу науково-педагогічних працівників збираються КБ ІС – конструкторським бюро інформаційних систем, що входить до складу НТУУ «КПІ» [3]. На сьогоднішній день, КБ ІС - провідний підрозділ по реалізації задачі створення єдиного інформаційного середовища університету, яке включає:

- інформаційні ресурси;
- телекомунікаційні мережі;
- автоматизовану систему управління НТУУ «КПІ».

Основні задачі КБ ІС:

- інформаційне обслуговування, програмне й технічне забезпечення учбового процесу;
- програмне, інформаційне забезпечення адміністративно-управлінської діяльності вузу та його вдосконалення;
- розробка та впровадження інформаційних технологій в учбовий процес і служби університету.

Система, в якій зберігаються дані рейтингу, має назву «Рейтинг НПП», дані вводяться щороку, наприклад, цього року введення даних розпочинається з 01.06.2015 і триватиме до 01.07.2015 [3].

Дані, що використовуються з системи «Рейтинг НПП», є знеособленими, тобто такими, з яких вилучені відомості, які дають змогу ідентифікувати особу [4].

Також зведені дані з рейтингами кафедр з кожної складової можна отримати зі щорічного у навчального видання [5].

Дані з ректорського контролю збираються двічі на рік – навесні та восени як підсумки перевірки залишкових знань студентів.

Результати ректорського контролю публікуються в періодичному виданні “Київський політехнік”. Схеми обчислення і загальні висновки подаються у інформаційному виданні з матеріалами кожного туру комплексного моніторингу якості підготовки фахівців в НТУУ “КПІ” [6].

Збором даних та публікацією періодичного видання займається інститут моніторингу якості освіти Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Проведення ректорського контролю належить до основних завдань інституту [7]. Крім того, основними напрямками діяльності інституту є:

- Моніторинг якості освіти:
  1. Створення спільно з профільними кафедрами НТУУ«КПІ» банку даних з діагностики якості навчального процесу в НТУУ«КПІ»;
  2. Формування банку даних незалежних експертів;
  3. Проведення фундаментальних і прикладних досліджень з питань моніторингу якості освіти;
  4. Розробка та впровадження нових технологій та методик моніторингу якості освіти;
  5. Інформаційна підтримка самоаналізу діяльності НТУУ«КПІ» з питань якості освіти при підготовці до процедур зовнішнього контролю (атестації, акредитації тощо);
  6. Розробка та проведення заходів щодо створення системи забезпечення якості освіти в НТУУ«КПІ» відповідно до вимог державних стандартів освіти, критеріїв та показників національної та європейської систем акредитації та міжнародних процедур визнання освітніх програм.
- Науково-методична та науково-дослідна діяльність:
  1. Проведення науково-методичних та аналітичних досліджень з питань моніторингу якості освіти;
  2. Розробка заходів і створення відповідних засад впровадження моніторингу якості вищої освіти в НТУУ«КПІ»;



3. Розробка та впровадження ефективних освітніх технологій та методик в доуніверситетській підготовці;
4. Аналіз та узагальнення вітчизняних і зарубіжних науково-методичних надбань та досягнень у галузі адаптивних систем тестування, нових технологій навчання, систем управління якістю освіти;
5. Участь в організації та проведенні університетських, національних та міжнародних науково-методичних конференцій, симпозіумів, семінарів, нарад тощо, за основними напрямками діяльності Інституту;
6. Розробка та видання посібників, підручників, інших методичних матеріалів, узгоджених за змістом та адаптованих до навчальних програм НТУУ «КПІ».

#### **1.4 Характеристика даних**

Таким чином, дані, що аналізуються, є актуальними, вірними та такими, що отримані з достовірних джерел. В той же час, дані, що аналізуються, є такими, що можуть містити помилки саме розпливчатості, подвійності і т.і., наприклад, двічі внесена в рейтинг одна і та сама публікація, не пораховано рейтинг для викладача. Проте можна вважати, що на кожну тисячу таких неточностей однакова кількість.

Крім того, слід взяти до уваги той факт, що дані, які обробляються, є даними з шумами, тобто зі спотвореними значеннями. Фактично, в рейтинг можуть вноситись дані, що дозволяють досягти рейтингу = 1000, але при цьому вносяться не всі дані; частина даних інакше інтерпретує деякі позиції, наприклад, внесення в рейтинг методичних вказівок як монографій чи тезисів як статті, тобто деякі дані можуть бути відображені недостатньо чітко через незрозумілі формулювання в рейтинговій системі. Крім того, дані враховуються не по всіх викладачах: в рейтингу підрозділу дані можуть бути недостатньо об'єктивними через те, що частина викладачів заповнює всі дані, частина ніяких, а деякі дані дублюються сумісниками. Такі дані дуже важко очистити, шуми в них практично неусувні.

## **1.5 Існуючий підхід**

На даний момент існує аналіз кожної складової рейтингування науково-педагогічних працівників, що відбувається кожного року, і результати якого публікуються у навчальному виданні [5].

Наразі не встановлено взаємозв'язок та не простежені залежності між цими наборами даних.

## **1.6 Актуальність задачі**

Зрозуміло, що рейтинг науково-педагогічних працівників з навчально-методичної роботи має бути пов'язаний з успішністю студентів; відповідно, студенти кафедр-лідерів з навчально-методичної роботи мають демонструвати вищі результати з ректорського контролю, ніж студенти менш успішних підрозділів. Однією з задач роботи є перевірка кореляції вищезазначених даних. Іншою задачею є побудова кластерів на основі аналізу вказаних вище даних для виявлення прихованих зв'язків, а також отримання “портрету” типового доцента, професора, викладача, науково-педагогічного працівника певного віку тощо з точки зору методів кластерного аналізу.

На даний момент проводиться статистичний аналіз, в якому задекларовано визначені показники, але не видно причини значень цих показників та не можна простежити їх взаємозв'язок [5]. Для прийняття управлінських рішень статистичного аналізу недостатньо, необхідно також проводити аналіз отриманих результатів, для чого й використовуються методи кластерного аналізу.

## **1.7 Висновки до розділу**

На даний момент дослідження стосовно реального взаємозв'язку між різними наборами даних, аналіз кореляції або взаємозв'язків досягнень НПП в залежності від віку, посади і т.і. відсутні. При цьому, цікавим є взаємозв'язок

між безпосередньо результатами співробітників кафедр та рівнем підготовки студентів, який можна простежити, основується на результатах ректорського контролю як форми зрізу знань.

## 2 МЕТОДИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ

### 2.1 Кластерний аналіз

Кластер-колекція об'єктів даних містить схожі об'єкти в одному кластері [8]. Це означає, що об'єкти є аналогічними один до одного в межах однієї групи, і в той же час вони досить різні, або пов'язані з об'єктами в іншій групі або в інших кластерах. Кластерний аналіз також називають кластеризацією або сегментацією даних.

Кластерний аналіз розподіляє даний набір точок даних в набір кластерів або груп [9]. Ці точки даних якомога більше схожі в межах однієї групи та віддалені наскільки це можливо від інших груп. Кластерний аналіз відноситься до навчання без вчителя (unsupervised learning) з огляду на те, що на початку немає визначених класів [10]. Це суттєво відрізняє його від класифікації, де потребується навчання з учителем (supervised learning) або завдання міток класу для побудови моделі класифікації.

### 2.2 Сфери застосування кластерного аналізу

Існує безліч способів застосування кластерного аналізу. Найчастіше він виступає як інструмент, що дозволяє поглянути на дані в цілому. Також кластерний аналіз може використовуватись для попередньої обробки або як проміжний етап інших алгоритмів, таких як класифікації або прогнозування, чи для data mining. В задачах data mining за допомогою кластерного аналізу створюється комплексне зведення даних для класифікації [11], відбувається виявлення шаблонів, формування і перевірка гіпотез і т.і.

Крім того, кластерний аналіз часто застосовується для виявлення даних, що «вибиваються» з-поміж інших, оскільки таким даним відповідають точки, розташовані на відстані від будь-якого кластера [12]. Також кластерний аналіз використовується для стиснення та узагальнення даних.

## 2.3 Класифікація алгоритмів кластеризації

Існує дві основні класифікації алгоритмів кластеризації [10]:

### 1. Ієрархічні і пласкі.

Ієрархічні алгоритми будують систему вкладених розбиттів, тобто на виході алгоритму представляється дерево кластерів, коренем якого є вся вибірка, а листками – найбільш малі кластери.

Пласкі алгоритми будують одне розбиття об'єктів на кластери.

### 2. Чіткі і нечіткі.

Чіткі алгоритми кожному об'єкту вибірки ставлять у відповідність номер кластера, тобто кожен об'єкт належить тільки одного кластеру.

Нечіткі алгоритми кожному об'єкту ставлять у відповідність набір значень, що показують ступінь належності об'єкта до кластерів. Тобто кожен об'єкт відноситься до кожного кластеру з деякою ймовірністю [13, 14].

## 2.4 Методи кластеризації

Можна виділити ряд груп методів (деякі методи можна віднести відразу до декількох груп, і тому пропонується розглядати дану типізацію як деяке наближення до реальної класифікації методів кластеризації) [11]:

1. Ймовірнісний підхід. Передбачається, що кожен об'єкт відноситься до одного з  $k$  класів.

2. Підходи на основі систем штучного інтелекту.

3. Логічний підхід. Побудова дендрограми здійснюється за допомогою дерева рішень.

4. Теоретико-графовий підхід.

5. Ієрархічний підхід.

6. Інші методи, що не ввійшли до попередніх груп.

## 2.5 Методи, що базуються на партиціонуванні

Метод партиціонування полягає в тому, щоб виявити угруповання в даних [15]. Вхідна множина розділяється на  $K$  груп, при цьому мінімізується функція, що визначає відстані як суми квадратів помилок – Sum of Squared Errors (SSE):

$$SSE(C) = \sum_{k=1}^K \sum_{x_{iec_k}} \|X(i) - c(k)\|^2 \quad (2.1)$$

Після цього ітеративно оптимізується якість такого поділу. Таким чином,  $K$ -секціонування – це метод, що розділяє набір даних  $D$  з  $n$  об'єктів в набір  $K$  кластерів.

### 2.5.1 K-Means метод

Кожний кластер представляється центром кластера. Для  $K$  кластерів метод  $K$ -Means працює наступним чином [16]:

1. Обирає  $K$  точок центроїдами.
2. В циклі виконує наступні дії до того моменту, поки не досягає критерія збіжності:
  - а. Формує  $K$  кластерів шляхом присвоєння кожної точки до найближчого до неї центроїда.
  - б. Перевизначає центроїди.
3. Алгоритм може використовувати різні міри відстані, наприклад Манхеттенську, Евклідову відстані.

Приклад роботи методу  $K$ -Means наведено на рис. 2.1 – 2.3.

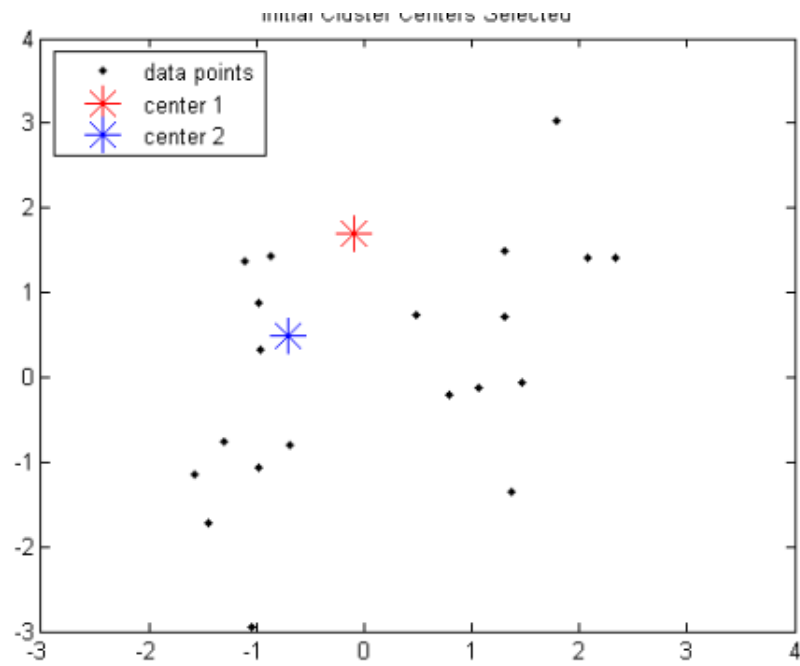


Рисунок 2.1 – Початковий набір даних та випадково обрані  $K = 2$  центроїди

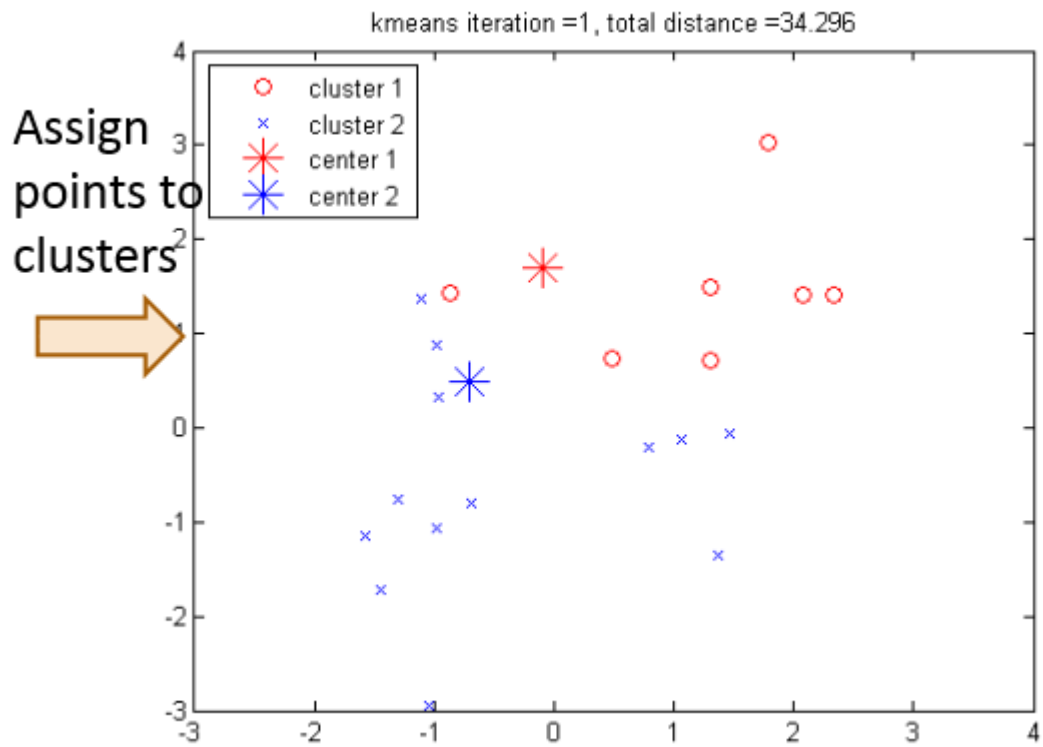


Рисунок 2.2 – Присвоєння точок до кластерів

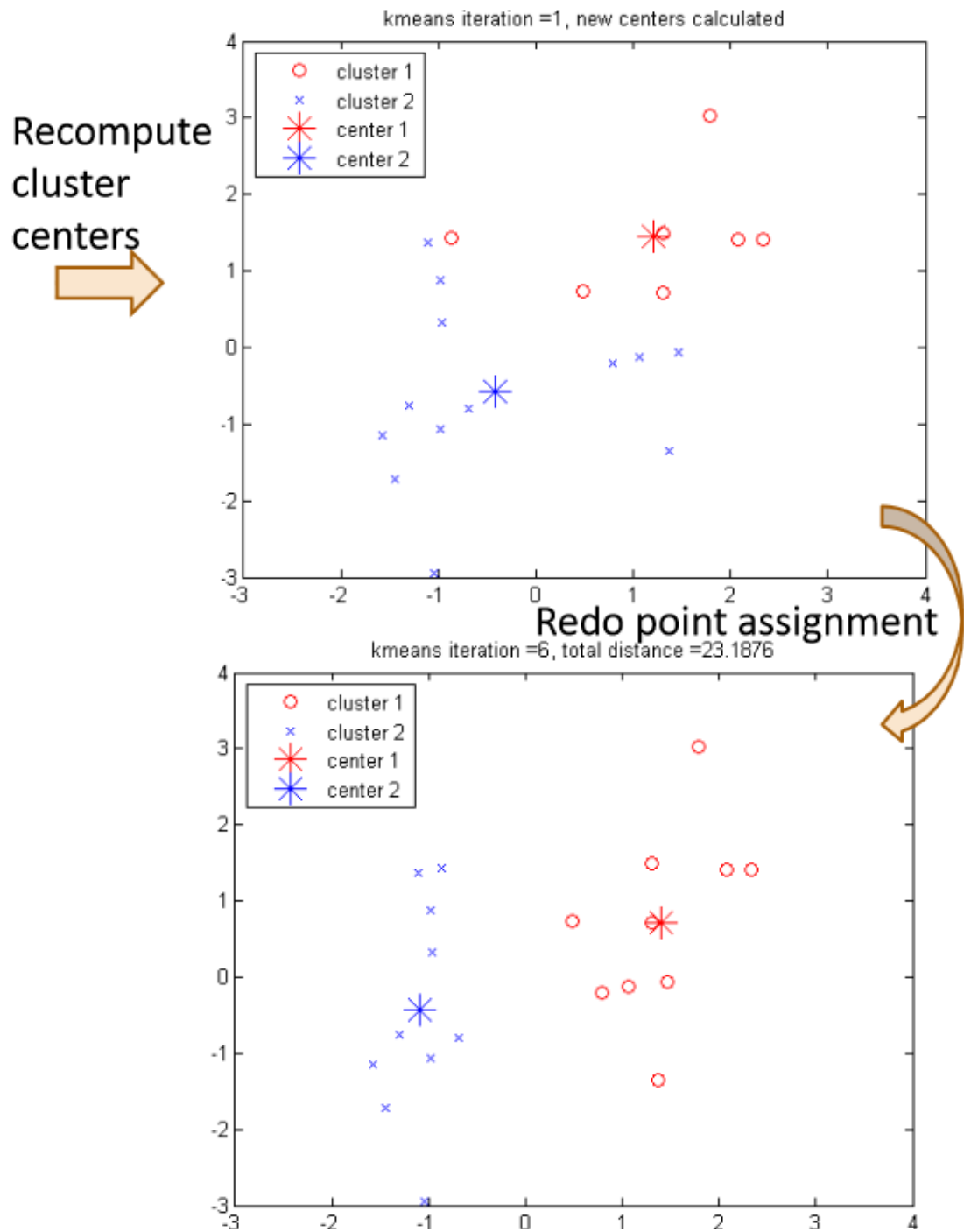


Рисунок 2.3 – Переобчислення центрів кластерів та переобчислення належностей

Особливості методу полягають в наступному:

- обчислювальна складність  $O(tKn)$ , де  $n$  – це кількість об'єктів,  $K$  – кількість кластерів,  $t$  – кількість ітерацій. Звичайно  $K, t \ll n$ , тобто метод є ефективним;



- кластеризація може завершитись на локальному оптимумі, тому для високоякісного результату необхідна початкова ініціалізація;
- необхідно заздалегідь задати  $K$  – кількість кластерів;
- чутливість до «шумних» даних та значень, що сильно відрізняються;
- можливе застосування тільки для чисельних даних;
- неможливо будувати кластери неопуклої форми.

На даний час існує багато варіацій цього методу, що частково усувають недоліки, серед них: K-Medoids, K-Medians, K-Modes, K-means++, Intelligent K-Means, Genetic K-Means [15].

## 2.6 Ієрархічні методи кластеризації

Ієрархічна кластеризація – це така кластеризація, за якої, починаючи з кластера, що складається з одного елемента, кластери ітеративно зливаються в кластери вищого рівня [16].

Також можливо починати з єдиного великого макрокластера, який ітеративно розділяється на маленькі кластери.

Таким чином формуються ієрархія кластерів.

Для їх формування не потрібно задавати кількість кластерів  $K$ , такий тип кластеризації є більш детермінованим та не потребує ітеративних уточнень.

Ієрархічні методи кластеризації включають в себе дві категорії алгоритмів.

Перша категорія має назву агломераційної. Вона починається з одноелементного кластера, що зливаються два кластери, щоб побудувати ієрархію кластерів «знизу вгору».

Друга група – Divisive methods – методом розділення великий макрокластер, що містить всі елементи, розділяється на дві групи, кожна з них також на дві групи і так далі. Таким чином генерується ієрархія кластерів «зверху вниз». На рисунку 2.4 зображено обидва підходи.

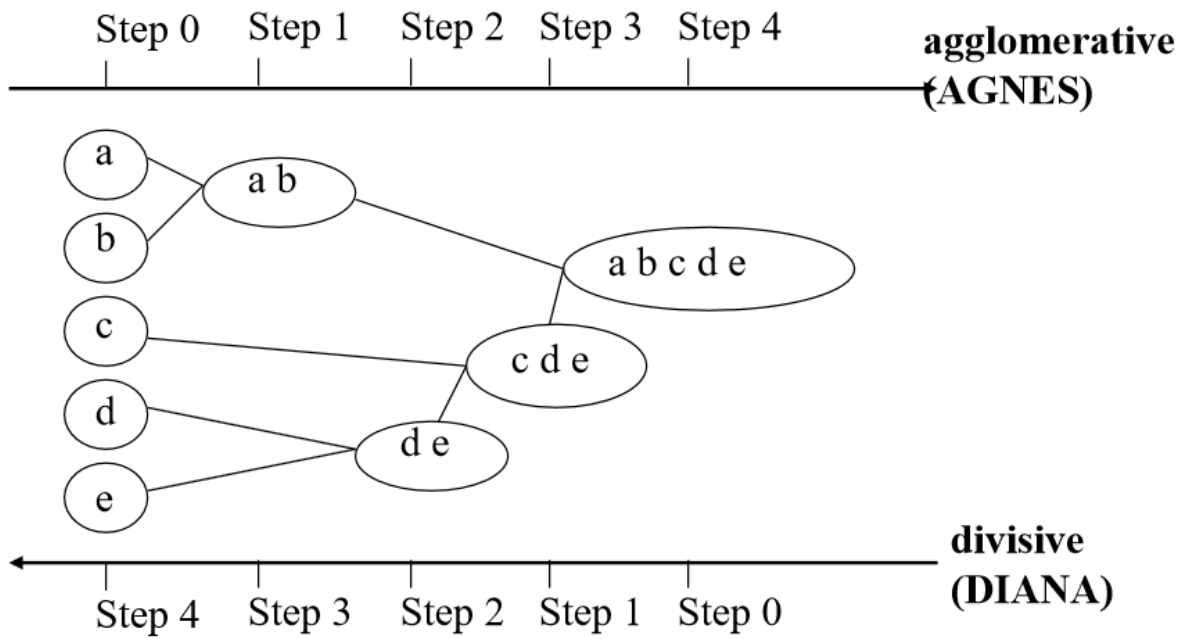


Рисунок 2.4 – Хід алгоритмів AGNES, DIANA

Дендрограма – це декомпозиція множини об'єктів даних в дерево кластерів шляхом багаторівневого вкладеного партиціонування (рис. 2.5).

Кластеризація об'єктів даних досягається обрізанням дендрограми на бажаному рівні, в результаті кожен поєднаний набір компонентів формує кластер.

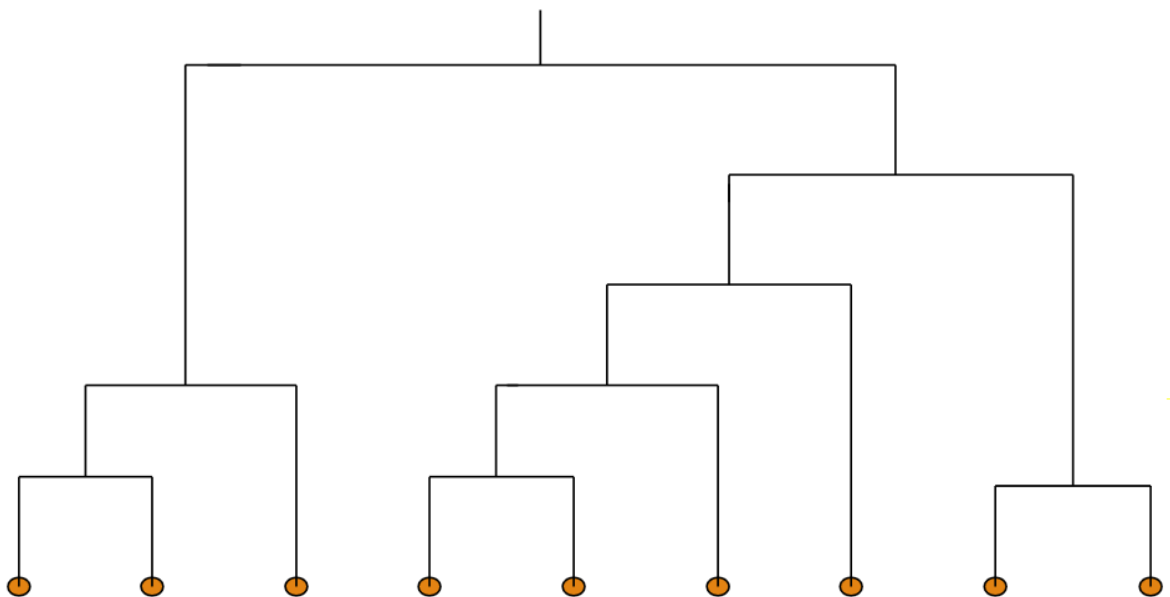


Рисунок 2.5 – Дендрограма

### 2.6.1 Агломеративні методи ієрархічної кластеризації

Агломеративні алгоритми – це такі, що кластеризують «знизу вверху». На початку алгоритму кожна точка розглядається як кластер, потім алгоритм намагається об'єднати найближчі сусідні точки в один більший кластер і так далі, щоб зрештою об'єднати всі кластери в один великий кластер.

Агломеративні алгоритми також називають AGNES (AGglomerative NESting) [15]. Хід алгоритму виглядає наступним чином (рис. 2.6):

- використовується метод одноканального зв'язку «найближчий сусід» та матриця відмінностей;
- вузли, що мають найменші відмінності, зливаються;
- всі вузли об'єднуються в один кластер.

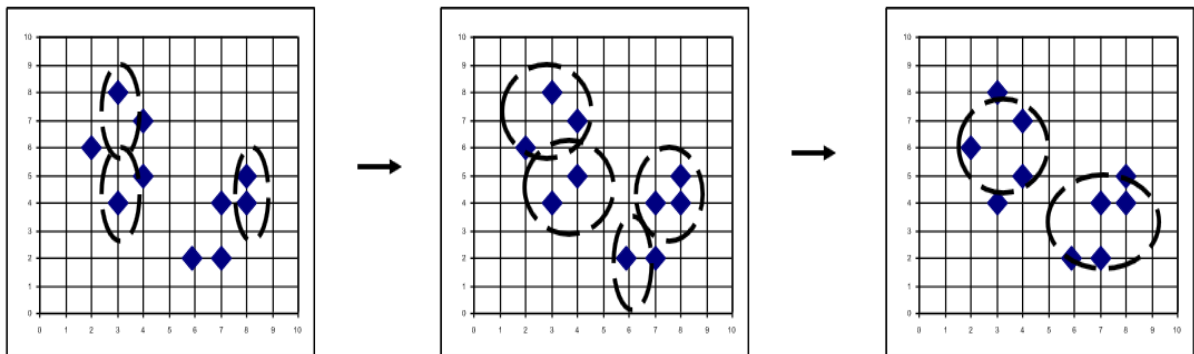


Рисунок 2.6 – хід алгоритму AGNES

Агломеративна кластеризація залежить від використання мір подібності кластерів:

- одноканальний зв'язок (найближчий сусід);
- повний зв'язок (діаметр);
- середній зв'язок (середнє по групі);
- центроїдний зв'язок (подібність центроїдів).

Одноканальний зв'язок (найближчий сусід):

- подібність двох кластерів – це подібність між їх найбільш подібними членами (найближчий сусід);
- приділяється увага найближчим точкам, ігнорується структура кластера;
- можливість будувати кластери неправильної форми;
- такий вид зв'язку чутливий до даних з шумами та значень, що вибиваються з множини.

Схематичне зображення наведено на рисунку 2.7.

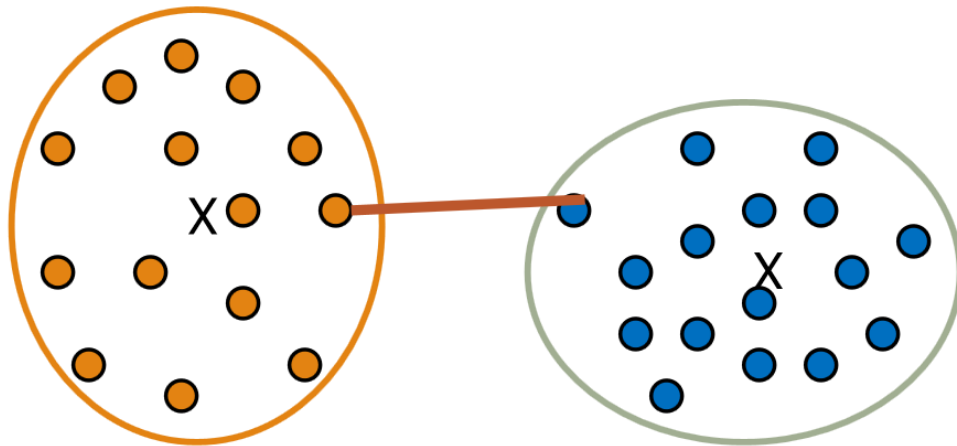


Рисунок 2.7 – Одноканальний зв'язок

Повний зв'язок:

- подібність двох кластерів рахується як подібність їх найменш подібних членів;
- два кластери об'єднуючись формують кластер з щонайменшим діаметром;
- на виході – кластери компактної форми;
- чутливий до значень, що суттєво відрізняються.

Схематичне зображення наведено на рисунку 2.8.

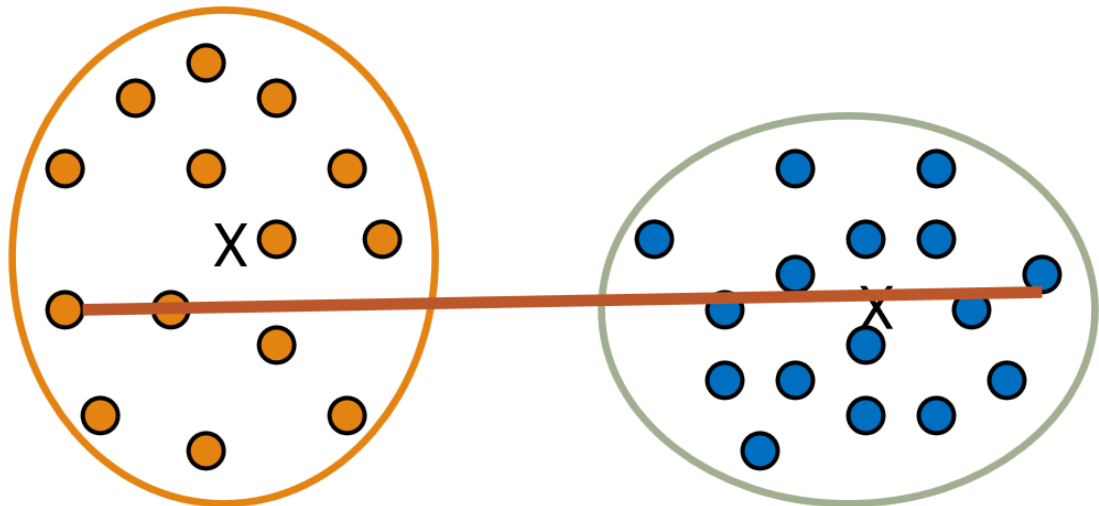


Рисунок 2.8 – Повний зв'язок

Середній зв'язок – середня відстань між елементами в парі кластерів (рис. 2.9). Особливістю є затратне обчислення.

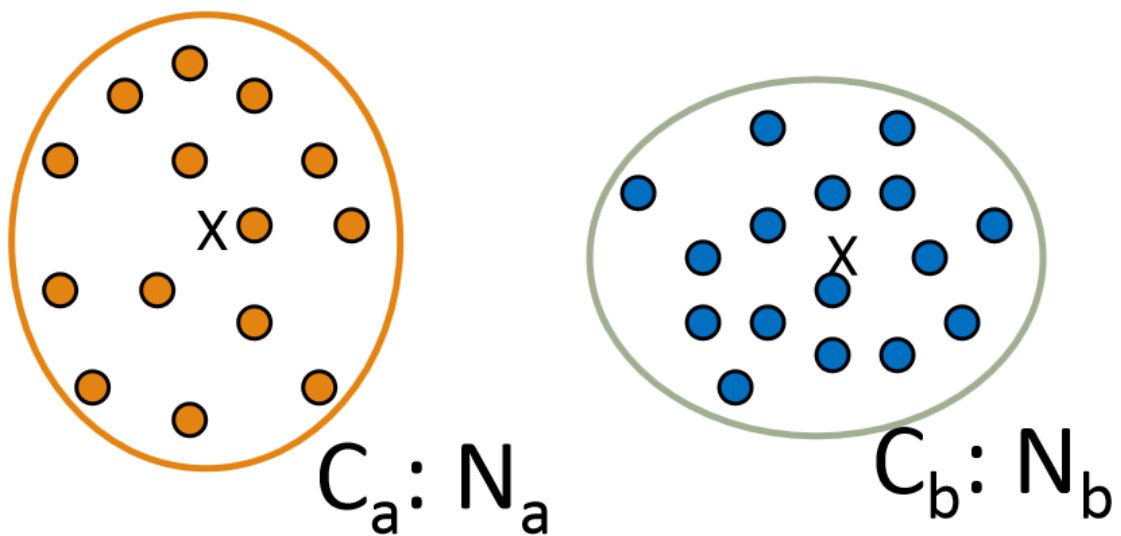


Рисунок 2.9 – Середній зв'язок

Центроїдний зв'язок – відстань між центроїдами двох кластерів (рис. 2.10).

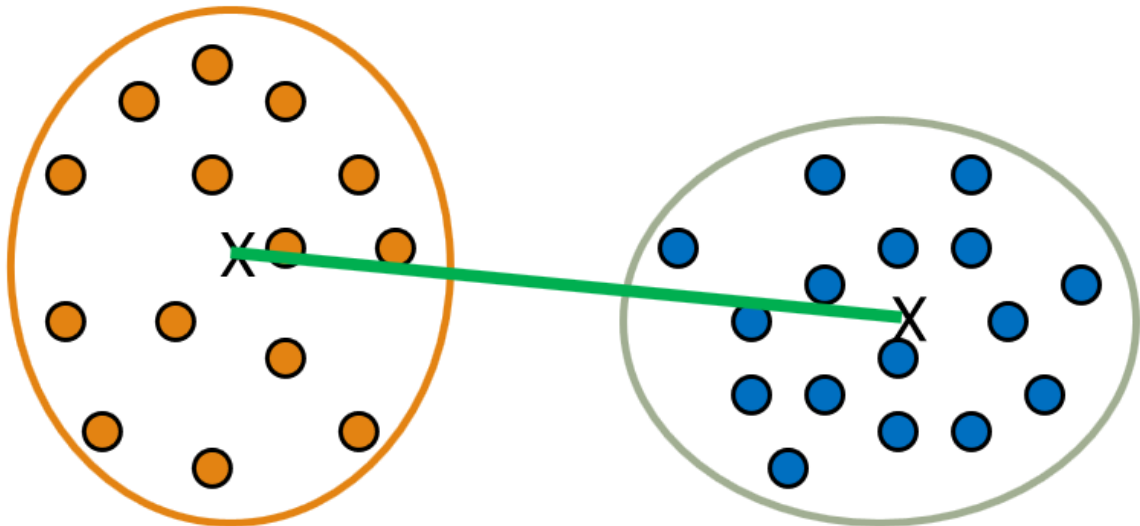


Рисунок 2.10 – Центроїдний зв'язок

### 2.6.2 Методи ієрархічної кластеризації розділенням

DIANA (Divisive Analysis) [15] – зворотній порядок дій від AGNES: в результаті кожний елемент представляє собою кластер. На рис. 2.11 зображено хід алгоритму DIANA.

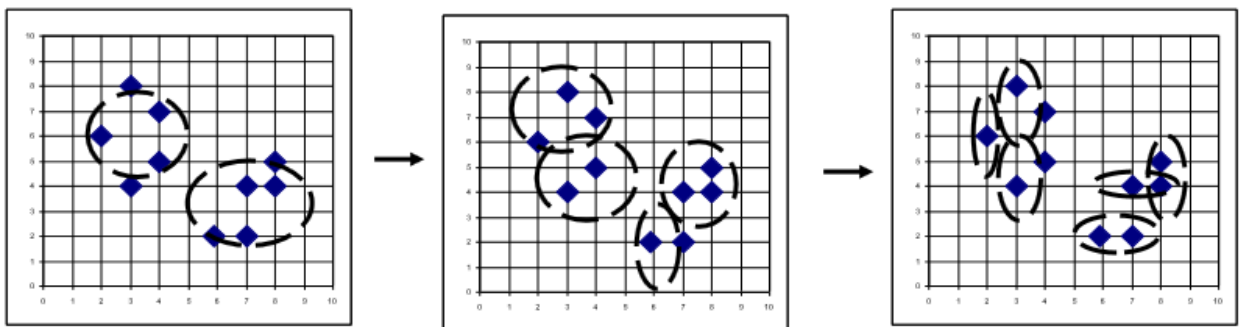


Рисунок 2.11 – Хід алгоритму DIANA

Ієрархічна кластеризація розділенням – це підхід «зверху вниз»:

- процес починається з кореня, розглядаючи всі точки множини як кластер;
- кластери вищого рівня рекурсивно розщеплюються для побудови діаграми;
- може розглядатись в якості глобального підходу;

- може вважатись ефективнішим, але більш чутливим до шумів за AGNES.

## 2.7 Методи статистики

В роботі необхідно знаходити взаємозв'язок між наборами даних, для цього застосовуються методи математичної статистики.

Розглянемо деякі поняття, що подані нижче [15].

Дисперсія випадкової величини  $X$  – це міра відхилення значення  $X$  від очікуваного значення

Дисперсія дискретної випадкової величини  $X$  має такий вигляд:

$$\sigma^2 \equiv D(X) = E[(X - \mu)^2] = \sum_x (x - \mu)^2 p(x)$$

де

$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$  і називається стандартним відхиленням величини  $X$  від її середнього значення  $\mu$ ;

$D$  – оператор дисперсії випадкової величини.

Якщо випадкова величина  $\xi = x$  задана густиною імовірності, тоді дисперсія виглядає так:

$$\sigma^2 \equiv D(\xi) = E[(\xi - \mu)^2] = \int_X (x - \mu)^2 p_\xi(x) dx$$

де

$$\mu \equiv E(\xi) = \int_X x p_\xi(x) dx, \text{ тобто це середнє значення величини } \xi;$$

$p_\xi(x)$  – функція густини імовірності.

Коваріація – числова характеристика залежності випадкових величин. Сутність коваріації полягає в тому, що вона виникає внаслідок невизначеності результату перемножування двох сукупностей чисел.

Коваріація двох випадкових величин  $X, Y$  позначається як  $\text{Cov}(X, Y)$  і виглядає наступним чином:

$$\text{Cov}(X, Y) = E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)] = E(XY) - \mu_X \mu_Y = \mu_{XY} - \mu_X \mu_Y,$$

де

$E$  – оператор математичного сподівання;

$\mu_X$  – середнє значення величини  $X$ ;

$\mu_Y$  – середнє значення величини  $Y$ ;

$E(XY)$  – математичне сподівання добутку величин  $X, Y$ ;

$\mu_{XY}$  – середнє значення добутку цих величин.

Це визначення має сенс за умови скінченності дисперсій випадкових величин.

Позитивна коваріація:  $\text{Cov}(X, Y) > 0$ .

Негативна коваріація:  $\text{Cov}(X, Y) < 0$ .

Незалежність: якщо  $X$  та  $Y$  незалежні,  $\text{Cov}(X, Y) = 0$ , зворотнє не вірно.

Деякі пари випадкових величин можуть мати  $\text{Cov}(X, Y) = 0$ , але при цьому не бути незалежними.

Кореляція двох випадкових величин є залежністю двох випадкових величин. При цьому, зміна однієї або кількох цих величин призводить до систематичної зміни іншої або інших величин. Математичною мірою кореляції двох випадкових величин слугує коефіцієнт кореляції.

Кореляція може бути позитивною та негативною (можлива також ситуація відсутності статистичного зв'язку – наприклад, для незалежних випадкових величин). Негативна кореляція – кореляція, при якій збільшення однієї змінної пов'язане зі зменшенням іншої, при цьому коефіцієнт кореляції від'ємний. Додатна кореляція – кореляція, при якій збільшення однієї змінної пов'язане зі збільшенням іншої, при цьому коефіцієнт кореляції додатний.

Коефіцієнт кореляції. Нехай  $X$  та  $Y$  – випадкові величини з математичним сподіванням  $\mu_X$  та  $\mu_Y$ . Їхній коефіцієнт кореляції позначається як  $\rho(X, Y)$  і дорівнює:

$$\rho(X, Y) = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E((X - \mu_X)(Y - \mu_Y))}{\sigma_X \sigma_Y},$$

де



$\text{Cov}(\mathbf{X}, \mathbf{Y})$  – коваріація величин  $\mathbf{X}$  та  $\mathbf{Y}$ ,

$\sigma_X, \sigma_Y$  – стандартне відхилення величин  $\mathbf{X}$  та  $\mathbf{Y}$ ,

$E$  – оператор математичного сподівання.

Позитивна кореляція  $\rho(\mathbf{X}, \mathbf{Y}) > 0$  означає, що зі зростанням значень  $X$  зростають значення  $Y$ , причому чим більше значення коефіцієнта, тим сильніший взаємозв'язок.

Негативна кореляція  $\rho(\mathbf{X}, \mathbf{Y}) < 0$  означає наявність зворотного зв'язку: чим вище значення однієї змінної, тим нижче значення іншої. Сила такого зв'язку характеризується абсолютною величиною коефіцієнта кореляції.

У випадку  $\rho(\mathbf{X}, \mathbf{Y}) = 0$  можна говорити про незалежність так само, як і в випадку коваріації.

Для словесного опису величини коефіцієнта кореляції використовуються градації, наведені в табл. 2.1.

На рис. 2.12 зображено набір графіків, що показують набори точок з коефіцієнтами кореляції, що варіюються від -1 до 1.

Таблиця 2.1 – Словесний опис величини коефіцієнта кореляції

<b>Значення</b>	<b>Інтерпретація</b>
до 0,2	Дуже слабка кореляція
до 0,5	Слабка кореляція
до 0,7	Середня кореляція
до 0,9	Висока кореляція
понад 0,9	Дуже висока кореляція

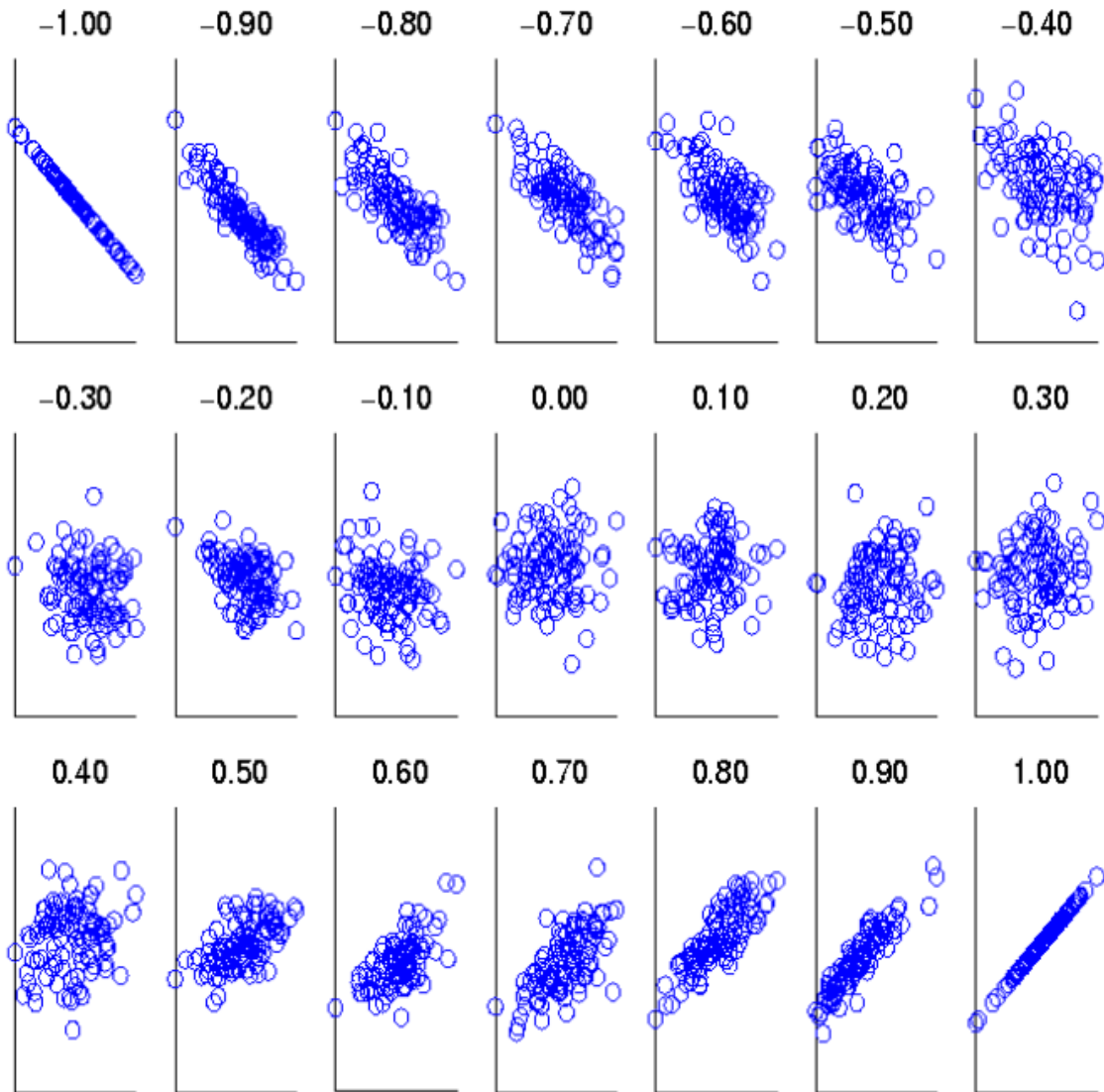


Рисунок 2.12 – Набір графіків зі значеннями кореляції від -1 до 1

## 2.8 Висновки до розділу

Грунтуючись на проведеному аналізі, для застосування у роботі обрано ієрархічні алгоритми, а саме агломеративний алгоритм з центроїдним зв'язком. Даний алгоритм не потребує задання кількості кластерів, що відповідає потребам задачі та дозволяє об'єднувати в кластери дані без істотних змін через значення, що вибиваються, та шуми.

### 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Дані для аналізу

Дані для аналізу взяті з Інституту моніторингу якості освіти та КБ ІС (див. розділ 1) та записані в реляційну базу даних.

На рисунку 3.1 наведена схема БД, структура якої покриває всі потреби збереження вище зазначених даних, а також створення запитів для отримання інформації в належному для аналізу вигляді

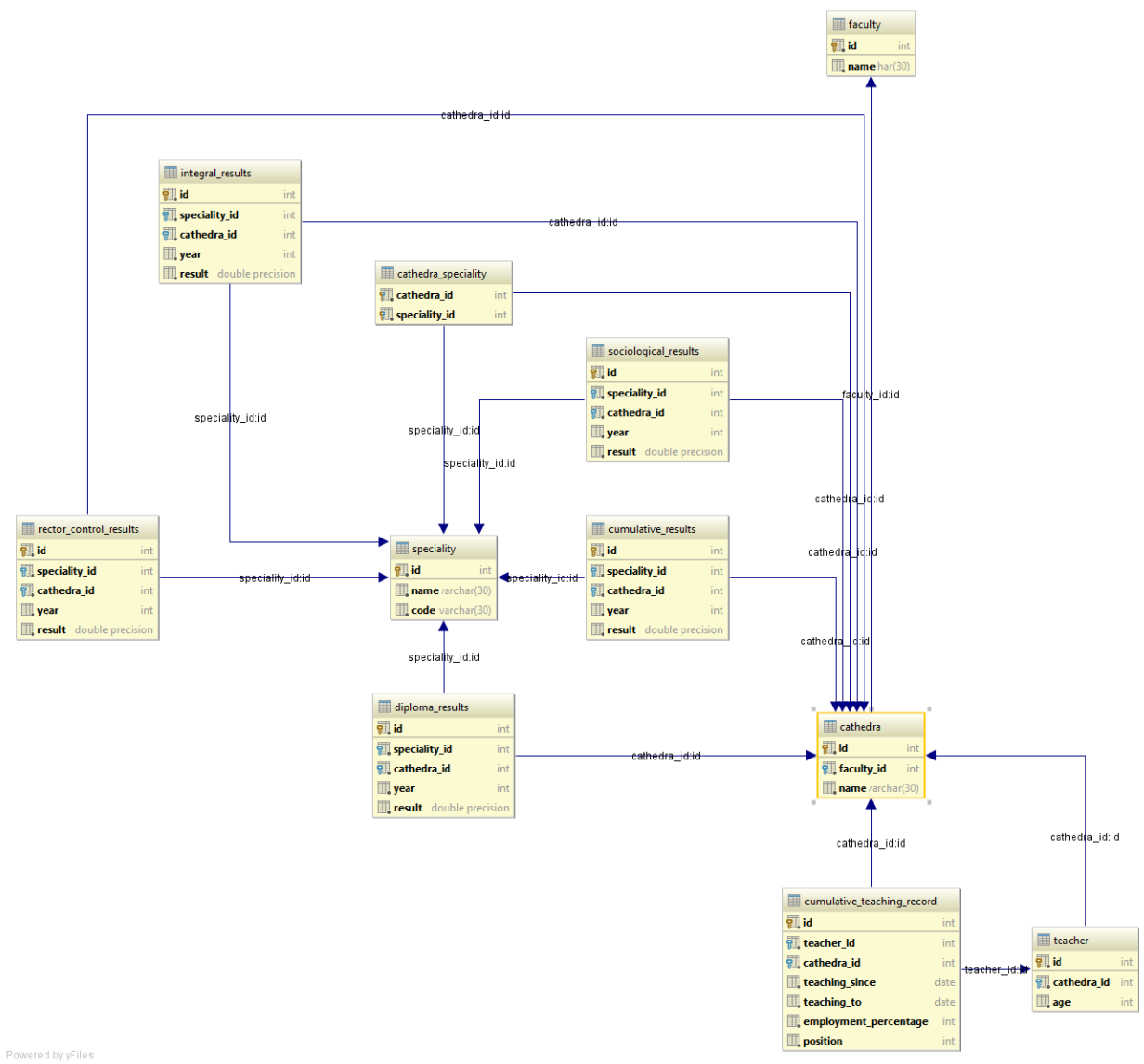


Рисунок 3.1 – Схема бази даних

### 3.1.1 Основні таблиці бази даних

Для зберігання вище зазначених даних необхідно ввести такі таблиці:

Таблиця «Faculty» – таблиця сутності, в якій зберігається інформація щодо факультетів, а саме назва факультету та сурогатний ідентифікатор.

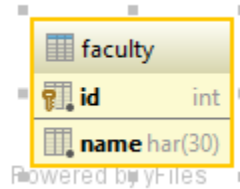


Рисунок 3.2 – Таблиця «Faculty»

Таблиця «Cathedra» – таблиця сутності, в якій зберігається інформація щодо кафедр, а саме назва кафедри, сурогатний ідентифікатор та посилання на факультет.

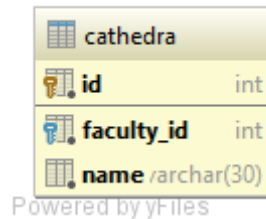


Рисунок 3.3 – Таблиця «Cathedra»

Таблиця «Teacher» – таблиця сутності, в якій зберігається інформація щодо НПП.

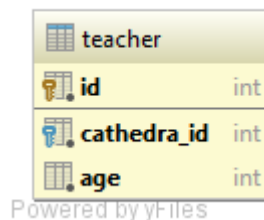


Рисунок 3.4 – Таблиця «Teacher»

В таблиці немає поля імені НПП через знеособленість даних, тому НПП однозначно визначений тільки ідентифікатором.

Обов'язково є посилання на кафедру, тому що НПП є належним до кафедри.

Таблиця спеціальність зображена на рисунку 3.5.

speciality	
id	int
name	nchar(30)
code	varchar(30)

Рисунок 3.5 – Таблиця «Speciality»

Таблиця «Cumulative\_teaching\_record» містить в собі інформацію про роботу НПП на кафедрі

cumulative_teaching_record	
id	int
teacher_id	int
cathedra_id	int
teaching_since	date
teaching_to	date
employment_percentage	int
position	int

Рисунок 3.6 – Таблиця «Cumulative\_teaching\_record»

Розглянемо детальніше поля таблиці:

Teacher\_id – поле-посилання на таблицю «Teacher»;

Cathedra\_id – поле-посилання на таблицю «Cathedra»;

Teaching\_since, teaching\_to – роки викладання на кафедрі;

Employment percentage – ставка НПП на кафедрі;

Position – посада НПП.

Таблиці «Cumulative\_results», «Rector\_control\_results», «Sociological\_results», «Integral\_results», «Diploma\_results» мають ідентичну структуру і призначені для зберігання інформації з комплексного моніторингу якості підготовки фахівців в НТУУ «КПІ» та представлені на рисунках 3.7 - 3.11.

rector_control_results	
id	int
speciality_id	int
cathedra_id	int
year	int
result	double precision

Powered by yFiles

Рисунок 3.7 – Таблиця «Rector\_control\_results»

cumulative_results	
id	int
speciality_id	int
cathedra_id	int
year	int
result	double precision

Powered by yFiles

Рисунок 3.8 – Таблиця «Cumulative\_results»

integral_results	
id	int
speciality_id	int
cathedra_id	int
year	int
result	double precision

Powered by yFiles

Рисунок 3.9 – Таблиця «Integral\_results»

sociological_results	
id	int
speciality_id	int
cathedra_id	int
year	int
result	double precision

Powered by yFiles

Рисунок 3.10 – Таблиця «Sociological\_results»

diploma_results	
id	int
speciality_id	int
cathedra_id	int
year	int
result	double precision

Powered by yFiles

Рисунок 3.11 – Таблиця «Diploma\_results»

### 3.1.2 Вибір СКБД

Як СКБД використовується Postgres – повністю безкоштовна реляційна БД, що відповідає стандартам ANSI SQL, має високі показники продуктивності. Крім того, для Postgres існує асинхронний драйвер, що дозволяє зменшити навантаження на клієнтські потоки.

### 3.1.3 Методика проведення досліджень

Для статистичного та кластерного аналізу використано мову R та призначене для неї середовище розробки R-Studio.

R — мова програмування і програмне середовище для статистичних обчислень, аналізу та представлення даних в графічному вигляді. В R реалізовано різноманітні методи кластеризації, серед яких є й ієрархічні. Крім того, добре імплементовано наочне відображення результатів обчислень.

Для проведення аналізу та побудови графіків та дендрограм дані вивантажуються з бази в форматі .csv, який підтримується середовищем R.

## 3.2 Результати аналізу

### 3.2.1 Технічні та комп'ютерні факультети

Спочатку дослідження було проведено для 4 факультетів: ММІ, ФЕЛ, ФПМ, ФІОТ.

В результаті виявлено, що для цих факультетів кореляція рейтингу кафедри з навчально-методичної роботи з результатами ректорського контролю дуже слабка (до 0.2), при цьому зворотна, а саме  $-0,18318$ . На рисунку 3.12 зображено взаємозв'язок двох вищезазначених величин.

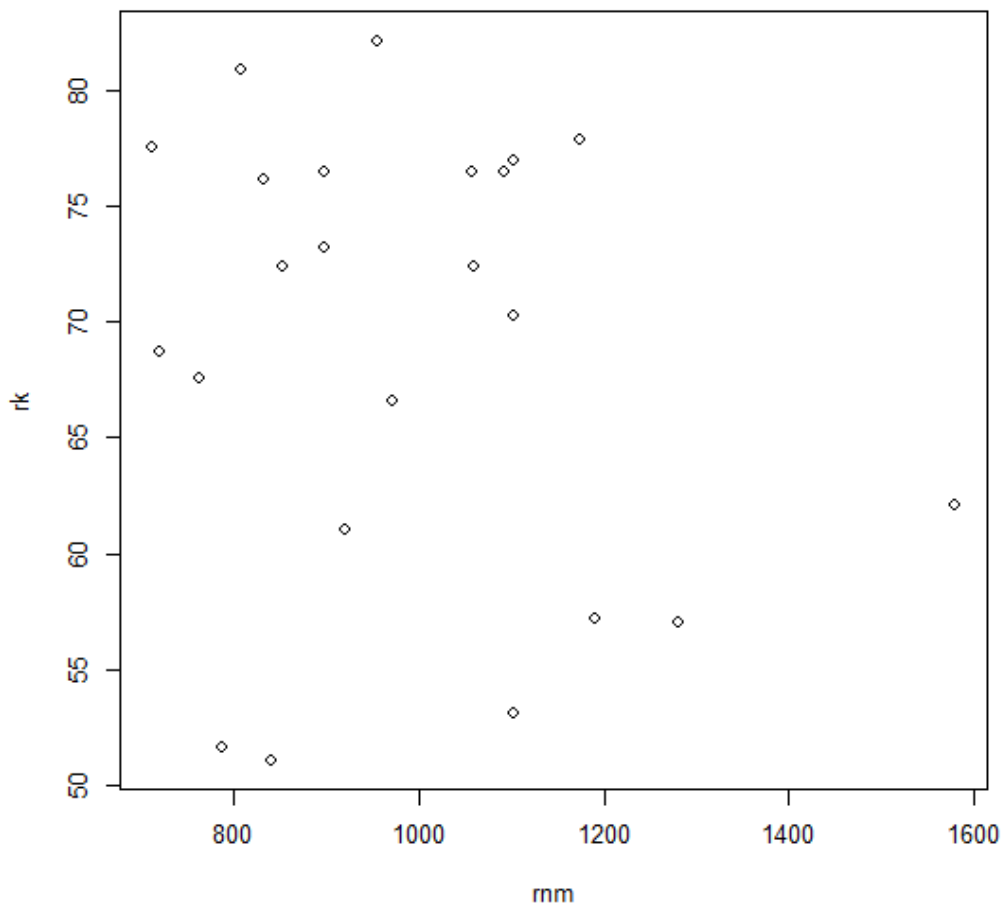


Рисунок 3.12. – Залежність результатів ректорського контролю від навчально-методичної роботи



Якщо припустити, що між складовими є лінійна залежність, тоді вона виглядає так, як показано на рисунку 3.13.

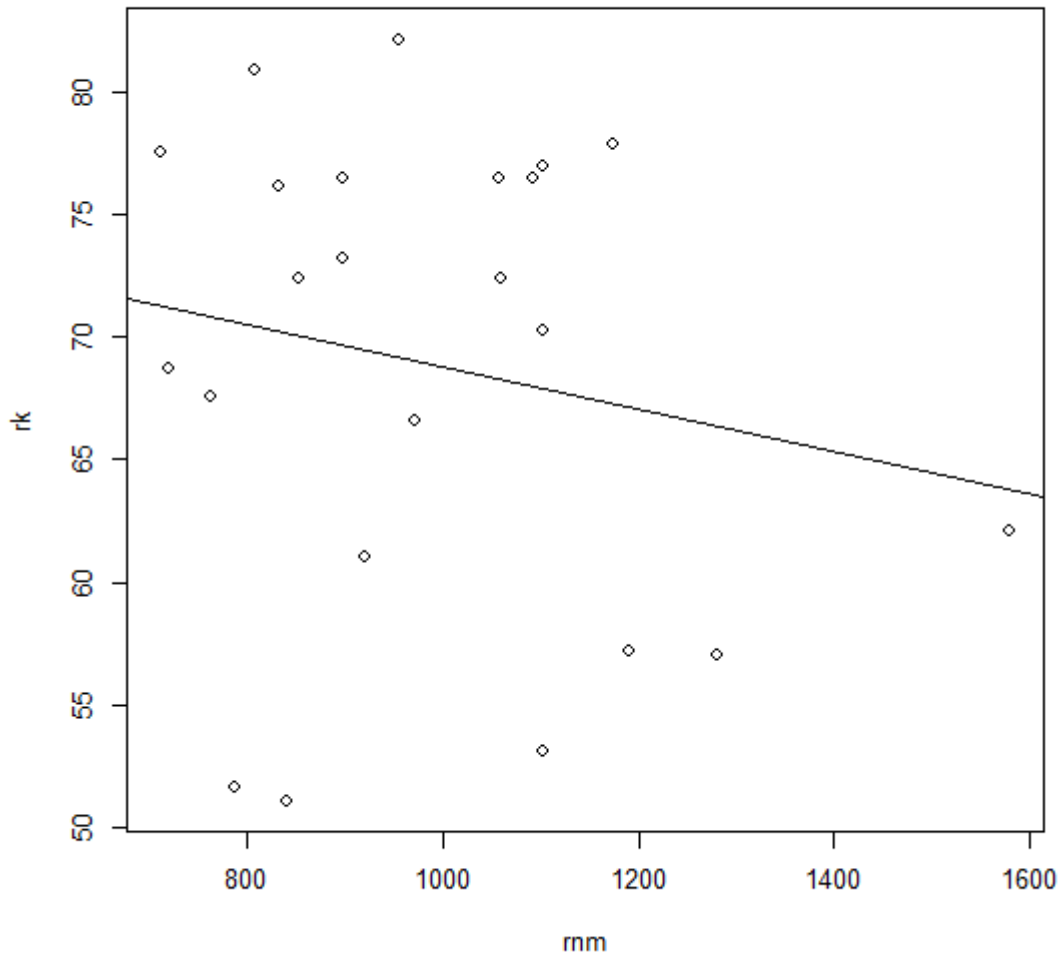


Рисунок 3.13 – Лінійна функція залежності ректорського контролю від навчально-методичної роботи

Крім того, кореляція науково-інноваційної складової з навчально-методичною також є зворотною, тобто, чим кращі результати з однієї складової тим гірше з іншої. Залежність зображено на рисунку 3.14.

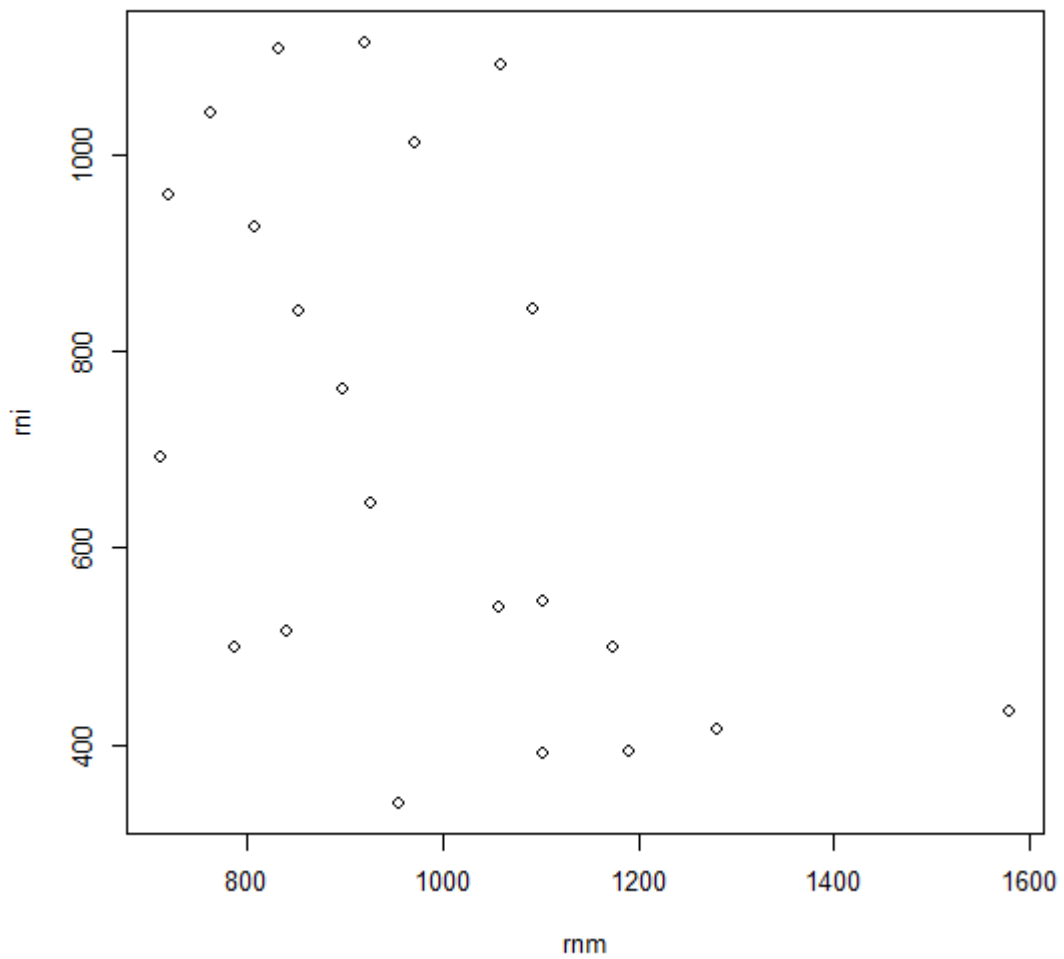


Рисунок 3.14 – Залежність науково-інноваційної складової від навчально методичної

Розрахована кореляція складає -0.49.

Припускаючи, що існує лінійна залежність науково-інноваційної складової від навчально-методичної, вона виглядає як показано на рисунку 3.15.

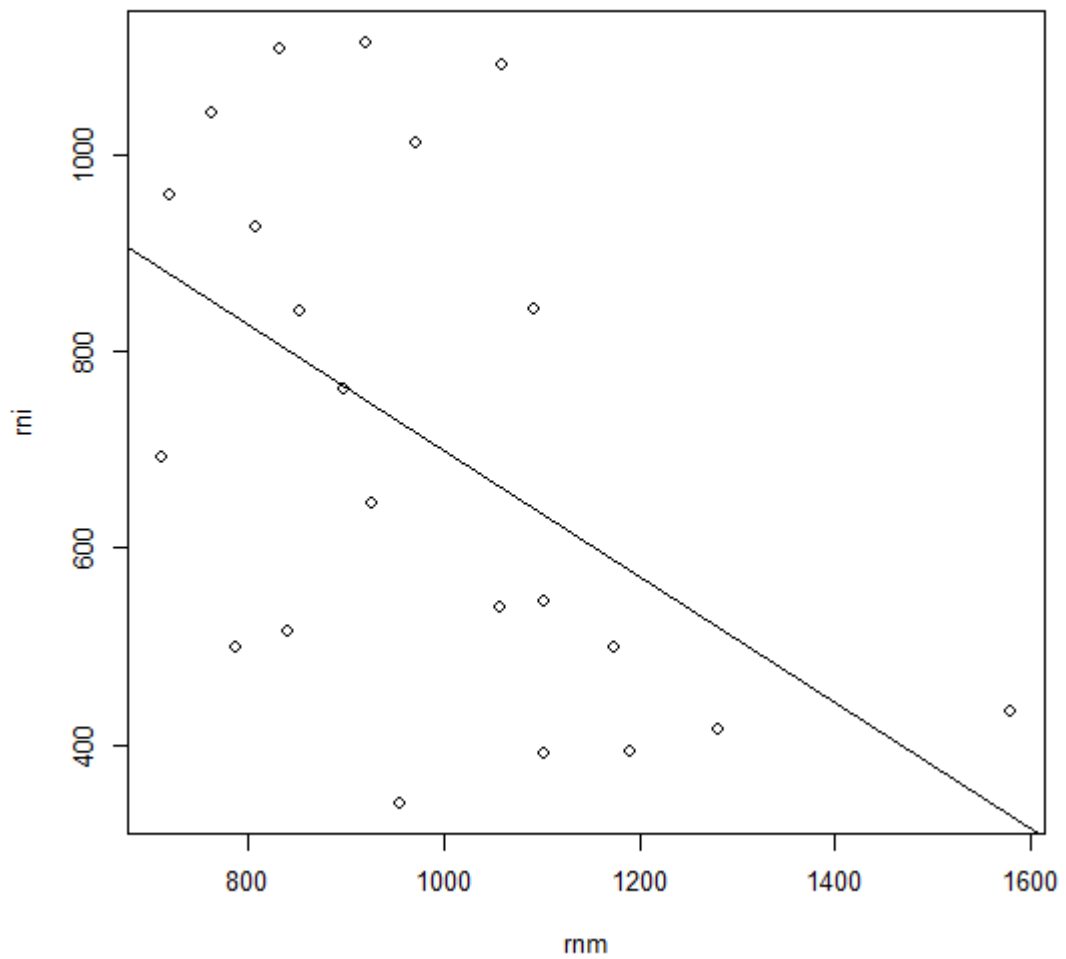


Рисунок 3.15 – Лінійна функція залежності науково-інноваційної складової від навчально методичної

На рисунку 3.16 зображено взаємозв'язок всіх трьох величин – ректорського контролю, науково-інноваційної складової та навчально методичної складових

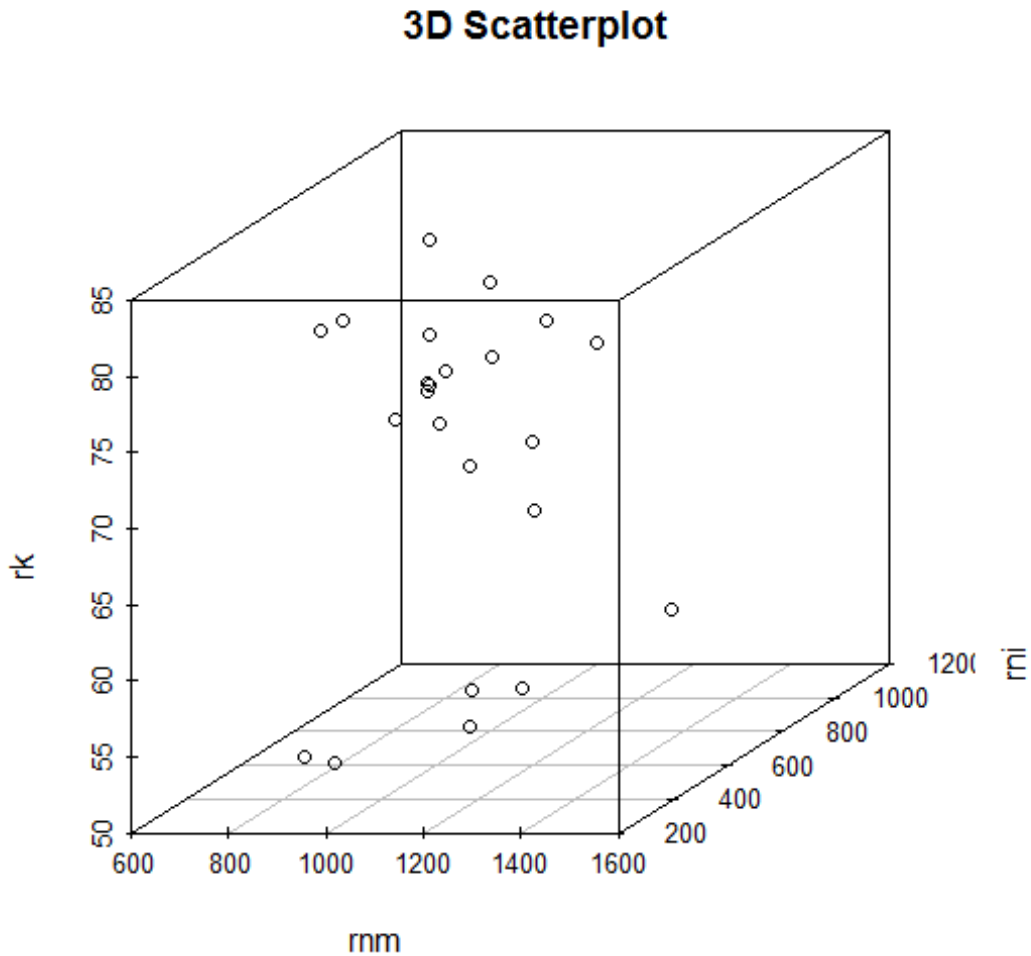


Рисунок 3.16 – Взаємозв’язок ректорського контролю, науково-інноваційної складової та навчально методичної складових

Результати кластеризації по трьох вищезазначених вимірах для кафедр показано на рисунку 3.17. Дані прокластеризовано за показниками науково-інноваційної, навчально-методичної складових рейтингу НПП та за даними з результатів ректорського контролю. Кафедри, що належать до спільних кластерів, можуть розглядатися як однотипні, щодо яких можуть бути прийняті єдині управлінські рішення.

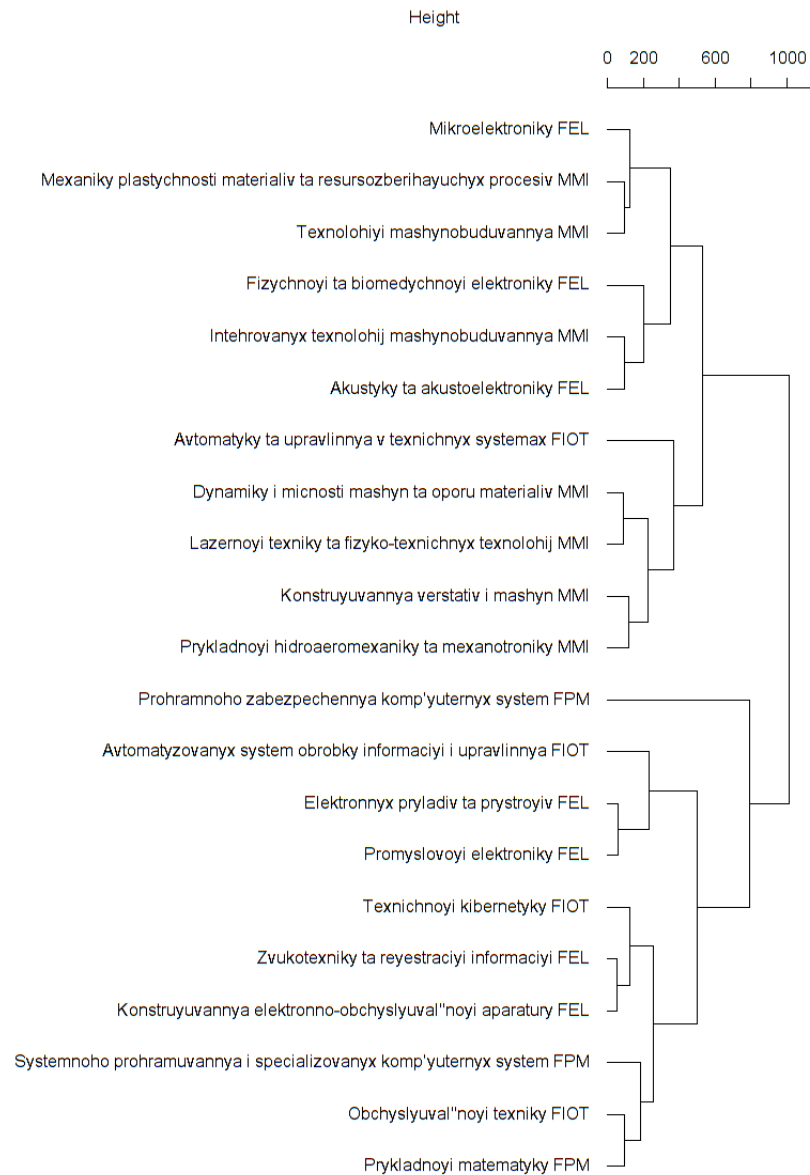


Рисунок 3.17 – Дендрограма за показниками ректорського контролю, науково-інноваційної та навчально-методичної складових

Після отримання додаткових даних, також було проведено аналіз по всіх технічних факультетах КПІ, а саме: ІПСА, ФТІ, ХТФ, ФЕЛ, ФММ, ВПІ, ІФФ, ФПМ, ІХФ, ФІОТ, ІТС, ТЕФ, ММІ, ФМФ, ПБФ, ФАКС, ІЕЕ, ФЕА, ФБТ, РТФ, ФБМІ, ЗФ.

Технічні та комп'ютерні факультети розглядаються разом через складність однозначно віднести факультет до тієї або іншої групи, наприклад,

на таких факультетах, як ІПСА, ТЕФ, ФТІ є як кафедри, що відносяться до комп'ютерних, так і такі, що до технічних.

При проведенні експерименту було відкинуто 5% кафедр з найкращими та найгіршими показниками з вищевказаних складових.

Розглядаючи кафедри, можна помітити, що існує певний взаємозв'язок (рис. 3.18).

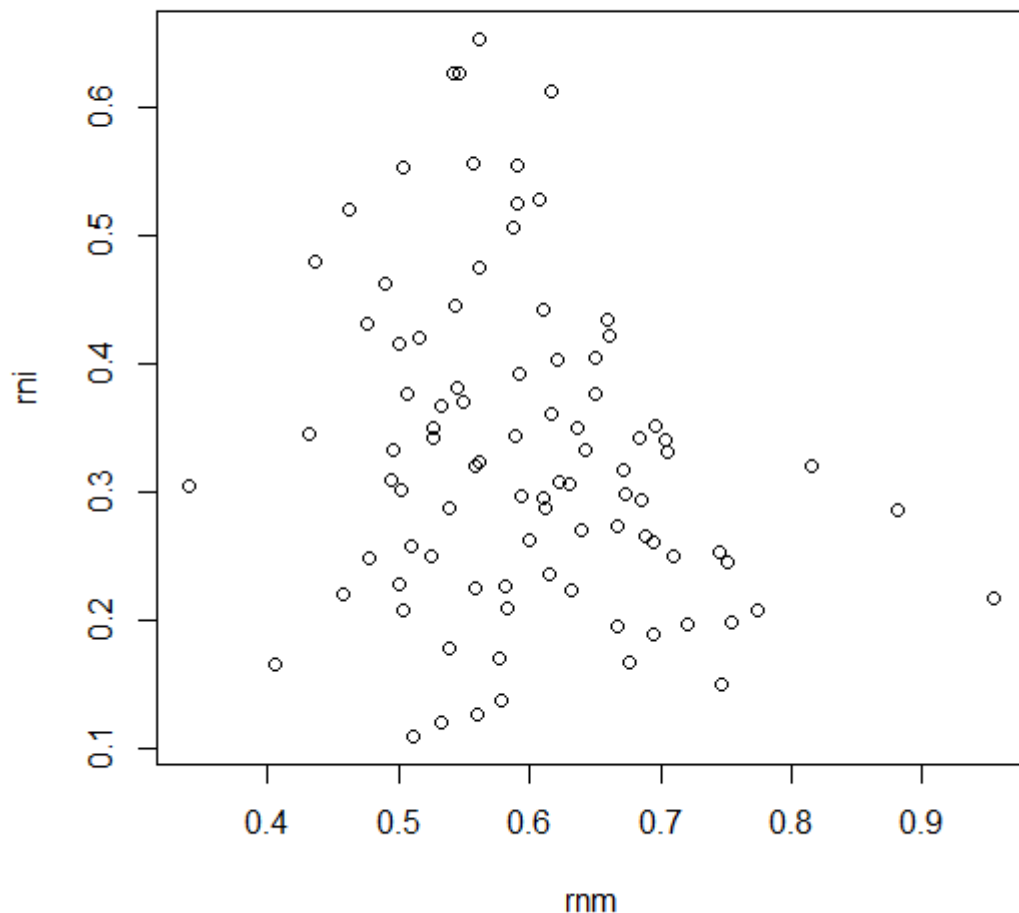


Рисунок 3.18 – Залежність науково-інноваційної складової від навчально-методичної для технічних факультетів

Припускаючи лінійну залежність, графік виглядає таким чином, як зображено на рисунку 3.19.

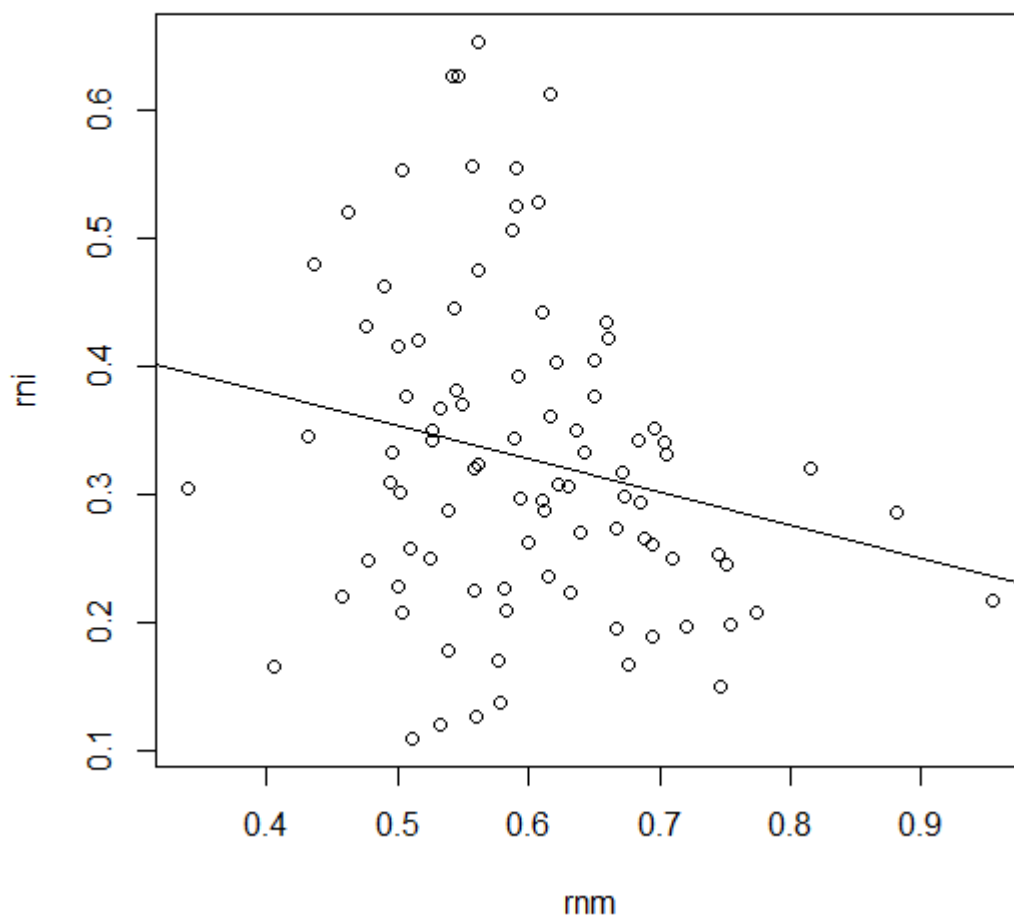


Рисунок 3.19 – Лінійна залежність науково-інноваційної складової від навчально-методичної для технічних факультетів

Як видно з рисунку 3.19, науково-інноваційна складова залежить від навчально методичної для більшості факультетів НТУУ «КПІ».

Кореляція описується як слабка і складає  $-0.283427576$ . Слід зауважити, що кореляція є від'ємною, що означає падіння значень одного показника при зростанні іншого, таким чином можна стверджувати, що успішність навчально-методичної роботи конфліктує з успішністю науково-інноваційної. Для цієї групи кафедр навіть невелике зростання навантаження з навчально-методичної роботи дає спад по науково-інноваційному показнику.

Якщо розглянути відкинуті кафедри, можна помітити досить сильний взаємозв'язок, що описується як середня кореляція і чисельно дорівнює 0.56. При цьому кореляція є прямою, що означає одночасне зростання або спадання показників з науково-інноваційної та навчально-методичної складових.

Всі кафедри представлено на графіку на рис. 3.20. Жовтогарячим кольором позначено кафедри, на яких простежується середня пряма кореляція.

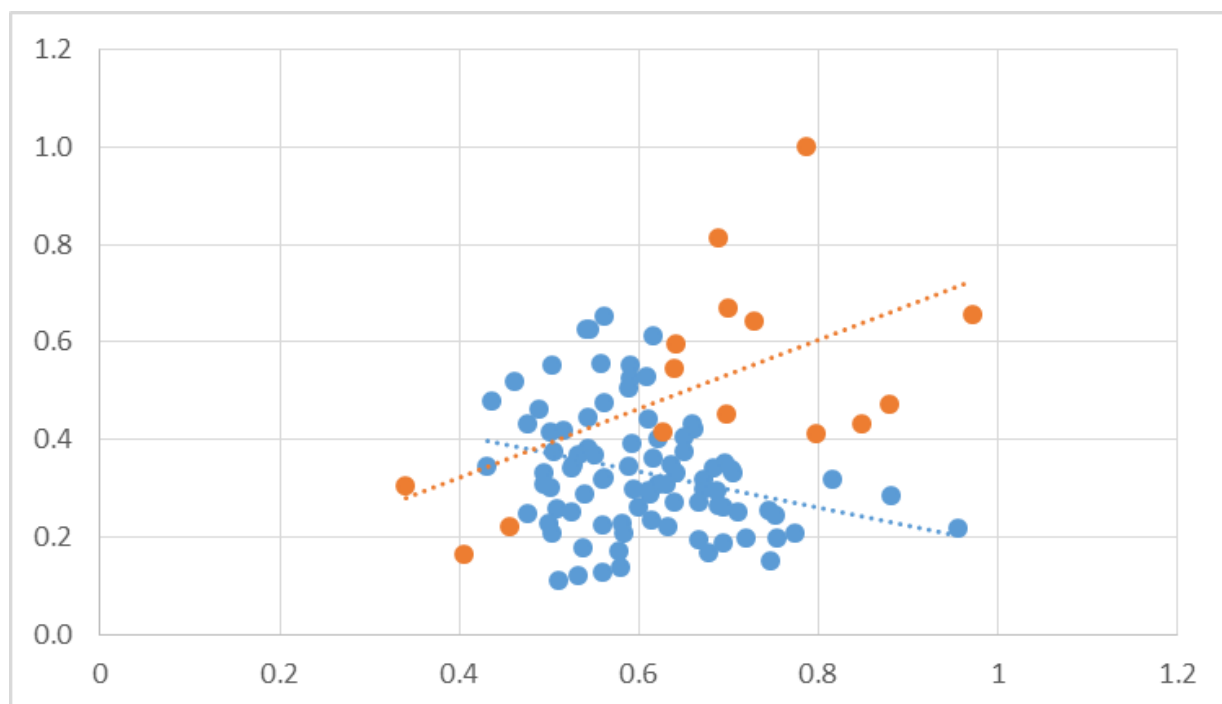


Рисунок 3.20 – Залежність науково-інноваційної складової рейтингу НПП від навчально-методичної для всіх кафедр технічних факультетів

Список кафедр, для яких простежується середня пряма кореляція, наведено в таблиці 3.1.



Таблиця 3.1 – Кафедри, для яких простежується пряма кореляція

Кафедра	Факультет
Математичних методів системного аналізу	ІПСА
Системного проектування	ІПСА
Інформаційно-телекомунікаційних мереж	ІТС
Фізики металів	ІФФ
Хімічного. полімерного і силікатного машинобудування ІХФ	ІХФ
Конструювання верстатів і машин	ММІ
Приладобудування	ПБФ
Виробництва приладів	ПБФ
Радіоприймання та оброблення сигналів	РТФ
Біобезпеки і відновної біоінженерії	ФБМІ
Біомедичної інженерії	ФБМІ
Біоінформатики	ФБТ
Відновлювальних джерел енергії	ФЕА
Фізико-технічних засобів захисту інформації	ФТІ
Прикладної фізики	ФТІ

В той же час, ректорський контроль на технічних факультетах дуже слабо пов'язаний з загальним рейтингом кафедри, що видно з рисунку 3.21. Така кореляція описується як дуже слабка і чисельно дорівнює -0.16.

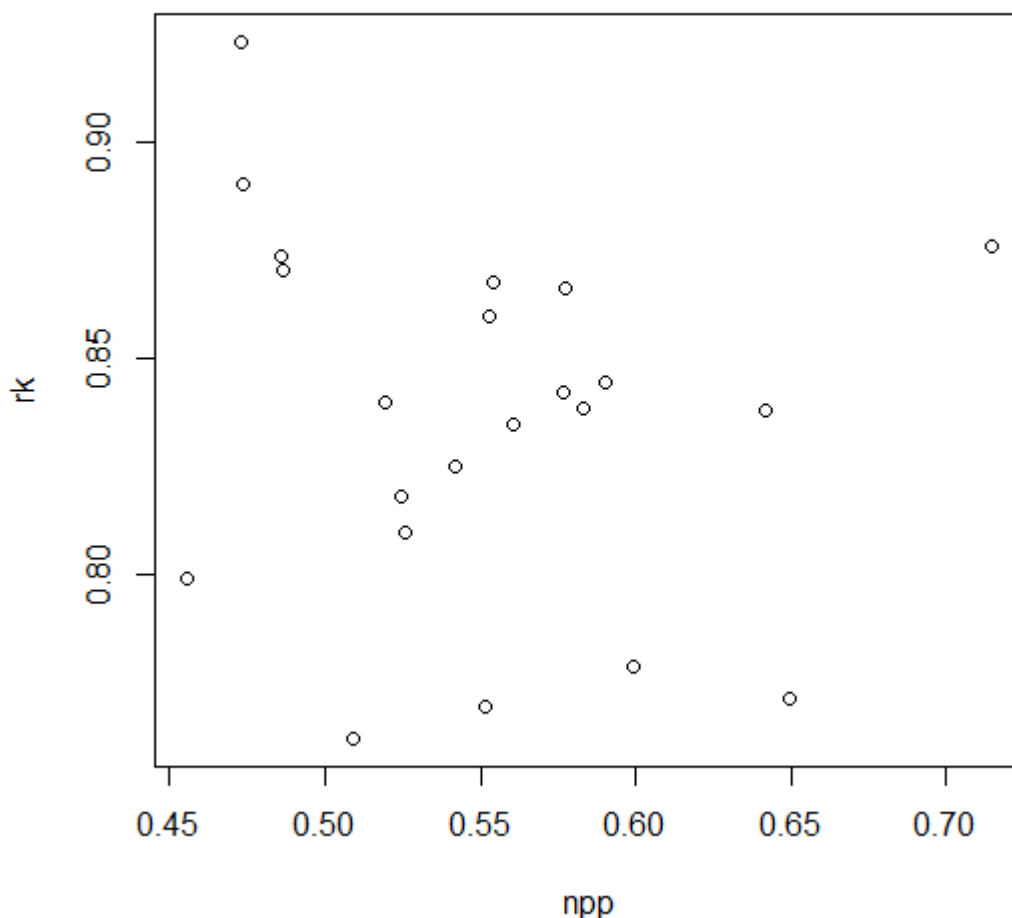


Рисунок 3.21 – Залежність результатів ректорського контролю від загального рейтингу факультету

Причиною неможливості простеження взаємозв'язків може бути неструктурованість даних для аналізу. Як зазначено в розділі 1, дані є слабко-структурованими, в них наявні шуми та дублікати.

Крім того, слід звернути увагу на мотивацію студентів при написанні ректорського контролю.

Побудувавши кластери за показниками ректорського контролю і загального рейтингу НПП, можна отримати об'єднання факультетів як показано на рисунку 3.22. Таким чином, групи факультетів можуть розглядатись як споріднені в плані прийняття щодо них управлінських рішень.

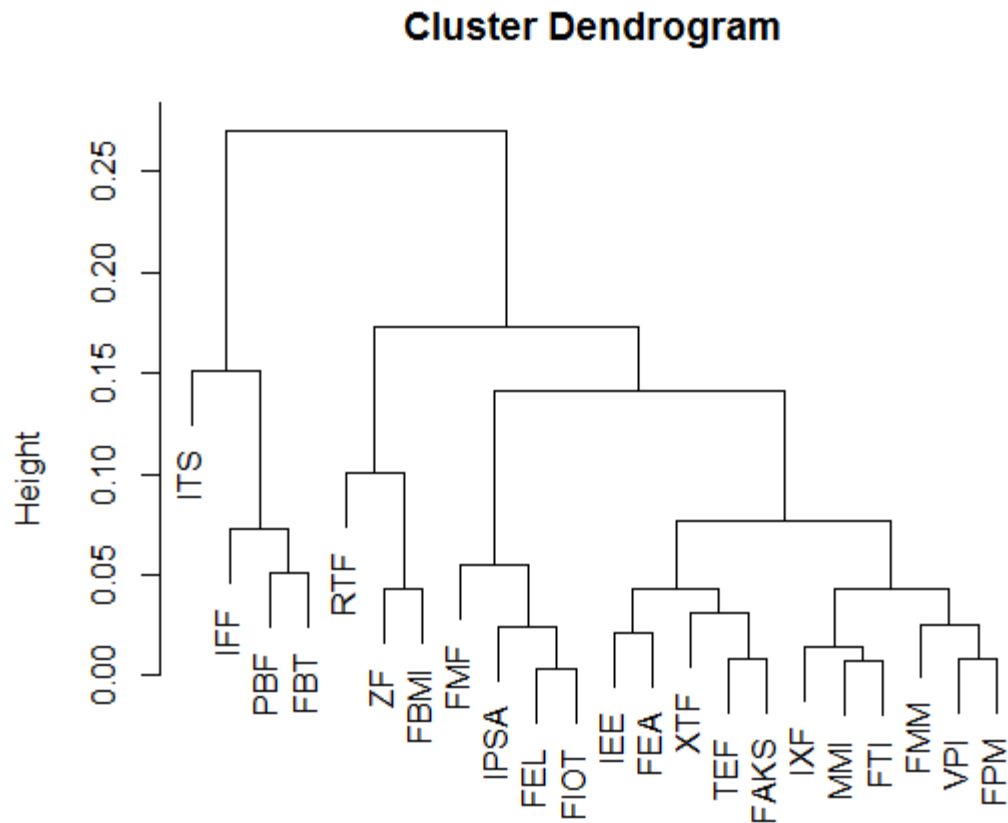


Рисунок 3.22 – Факультети за показниками ректорського контролю та загального рейтингу НПП

### 3.2.2 Гуманітарні факультети

Для гуманітарних факультетів не проводиться ректорський контроль, тому розглядається тільки взаємозв'язок навчально-методичної та науково-інноваційної складових рейтингу НПП, а саме залежність науково-інноваційної складової від навчально-методичної.

На рисунку 3.23 зображено лінійну залежність науково-інноваційної складової від навчально-методичної.

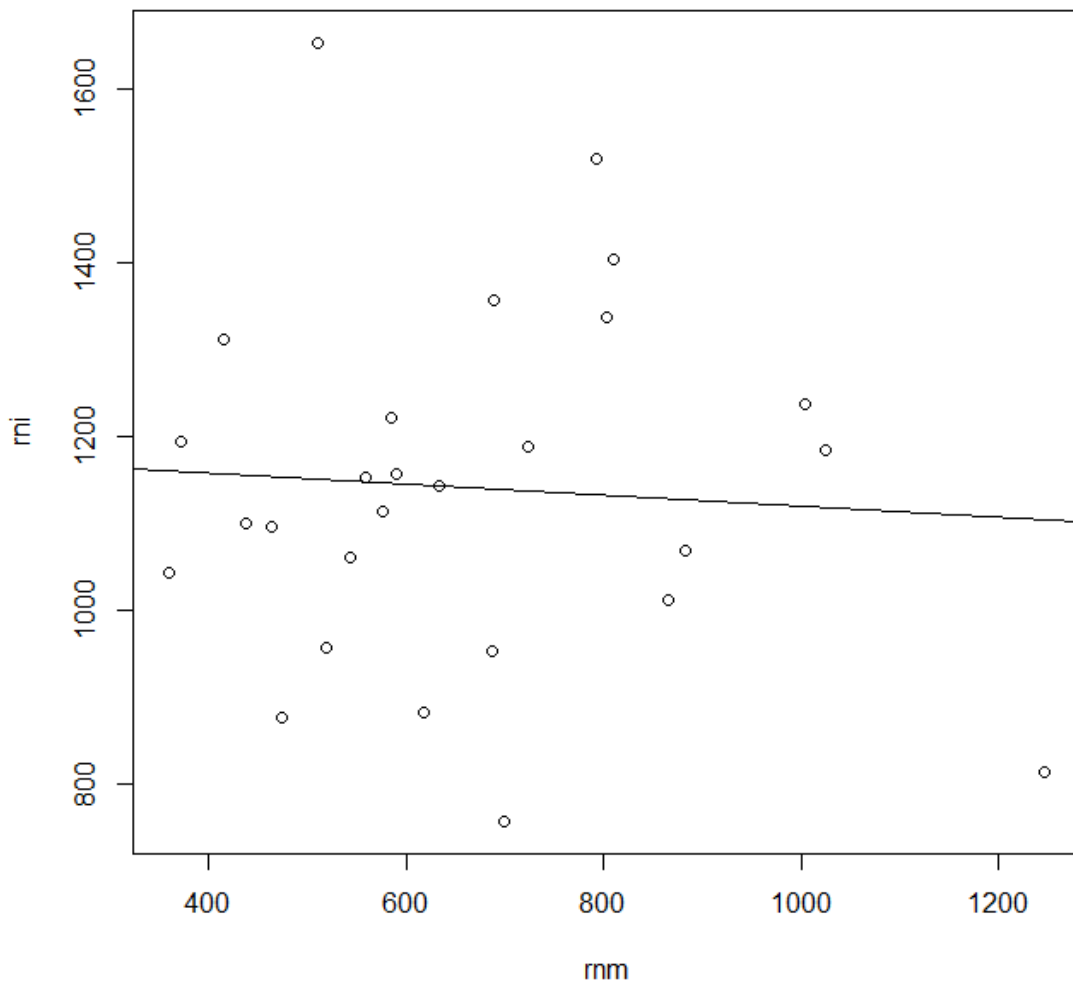


Рисунок 3.23 – Лінійна залежність науково-інноваційної складової від навчально-методичної

Як видно на рис. 3.23, залежність практично відсутня, кореляція описується як дуже слабка, коефіцієнт кореляції для неї складає  $-0,06569941$ .

Розбиття на кластери підрозділів гуманітарних факультетів по вищевказаних показниках зображено на рисунку 3.24.

### Cluster Dendrogram centroid agglomeration

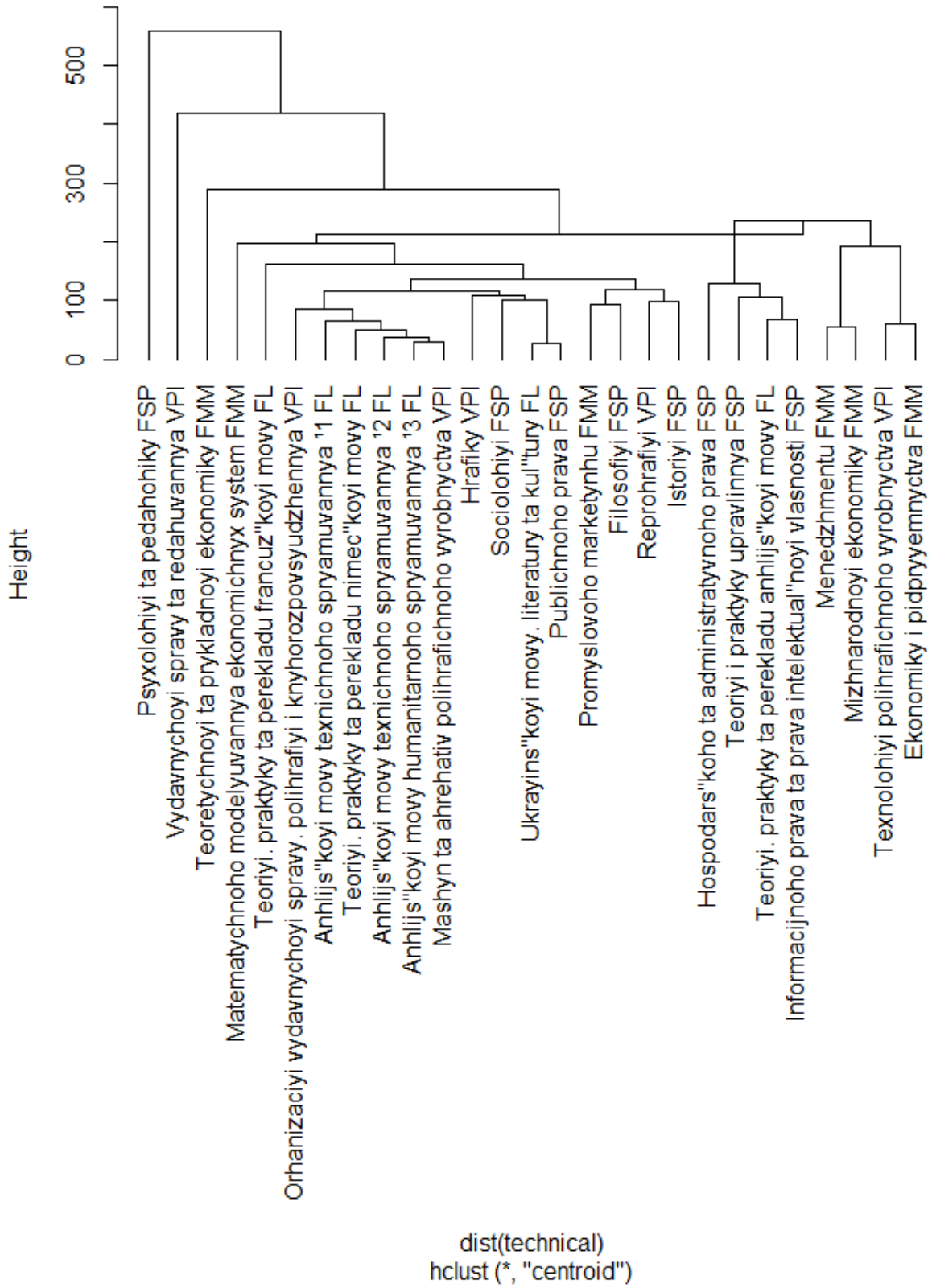


Рисунок 3.24 – Дендрограма підрозділів гуманітарних факультетів

### 3.2.3 Дані по НПП по факультетах

Для чотирьох факультетів НТУУ «КПІ» було проведено експерименти, що визначають їх типових представників.

Для експерименту було взято дані по таких факультетах, як ФЕЛ, ФІОТ, ММІ, ПБФ. Ці факультети є типовими представниками технічних спеціальностей в «НТУУ» КПІ, тому на них можна орієнтуватися для розуміння процесів, що відбуваються на технічних факультетах.

Дані по розподілу віку за посадами НПП.

На рисунках, що подано нижче, зображено гістограми, що визначають типового представника своєї посади. З рисунку 3.25 видно, що на кафедрах, що розглядаються, більшість професорів припадає на вікові категорії 70-80 років.

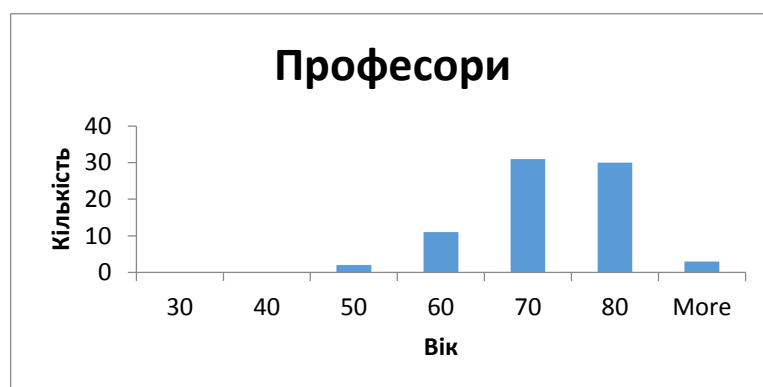


Рисунок 3.25 – Розподіл професорського складу за віком

Більша частина професорського складу кафедр, що розглядається, при цьому має науково-інноваційні здобутки та за науково інноваційним рейтингом потрапляють у категорію «більше 1200» (рис. 3.26).

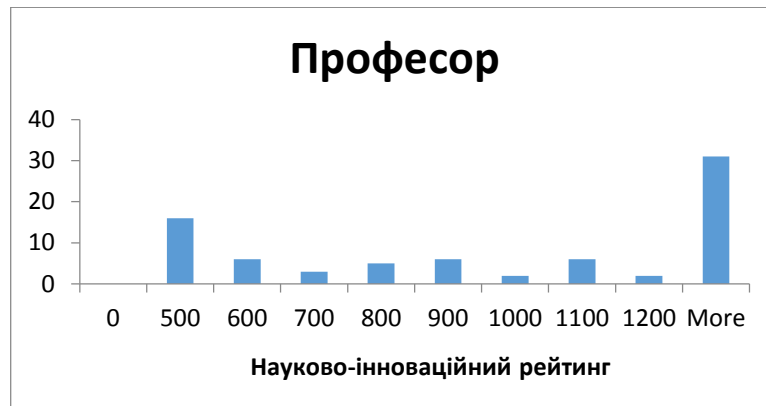


Рисунок 3.26 – Розподіл професорського складу за науково-інноваційним рейтингом

Розподіл навчально-методичного рейтингу по професорах має вигляд, близький до нормального, гістограму приведено на рисунку 3.27.



Рисунок 3.27 - Розподіл професорського складу за навчально-методичним рейтингом

На рисунку 3.28 видно, що більшість доцентів – це НПП віку 70 років, їх на вищезазначених кафедрах 74 особи, при цьому в категорії від 30 до 50 потрапило лише 57 НПП.

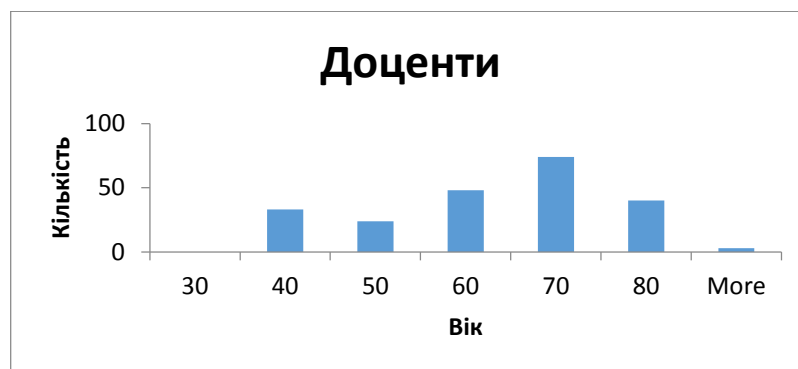


Рисунок 3.28 – Розподіл доцентів за віком

Пік науково-інноваційного рейтингу доцентів припадає на 500 балів. До цієї категорії потрапило 89 доцентів, у 42 рейтинг більший за 1200 (рис. 3.29).



Рисунок 3.29 – Розподіл доцентського складу за науково-інноваційним рейтингом

Більшість доцентів має навчально-методичний рейтинг від 1000 до 1100, переважна більшість мають рейтинг від 700 до 1100. Гістограму розподілу зображено на рисунку 3.30.





Рисунок 3.30 – Розподіл складу доцентів за навчально-методичним рейтингом

Розподіл викладачів за віком близький до нормального, що видно з рисунку 3.31.

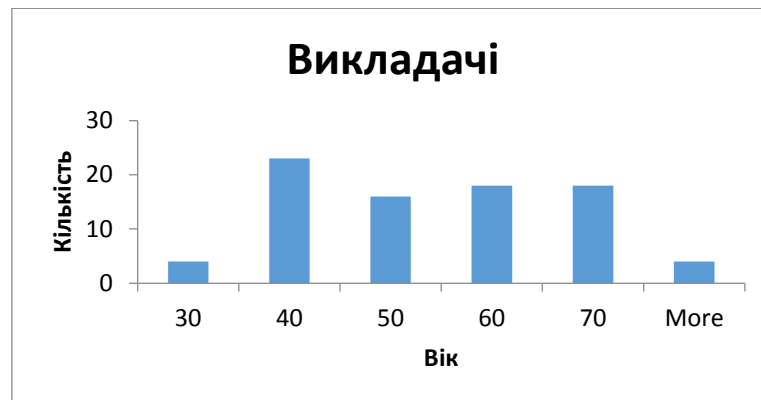


Рисунок 3.31 – Розподіл викладачів за віком

Гістограму розподілу за навчально-методичним рейтингом для викладачів приведено на рисунку 3.32.



Рисунок 3.32 – Розподіл викладачів за навчально-методичним рейтингом

Гістограму розподілу за науково-інноваційним рейтингом для викладачів приведено на рисунку 3.33. На гістограмі видно, що науково-інноваційний рейтинг більшості викладачів не перевищує значення 500. Це може бути пов'язано зі специфікою посади.



Рисунок 3.33 – Розподіл викладачів за науково-інноваційним рейтингом

Переважає більшість асистентів потрапляє в вікову категорію 30-40 років. Розподіл зображено на гістограмі на рисунку 3.34.

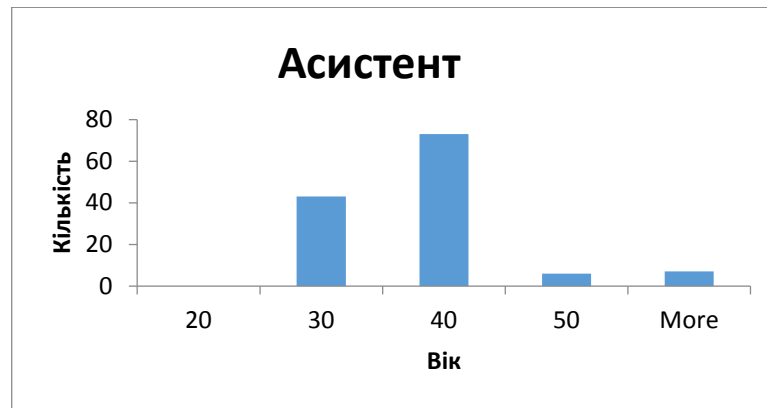


Рисунок 3.34 – Розподіл асистентів за віком

Більшість асистентів має рейтинг з науково-інноваційної роботи на рівні 500. Для 12 асистентів значення рейтингу дорівнює 0, скоріш за все це свідчить про невідповідальне заповнення даних для рейтингу. Гістограму приведено на рисунку 3.35.

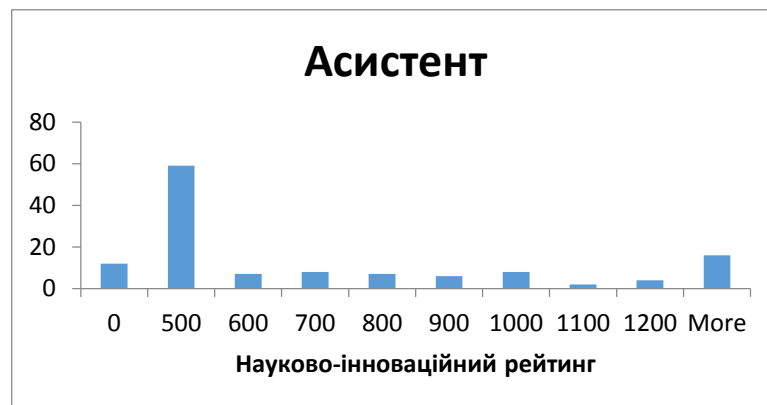


Рисунок 3.35 – Розподіл асистентів за науково-інноваційним рейтингом

На рисунку 3.36 приведено гістограму розподілу за навчально-методичним рейтингом.



Рисунок 3.36 – Розподілу асистентів за навчально-методичним рейтингом

Таким чином, можна виділити типових представників своїх посад для технічних факультетів НТУУ «КПІ»:

- асистент – НПП віком від 30 до 40 років, з навчально-методичним рейтингом рівним 1000 та науково-інноваційним рейтингом рівним 500;
- викладач – НПП віком від 30 до 40 років, з навчально-методичним рейтингом рівним 1000 та науково-інноваційним рейтингом рівним 500;
- доцент – НПП віком 60-70 років, з навчально-методичним рейтингом рівним 800 та науково-інноваційним рейтингом рівним 500;
- професор – НПП віком 70-80 років, з навчально-методичним рейтингом рівним 800 та науково-інноваційним рейтингом більшим за 1200;
- завідувач кафедри – НПП віком 60-70 років, з навчально-методичним рейтингом рівним 800 та науково-інноваційним рейтингом більшим за 2000.

### 3.3 Висновки до розділу

За результатами аналізу навчально-методичної, наукової складових рейтингу, результатах ректорського контролю та загального рейтингу можна зробити наступні висновки:

- 1) Кореляція науково-інноваційної та навчально-методичної складових рейтингу має від’ємний характер, що свідчить про те, що збільшення навчально-методичного навантаження різко погіршує науково-

інноваційні показники. Для ряду кафедр (табл. 3.1) результати виглядають надсередньо за обома показниками, що може свідчити про більш відповідальне заповнення рейтингової системи. Більш точний аналіз можливий за умови деталізації складових навчально-методичної та науково-інноваційної складової.

- 2) Кореляція між результатами ректорського контролю та навчально-методичної складової рейтингу кафедру можна вважати практично відсутньою.
- 3) Для обраних чотирьох факультетів по аналізу НПП за посадами та віком можна зробити наступні зауваження:
  - a. Велика кількість людей пенсійного віку та відсутність молодих професорів, що може свідчити про недостатню роботу з підготовки кафедри вищої кваліфікації або недбале відношення до отримання вченого звання.
  - b. Звертає увагу малий відсоток доцентів у діапазоні від 40 до 60 років. Дещо дивним є розподіл старших викладачів за всією віковою віссю. Це може свідчити, що при збільшенні віку на 20 років кількість професорів різко зменшиться через малу кількість доцентів.

Також можна надати наступні рекомендації:

- 1) Щодо ректорського контролю
  - a. Мотивувати студентів щодо написання ректорського контролю, наприклад, шляхом врахування результату ректорського контролю на четвертому курсі при вступі на ОКР магістр або спеціаліст;
  - b. Підвищити об'єктивність та врівноважити рівень складності завдань для різних спеціальностей та різних предметів;
  - c. Мотивування викладачів у якісній підготовці студентів та отриманні високих результатів з ректорського контролю;

- d. Доцільним є проведення аналізу результатів вступних випробувань на перших курсах (ЗНО) з результатами ректорського контролю та з середніми балами з навчання і т.і., оскільки це зменшить вплив невизначеності під час набору студентів.

2) Щодо рейтингу НПП:

Перевантаження викладачів навчально-методичною роботою значно погіршує науково-інноваційні показники, таким чином необхідний суворий контроль щодо самого обсягу навантаження та/або врахування у рейтингу навантаження над нормою з коефіцієнтом більше 1 та можливість у деякій мірі компенсації необхідного відсотку з науково-інноваційної складової.

3) Щодо розподілу НПП за посадами та віком:

- a. З огляду на дані розподілу за чотирма факультетами для керівництва ВНЗ доцільно буде вимагати підвищення роботи з кадрами, особливо в середовищі викладачів, старших викладачів. Відсутність або обмежена кількість НПП зі вченими званнями значно ускладнює процес акредитації ВНЗ та кафедри, що може привести до скорочення та навіть закриття деяких напрямів;
- b. Середній рейтинг викладача, доцента, асистента незначно відрізняється, тому необхідно просувати викладачів на отримання вченого звання.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Вступ

Охорона праці - це:

- система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності;
- діюча на підставі відповідних законодавчих та інших нормативних актів система соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, що забезпечують збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.
- дозвіл на початок робіт підвищеної небезпеки, який необхідний організації чи підприємству, хто працює в будівництві.

Мета впровадження системи управління охороною праці — це всебічне сприяння виконанню вимог, які повністю ліквідують, нейтралізують або знижують до допустимих норм вплив на працюючих небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища, забезпечують усунення джерел небезпеки, ізолювання від них персоналу, використання засобів, що усувають небезпечні ситуації та підвищують технічну безпеку, створюють надійні санітарно-гігієнічні та ергономічні умови.

Зі зростанням кількості інформації, комп'ютерна техніка все більше використовуються для розрахунків, що дозволяє заощаджувати час і кошти. Тому, необхідно приділяти більше уваги безпечності умов праці користувачів ЕОМ, підвищити контроль над підтримкою діючих норм, стандартів, правил, інструкцій та інших офіційних документів з техніки безпеки споруджень, обладнання та машин.

При виконанні робіт з використанням ЕОМ, необхідно дотримуватись вимог загальної та даної інструкції з охорони праці.

## 4.2 Опис приміщення

Приміщення, в якому проводяться розрахунки, може представляти собою кабінет на одну особу, розташований на будь-якому поверсі будинку, окрім підвального та цокольного. Розміри кабінету представлено на рис.5.1. Висота стелі – 3м. Таким чином площа  $S$  та об'єм  $V$  на одну людину

$$S = 12\text{м}^2,$$

$$V = 36\text{ м}^3$$

Вікно орієнтовано на північний схід. Робочий стіл, на якому встановлено ПК розташовано так, що природне освітлення падає зліва. Вікно оснащено жалюзі. Застосовується також світильник місцевого освітлення, встановлений таким чином, щоб не створювати бликів на поверхні екрана. Відповідно до [19] приміщення для роботи обладнено системами штучного освітлення, опалення та кондиціонування повітря.

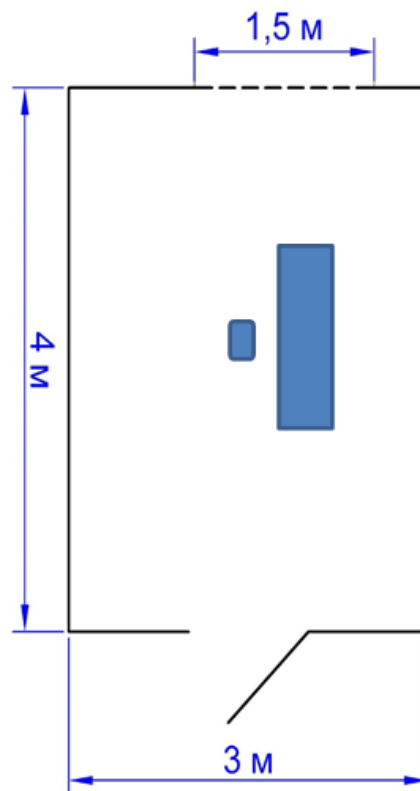


Рисунок.4.1 – Схема кабінету з робочим місцем



Для внутрішнього оздоблення приміщення використано: для стелі - свіжа штукатурка (стеля білого кольору з коефіцієнтом відбиття 0,7-0,8); для стін - фарба кремового кольору для внутрішніх робіт з коефіцієнтом відбиття 0,5-0,6. Підлога – ламінат світлого кольору з коефіцієнтом відбиття 0,33. Поверхня підлоги рівна, без вибоїн, неслизька, зручна для очищення та вологого прибирання.

Конструкція монітора забезпечує можливість повороту екрана в горизонтальній і вертикальній площині. Всі елементи ПК не мають поверхонь, що блищать, створюючи блики.

Згідно з [19] площа на одне робоче місце має становити не менше ніж 6,0 м<sup>2</sup>, а об'єм не менш ніж 20,0 м<sup>3</sup>. Отже, приміщення за етажністю, площею та об'ємом на одну людину відповідає нормативам.

### **4.3 Напруженість праці користувача ПЕОМ**

Користувачем отриманих результатів аналітик або науковець, які аналізують та оптимізують процеси.

Згідно з [21] робота, пов'язана з експлуатацією продукту за показниками напруженості трудового процесу відноситься:

- за показником інтелектуального навантаження – напружена праця: клас 3 за змістом (клас 3.1) та сприйманням сигналів ( клас 3.2) та напруженість праці середнього ступеня класу 2 за розподілом функцій та ступенем складності;
- за сенсорним навантаженням – напружена праця: клас 3.1, коли тривалість зосередження уваги сягає більше 75% за робочий день;
- за емоційним навантаженням – напружена праця з відповідальним за функціональну якість кінцевого результату аналізу : клас 3.2;
- за монотонністю навантажень – оптимальний клас 1;
- за режимом праці – оптимальний клас 1.

Встановлено, що характер робіт, виконуваних користувачем при роботі з розробленим продуктом є напруженим за інтелектуальним, сенсорним, емоційним навантаженням; оптимальним за монотонністю навантажень та режимом праці.

#### **4.4 Повітряне середовище**

Робота пов'язана з нервово-емоційним напруженням в кабінеті, і потребує оптимальних умови мікроклімату (температура повітря 22-24 град. С, відносна вологість 60-40%, швидкість руху повітря не більш 0,1 м/сек.).

Офісна будівля розташована далеко від великих транспортних магістралей та промислових підприємств, тому загазованість повітря пилом, парами, газами не враховуємо. У розглянутому приміщенні запиленість повітря не перевищує припустимі значення ( $4 \text{ мг/м}^3$ ). В приміщенні відсутні джерела шкідливих речовин. У приміщеннях щоденно робиться вологе прибирання.

Такі показники задовольняють вимогам зазначеним в [22] для робіт категорії легка Іа і є задовільними для здоров'я людини.

#### **4.5 Шум**

Робочий кабінет не межує з приміщеннями, в яких рівні шуму і вібрації перевищують допустимі значення (виробничі цехи, майстерні тощо).

Джерелами шуму в приміщенні є вентилятор ЕОМ. Звук, створюваний вентилятором можна класифікувати як постійний [23]. Рівень звукового тиску, створюваний цим джерелом практично збігається з фоновим.

## 4.6 Електробезпека

В даному приміщенні є 1 персональний комп'ютер. ПЕОМ відповідно до [20] підключено до електромережі за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення.

В приміщенні використовується 3-провідна 3-фазна електромережа з глухо заземленим нульовим проводом; величина напруги мережі 380×220В (міжфазна лінійна та фазна). Кабінет належить до категорії приміщень без підвищеної електробезпечності. Живлення ЕОМ здійснюється від мережі частотою 50Гц і напругою 220В. Ознак підвищеної небезпеки ураження електрострумом (особливої вогкості; температури вище 35°C) хімічно активного середовища, струмопровідного пилу чи струмопровідної підлоги, можливість одночасного дотику до корпусів чи струмопровідних елементів та до елементів, що мають зв'язок з землею. Корпус монітора, мишка та клавіатура виготовлені з непровідного матеріалу.

Перед початком роботи екран очищується від пилу та інших забруднень. Після закінчення роботи ПЕОМ та принтер відключаються від електричної мережі. У разі виникнення аварійної ситуації необхідно негайно відключити ПЕОМ від електричної мережі. Стан електробезпеки задовольняє вимогам до електробезпеки у приміщенні, в якому встановлені ЕОМ, відображені в [20].

## 4.7 Пожежна безпека приміщення

Можливими причинами пожежі в приміщенні є несправність електрообладнання, а також порушення протипожежного режиму (незадовільний стан електропристроїв та електропроводки, та використання побутових нагрівальних приладів, паління).

У приміщенні, що розглядається, можуть горіти вироби з дерева, пластмас, тканини і паперу. Горючі рідини, пил та волокна у приміщенні не використовуються і не виділяються. Тобто приміщення за вибухопожежною і пожежною небезпекою відноситься до категорії В [24]. Ступінь вогнестійкості

будинку — II (є тверді горючі речовини і матеріали). У приміщенні не палять і не користуються побутовими нагрівальними приладами.

Оповіщення людей про пожежу виконується одним із таких способів[25].:

- подачею звукових та/або світлових сигналів у всі приміщення будинку з постійним або тимчасовим перебуванням людей;
- трансляцією мовних повідомлень про необхідність евакуації, шляхи евакуації та інші дії, спрямовані на забезпечення безпеки людей.

При цьому кількість оповіщувачів, їх розміщення та потужність повинні забезпечувати необхідну чутність в усіх місцях постійного або тимчасового перебування людей, оповіщувачі повинні підключатися до мережі без роз'ємних пристроїв і не мати регуляторів гучності, сигнали оповіщення про пожежу повинні відрізнятися від сигналів іншого призначення. Комунікації системи оповіщення людей про пожежу можуть проектуватися суміщеними з радіотрансляційною мережею будинку..

Управління евакуацією повинно здійснюватися:

- включенням евакуаційного освітлення та світлових покажчиків напрямку евакуації;
- передачею по системі оповіщення про пожежу спеціально розроблених текстів, спрямованих на попередження паніки та інших явищ, які ускладнюють процес евакуації (скупчення людей в проходах і т. ін.);
- трансляцією текстів, які містять інформацію про необхідний напрямок руху.

Ширина евакуаційних виходів (дверей) повинна бути не меншою за 0,8 м.

У приміщенні внаслідок наявності ПЕОМ слід передбачити вуглекислотний вогнегасник з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше (тип ВВК-3,5, ВВК-5) та додатково оснастити аерозольним водопінним вогнегасником з масою заряду вогнегасної речовини 400 г і більше (ВВПА-400) [26]. Треба регулярно робити очистку внутрішніх частин комп'ютерів,

іншого устаткування від пилу, розташовувати комп'ютери на окремих неспалюваних столах. Для запобігання іскріння необхідно рідше встромляти і виймати штепсельні вилки з розеток.

Для установи, в якій знаходиться робочий кабінет до 5поверху згідно [25] застосовується система оповіщення 2го типу - обов'язковими для якої є звуковий спосіб оповіщення, світлові показники «Вихід», одночасне оповіщення всіх співробітників.

#### **4.8 Гігієнічні вимоги до організації і обладнання робочого місця**

Обладнання і організація робочого місця працюючих з ПЕОМ мають забезпечувати відповідність конструкції всіх елементів робочого місця та їх взаємного розташування ергономічним вимогам з урахуванням характеру і особливостей трудової діяльності і [19].

Аналіз нормативних характеристик робочого місця (табл.4.1) дозволяє зробити висновок, що наявний стіл, крісло з регульованими параметрами та напівм'якою і нековзкою поверхнею сидіння і спинки стільця з повітронепроникним покриттям, що легко чиститься і не електризується, відповідають нормативним характеристикам (рис.4.2, 4.3).

Таблиця 4.1. Характеристики робочого місця

<b>Найменування параметра</b>	<b>Нормативне значення</b>
Висота робочої поверхні, мм	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	не менше 400
Глибина сидіння, мм	не менше 400

Найменування параметра	Нормативне значення
Кут нахилу сидіння, град.	до 15 вперед і до 5 назад
Кут нахилу спинки має регулюватися від вертикального положення в межах, град	1...30
Висота поверхні спинки, мм	(300 ± 20)
Ширина опорної поверхні спинки, мм	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині,	400
Відстань від спинки до переднього краю сидіння, мм	260...400 мм
Стационарні або змінні підлокітники	
Завдовжки, мм	не менше ніж 250
Завширшки, мм	50...70
регулюються за висотою над сидінням, мм	у межах 230...260
регулюються відстанню між підлокітниками, мм	в межах 350...500
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	700 ÷ 800

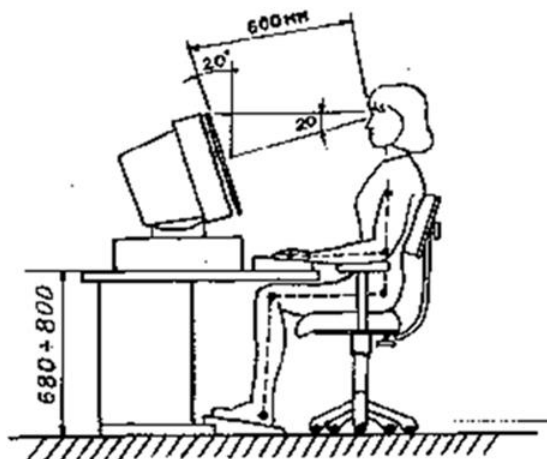


Рисунок.4.2 – Деякі ергономічні характеристики робочого місця за ПЕОМ

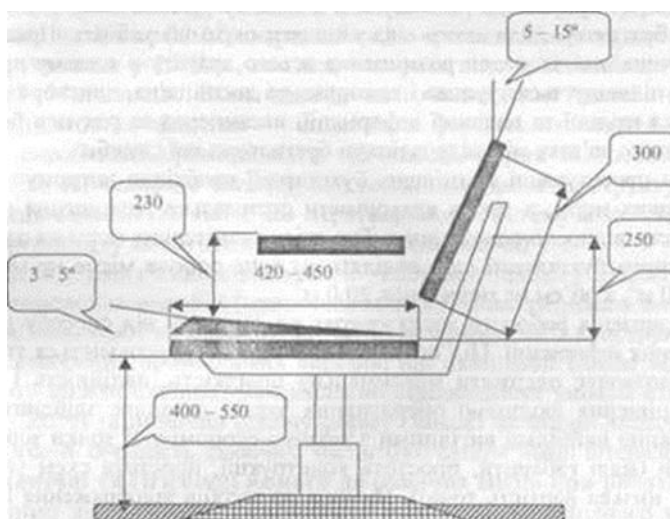


Рисунок 4.3 – Крісло для роботи за ПЕОМ

Розташування екрана забезпечує зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом  $+ 30$  град. до нормальної лінії погляду працюючого, що реалізується за рахунок наявності рухомого з'єднання екрана. Конструкція клавіатури також відповідає вимогам [19] - є опорний пристрій (виготовлений із матеріалу з високим коефіцієнтом тертя, що перешкоджає мимовільному її зсуву), який дає змогу змінювати кут нахилу поверхні клавіатури у межах  $5...15$  град. Висота середнього рядка клавіш не перевищує  $30$  мм. Поверхня клавіатури матова. Робоче місце обладнано пулітром для документів. Принтер розміщено на окремому столі. Робоче місце не обладнане підставкою для ніг. При роботі за ПЕОМ використовуються локальні світлофільтри.

#### 4.9 Висновки та рекомендації з поліпшення умов праці

Аналіз нормативної документації та реальних умов дозволяє надати наступні рекомендації з покращення умов роботи та безпеки:

- у приміщенні повинні бути медичні аптечки першої допомоги;
- робоче місце доцільно обладнати підставкою для ніг;

- для нормалізації аеропонного фактору приміщень з комп'ютерами необхідно використовувати пристрої автоматичного регулювання іонного режиму повітряного середовища (наприклад, аероіонізатор стабілізуючий).

При роботі слід дотримуватись таких правил:

Перед початком роботи:

- перевірити загальний стан електропроводки, з'єднувальних шнурів, штепсельних вилок, розеток;

- налаштувати освітленість робочого місця;

- налаштувати зручні висоту крісла та нахил спинки;

- налаштувати яскравість світіння екрана, фокусування, контрастність (не слід робити зображення надто яскравим, щоб не втомлювались очі);

Після закінчення роботи ПЕОМ має бути відключеним від електричної мережі. У разі виникнення аварійної ситуації необхідно негайно відключити ПЕОМ від електричної мережі.

Встановлено, що характер робіт, виконуваних користувачем при роботі з розробленим продуктом є напруженим за інтелектуальним, сенсорним, емоційним навантаженням. Результати фізіологічних досліджень показали, що з підвищенням напруженості праці (класу шкідливості) істотно зростає загальне робоча напруга організму. При відсутності відповідного відпочинку та профілактичних заходів інтенсивні нервово-психічні навантаження можуть призвести до розвитку стану перенапруження. Початкові ознаки стомлення викликають розвиток стану гальмування в корі головного мозку, біологічно необхідного для запобігання виснаження енергетичних запасів нервових клітин. Початок стомлення, основні ознаки якого виділено в [27], є своєрідним сигналом до припинення роботи для фізіологічного відновлення. Однак цей сигнал людина може блокувати волевим зусиллям, мобілізуючим фізіологічні резерви організму, і продовжити роботу протягом більш-менш тривалого часу. У цьому випадку сама втома не ліквідується, а лише віддаляється в міру вичерпання волевого напруження. Специфічна особливість інтелектуальної праці полягає в тому, що навіть після роботи



думки про неї не покидають людини, "робоча домінанта" повністю не згасає, викликаючи триваліше стомлення нервової системи, її виснаження

Ознаки перевтоми виділено видатним вченим К. К. Платоновим [28]. За даними К.К. Платонова при перевтомі спостерігається порушення сну в 65% випадків, швидка стомлюваність - в 40%, підвищена дратівливість - в 32%, зниження апетиту - у 27% і головний біль - у 26%.

В подальшому це призводить до виробничо обумовлених захворювань. На прикладі 10 професійних груп проведено кореляційний аналіз між відсотком виявлених осіб з деякими формами патології та характеристиками напруженості праці. Виявлено високу прямий взаємозв'язок між величиною інтегрального показника напруженості праці і відсотком осіб з встановленою патологією: гіпертонічна хвороба, ішемічна хвороба серця та невротичні розлади. Результати клінічних досліджень професійних груп свідчать: чим вище напруженість праці, тим більше відсоток виявлених осіб з тією чи іншою патологією [29].

Відповідно до рекомендацій, наданих в [19], для зниження нервово-емоційного напруження, втомлення зорового аналізатору, поліпшення мозкового кровообігу, подолання несприятливих наслідків гіподинамії, запобігання втомі доцільні перерви для виконання комплексу вправ для очей та застосування елементів методу аутогенного тренування при проведенні сеансів психофізіологічного розвантаження. Активний відпочинок має полягати у виконанні комплексу гімнастичних вправ, спрямованих на зняття нервового напруження, м'язове розслаблення, відновлення функцій фізіологічних систем, що порушуються протягом трудового процесу.

Широке поширення набула система аутогенного тренування. Її витоки йдуть у багатовікове минуле різних систем самовдосконалення і саморегуляції. До таких джерел відносяться давньоіндійська система йогів, вчення про навіювання та самонавіювання, практика гіпнозу та інші, а також дослідження активної регуляції м'язового тону, психолого-педагогічний

досвід. Німецькому психотерапевту І.Г. Шульцу вдалося об'єднати ці джерела, створити з них сувору систему і обґрунтувати її [30].

Для оптимальної роботи повинні бути передбачені 15 хвилинні перерви через кожну годину роботи з комп'ютером. Важливою є перерва на обід. У випадках, коли обставини не дозволяють застосувати перерви, тривалість безперервної не повинна перевищувати 4 години.

Для збереження здоров'я користувачів ЕОМ створено спеціалізовані комп'ютерні програми: Computer and Vision, EyeDefender, Break Time та інші). Так, наприклад, програма EyeDefender дозволяє встановити тривалість безперервної роботи за комп'ютером, тривалість перерв, а також час бездіяльності користувача, після закінчення якого лічильник буде зупинений, підібрати по своєму смаку матеріали, які будуть показуватися під час перерв - картинки, заставки, слайд-шоу з улюблених фотографій або вправи для релаксації зору.

Таким чином, з метою проведення аналізу умов праці на робочому місці, де використовується ПЕОМ, були досліджені приміщення, робоче місце, мікроклімат приміщення, освітлення, шуми, проведена оцінка електробезпеки та пожежної безпеки. Умови праці в цілому відповідають нормативним вимогам. Наведено рекомендації щодо поліпшення умов праці.

## ВИСНОВКИ

В роботі проведено аналіз даних, отриманих від КБ ІС та Інституту моніторингу якості освіти, та з'ясовано причини шумів даних, неповноти та слабкоструктурованості, розроблено базу даних для зберігання, структура якої покриває всі потреби збереження вище зазначених даних, а також створення запитів для отримання інформації в належному для аналізу вигляді. Розглянуто та проаналізовано методи кластеризації, обрано метод для вирішення задачі, опираючись на специфіці даних та поставленій меті.

В роботі простежено взаємозв'язки науково-інноваційної та навчально-методичної складової рейтингу НПП, результатів ректорського контролю, знайдено кореляції між науково-інноваційною та навчально-методичною складової рейтингу НПП, між результатами ректорського контролю та загальним рейтингом НПП, на вибірці факультетів отримано «портрет» типового НПП за посадами. Виявлено зворотну кореляцію для науково-інноваційної та навчально-методичної складової рейтингу НПП, відсутність кореляцій рейтингу з результатами ректорського контролю; побудовано «портрет» типового викладача на посаді, зроблено висновки до можливих напрямків кадрової роботи та надано рекомендації щодо покращення роботи підрозділів НТУУ «КПІ» та змін у кадровій політиці НТУУ «КПІ»

Проаналізовано умови праці та надано рекомендації щодо безпеки та покращення роботи.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт міністерства освіти і науки України. – Режим доступа: <http://www.mon.gov.ua/activity/education/vishha/spisok.html/>. – Дата доступа : 01.06.2015.
2. Орлов А. И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений. Учебное пособие. — М.: МарТ, 2005. — 496 с ISBN 5-241-00629-X
3. Офіційний сайт конструкторського бюро інформаційних систем . – Режим доступа : [http:// kbis.kpi.ua/ /](http://kbis.kpi.ua/). – Дата доступа : 26.05.2015.
4. Офіційний сайт Верховної Ради України . – Режим доступа : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2297-17/ed20100601>. – Дата доступа : 26.05.2015.
5. Аналіз рейтингів науково-педагогічних працівників у 2013/2014 навчальному році / Уклад. В. П. Головенкін. – К.: НТУУ “КПІ”, 2014. – 36с.
6. Матеріали ХІХ туру комплексного моніторингу якості підготовки фахівців в НТУУ “КПІ” (V курс, осінь’2014)/Укл. М. М. Перестюк.- К.: ВПІ ВПК “Політехніка”, 2015. - 28с.
7. Офіційний сайт Інституту моніторингу якості освіти Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – Режим доступа : <http://kpi.ua/eqmi>. – Дата доступа : 26.05.2015.
8. Мандель И. Д. Кластерный анализ. — М.: Финансы и статистика, 1988. — С. 10.
9. Tryon R.C. Cluster analysis. — London: Ann Arbor Edwards Bros, 1939. — 139 p.
10. Жамбю М. Иерархический кластер-анализ и соответствия. — М.: Финансы и статистика, 1988. — 345 с.
11. Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ. — М.: Статистика, 1977. — 128 с.

12. Gorban A.N., Zinovyev A.Y. (2009). Principal Graphs and Manifolds, Ch. 2 in: Handbook of Research on Machine Learning Applications and Trends: Algorithms, Methods, and Techniques, Emilio Soria Olivas et al. (eds), IGI Global, Hershey, PA, USA, pp. 28-59.
13. P. S. Bradley, O. L. Mangasarian, and W. N. Street, "Clustering via Concave Minimization, " in Advances in Neural Information Processing Systems, vol. 9, M. C. Mozer, M. I. Jordan, and T. Petsche, Eds. Cambridge, MA: MIT Press, 1997, pp. 368—374.
14. A. K. Jain and R. C. Dubes. Algorithms for Clustering Data. Prentice Hall, 1988
15. L. Kaufman and P. J. Rousseeuw. Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis. John Wiley & Sons, 1990
16. R. Ng and J. Han. Efficient and Effective Clustering Method for Spatial Data Mining. VLDB'94
17. B. Schölkopf, A. Smola, and K. R. Müller. Nonlinear Component Analysis as a Kernel Eigenvalue Problem. Neural computation, 10(5):1299–1319, 1998
18. S. Lloyd. Least Squares Quantization in PCM. IEEE Trans. on Information Theory, 28(2), 1982
19. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПіН 3.3.2.007-98 (затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.1998 р. № 7) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0293-10](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0293-10)
20. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. НПАОП 0.00-1.28-10 (затверджено наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 26.03.2010р. № 65) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1280-10>
21. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого

- середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (затверджено наказом МОЗ України від 08.04.2014 р № 248).
22. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. ДСН 3.3.6.042-99 (затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 1.12.1999 р. № 42). – Київ, 2000. –16с.
23. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. ДСН 3.3.6.037.99 (затверджено Постанова Головного Державного санітарного лікаря України від 1.12.1999 р. № 37). – Київ, 2000. –32с.
24. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. НАПБ Б.03.002-2007. (затверджено наказом МНС України від 03.12.2007 № 833) – Київ, 2007. – 26с.
25. Пожежна безпека на об'єктах будівництва ДБН В.1.1.7–2002 (затверджено наказом Держбуду України від 03.12. 2002 р. № 88) – Київ: Держбуд України, 2003 – 87с.
26. Типові норми належності вогнегасників (затверджено наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 2 квітня 2004 р. N 151) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0554-04>
27. Косилов С. А. Медико-биологические проблемы НОТ / С. А. Косилов, Б.А. Душков. – М: Медицина, 1971. – 176с.
28. Платонов К. К. Занимательная психология / К. К.Платонов. –Москва: Молодая гвардия, 1986. – 273с.
29. Шеррер Ж. Физиология труда (эргономия) / Ж. Шеррер.– М.: Медицина, 1973. – 494 с.
30. Schultz J. H. Das autogene Training (konzentrierte Selbstentspannung) : Versuch einer klinisch-praktischen Darstellung. — Leipzig: Thieme, 1932. , unveränd. Aufl. — Stuttgart ; New York: Thieme, 1991. — 410 с.