

**Київський національний торговельно-економічний  
університет**

Кафедра кібернетики та системного аналізу

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**«Прогнозування завантаженості аудиторного фонду  
закладу вищої освіти на основі технологій Data  
Mining»**

Студента 2 курсу, 1м групи,

спеціальності  
051 «Економіка»

спеціалізації  
«Економічна кібернетика»

Науковий керівник  
кандидат економічних наук

Гарант освітньої програми  
доктор фізико-математичних наук,  
професор

Пискун Євгеній  
Валерійович

\_\_\_\_\_

*підпис студента*

Кулаженко  
Володимир  
Валерійович

\_\_\_\_\_

*підпис керівника*

Гамалій  
Володимир  
Федорович

\_\_\_\_\_

*підпис керівника*

**Київ 2018**

**Київський національний торговельно-економічний університет**

Факультет обліку, аудиту та інформаційних систем

Кафедра кібернетики та системного аналізу

Спеціальність 051 «Економіка»

Спеціалізація «Економічна кібернетика»

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

**Затверджую**

Роскладка А. А.

«05» листопада 2017р.

**Завдання  
на випускн кваліфікаційну роботу (проект) студента**

**Пискуну Євгену Валерійовичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема випускної кваліфікаційної роботи (проекту)

«Прогнозування завантаженості аудиторного фонду закладу вищої освіти на основі технологій Data Mining»

Затверджена наказом ректора від «02» жовтня 2017 р. № 3035

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 15 листопада 2018 року

3. Цільова установка та вихідні дані до роботи

*Мета роботи:* прогнозування завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти за допомогою технологій Data Mining, розробка на цій основі прогностичної моделі для оптимізації процесів формування навчального розкладу та оптимального використання наявного аудиторного фонду закладів вищої освіти.

*Об'єкт дослідження:* освітній та адміністративно-господарські процеси закладу вищої освіти

*Предмет дослідження:* методи створення прогностичних моделей на основі технології Data Mining.

4. Перелік графічного матеріалу \_\_\_\_\_

---

---

5. Консультанти по роботі із зазначенням розділів, за якими здійснюється консультування:

Розділ	Консультант (прізвище, ініціали)	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Кулаженко В. В.	05.11.2017 р.	05.11.2017 р.
2	Кулаженко В. В.	05.11.2017 р.	05.11.2017 р.
3	Кулаженко В. В.	05.11.2017 р.	05.11.2017 р.

6. Зміст випускної кваліфікаційної роботи (проекту) (перелік питань за кожним розділом)

#### ВСТУП

### РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ АУДИТОРНОГО ФОНДУ ВНЗ В УКРАЇНІ

1.1. Основні аспекти роботи сучасних закладів вищої освіти в Україні

1.2. Основні параметри завантаженості аудиторних фондів закладів вищої освіти в Україні.

1.3 Особливості використання аудиторного фонду у КНТЕУ

Висновки до розділу 1

### РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ЗАВАНТАЖЕНОСТІ АУДИТОРНОГО ФОНДУ ПРОВІДНИХ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

2.1. Аналіз стану завантаженості аудиторного фонду основних закладів вищої освіти України

2.2. Світовий досвід розрахунку завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти

2.3 Формування системи завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти

Висновки до розділу 2

### РОЗДІЛ 3. Розробка прогностичної моделі завантаженості аудиторного фонду закладу вищої освіти

3.1. Огляд основних методик прогнозування майбутнього стану об'єкта

3.2. Технології Data Mining у прогнозуванні завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти

3.3. Розробка прогностичної моделі завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти на прикладі КНТЕУ

Висновки до розділу 3

#### ВИСНОВКИ

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

## 7. Календарний план виконання роботи

№ пор.	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
		за планом	фактично
1	2	3	4
1	<i>Вибір теми випускної кваліфікаційної роботи</i>	01.10.2017	01.10.2017
2	<i>Розробка та затвердження завдання на випускну кваліфікаційну роботу</i>	05.11.2017	05.11.2017
3	<i>Вступ</i>	01.04.2018	
4	<i>Розділ 1. 1. Теоретичні аспекти системи розподілу аудиторного фонду закладів вищої освіти в Україні</i>	01.05.2018	
5	<i>Розділ 2. Аналіз сучасного стану та завантаженості аудиторного фонду провідних закладів вищої освіти</i>	20.06.2018	
6	<i>Підготовка статті у збірник наукових статей магістрів</i>	15.09.2018	
7	<i>Розділ 3. Розробка прогнозної моделі завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти</i>	01.10.2018	
8	<i>Висновки</i>	01.11.2018	
9	<i>Здача випускної кваліфікаційної роботи на кафедрі науковому керівнику</i>	15.11.2018	
10	<i>Попередній захист випускної кваліфікаційної роботи</i>	22.11.2018	
11	<i>Виправлення зауважень, зовнішнє рецензування випускної кваліфікаційної роботи</i>	25.11.2018	
12	<i>Представлення готової зшитої випускної кваліфікаційної роботи на кафедрі</i>	28.11.2018	
13	<i>Публічний захист випускної кваліфікаційної роботи</i>	За розкладом роботи ЕК	

8. Дата видачі завдання «05» березня 2018 р.

9. Керівник випускної кваліфікаційної роботи (проекту)

Кулаженко В.В.

(прізвище, ініціали, підпис)

10. Гарант освітньої програми

Гамалій В.Ф.

(прізвище, ініціали, підпис)

11. Завдання прийняв до виконання студент-дипломник

Пискун Є.В.

(прізвище, ініціали, підпис)



### **Анотація**

У даній роботі було розглянуто і розкрито питання про функціонування, створення та розрахунок завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти на основі прикладів університетів, інститутів деяких країн світу. Також, розкрито базові поняття Data Mining, завантаження аудиторного фонду, систему діяльності закладів вищої освіти та про використання та реалізацію деяких систематичних завдань щодо функціонування цих закладів. Проаналізовано використання системи Data Mining, її інструментів та їх реалізації через спеціальні програми для розрахунку показників завантаженості. В кінці роботи представлена реалізація прогнозування для майбутнього завантаженості аудиторного фонду.

**Ключові слова:** аудиторний фонд, Data Mining, завантаженість, прогнозування.

### **Annotation**

In this work the question of functioning, creation and calculation workload of audience fund of Higher Education Institutions on the basis examples of universities, institutes some countries of the world was considered and opened. Also, the basic concepts of Data Mining, the workload of the audience fund, the system of activities of universities and the use and implementation of some systematic tasks for the functioning of these institutions. The use of Data Mining system, its tools and their implementation through special applications for the calculation of workload indicators is analyzed. At the end of the work, the implementation of forecasting for the future workload of the audience fund is presented.

**Keywords:** audience fund, Data Mining, workload, forecasting.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ АУДИТОРНОГО ФОНДУ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ</b>	
1.1. Основні аспекти роботи сучасних закладів вищої освіти в Україні.....	6
1.2. Основні параметри завантаженості аудиторних фондів закладів вищої освіти в Україні.....	18
1.3. Особливості використання аудиторного фонду у КНТЕУ .....	22
Висновки до розділу 1 .....	27
<b>РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ЗАВАНТАЖЕНОСТІ АУДИТОРНОГО ФОНДУ ПРОВІДНИХ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ</b>	
2.1. Аналіз стану завантаженості аудиторного фонду основних закладів вищої освіти України .....	29
2.2. Світовий досвід розрахунку завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти .....	30
2.3. Формування системи завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти .....	35
Висновки до розділу 2 .....	40
<b>РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРОГНОЗНОЇ МОДЕЛІ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ АУДИТОРНОГО ФОНДУ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ</b>	
3.1. Огляд основних методик прогнозування майбутнього стану об'єкта.....	42
3.2. Технології Data Mining у прогнозуванні завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти .....	51
3.3. Розробка прогнозної моделі завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти на прикладі КНТЕУ .....	59
Висновки до розділу 3 .....	65
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ .....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	70





## ВСТУП

Аудиторне завантаження є складовою системою закладів вищої освіти, яка функціонує для раціонального створення, розподілення та використання завантаженості ресурсів. Час викладачів, правильне створення розкладу занять та інших можливих подій у закладах вищої освіти, завантаженість аудиторій, кількість місць аудиторій, використання комп'ютерів та іншого технічного обладнання – важлива частина розподільної діяльності. Саме за допомогою використання новітнього підходу та інструментів можливість зробити зручну систему може стати реальністю. Адаптувати та використовувати саме ці технології у даній темі є дуже важливою складовою та подальшого розвитку всієї університетської системи для правильної розподільчої діяльності.

Завантаженість аудиторного фонду є актуальною темою для більшості закладів вищої освіти у світі. Не існує такого закладу, де не проводились розрахунку всіх можливих варіацій щодо ефективного використання часу, розкладу та завантаженості інших систем. Data Mining є технологію, яка допомагає створити цю систему, визначити чинники впливу даних, які на перший погляд навіть не є важливими, створити цілісну систему розподільчої діяльності та відобразити всі можливі похибки, щодо їх використання, кластеризувати всю систему існуючого закладів вищої освіти та відтворити у новій формі впливу одних чинників на інші. За допомогою великого арсеналу інструментарію Data Mining і можна провести такий аналіз, але ефективність даного методу не завжди є вірним і створення виключень для кожного складу даних не завжди є раціональним використанням часу та ресурсів, тому у своїй роботі я розглянув приклади використання інструментарію технологій та привів альтернативні, більш прості та зручніші розрахункові варіанти, які були знайдені.

**Об'єкт дослідження:** Освітній та адміністративно-господарські процеси закладу вищої освіти.

**Предмет дослідження:** методи прогностичних моделей на основі технології Data Mining.

**Мета дослідження:** прогнозувані завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти за допомогою технологій Data Mining, розробка на цій основі прогностичної моделі для оптимізації процесів формування навчального розкладу та оптимального використання наявного аудиторного фонду закладів вищої освіти.

В основу дослідження була покладена гіпотеза, щодо формування аудиторного завантаження за допомогою технологій Data Mining для ефективного використання та прогнозування цих систем.

**Відповідно до гіпотези, вирішуються такі завдання:**

- 1) Провести аналіз роботи сучасних закладів вищої освіти України;
- 2) Розробка моделі прогнозування завантаженості аудиторного фонду;
- 3) Перевірити, які з методів Data Mining можуть бути застосовані в управлінні аудиторним фондом закладів вищої освіти.

**Методи дослідження.**

На різних етапах роботи для вирішення поставлених завдань використовувався комплекс методів, серед яких:

- 1) теоретичний аналіз структури, системи та діяльності закладів вищої освіти;
- 2) вивчення та аналіз діючих навчальних планів і робочих програм різних навчальних закладів;
- 3) Data Mining технології обробки даних.

## **РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ АУДИТОРНОГО ФОНДУ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ**

### **1.1. Основні аспекти роботи сучасних закладів вищої освіти в Україні**

ВНЗ, або Вищі Навчальні Заклади - окремий вид установи, яка є юридичною особою приватного або публічного права, діє згідно з виданою ліцензією на провадження освітньої діяльності на певних рівнях вищої освіти, проводить наукову, науково-технічну, інноваційну та/або методичну діяльність, забезпечує організацію освітнього процесу і здобуття особами вищої освіти, післядипломної освіти з урахуванням їхніх покликань, інтересів і здібностей.

Основними завданнями закладу вищої освіти є:

1. провадження на високому рівні освітньої діяльності, яка забезпечує здобуття особами вищої освіти відповідного ступеня за обраними ними спеціальностями;
2. для університетів, академій, інститутів — провадження наукової діяльності шляхом проведення наукових досліджень і забезпечення творчої діяльності учасників освітнього процесу, підготовки наукових кадрів вищої кваліфікації і використання отриманих результатів в освітньому процесі;
3. участь у забезпеченні суспільного та економічного розвитку держави через формування людського капіталу;
4. формування особистості шляхом патріотичного, правового, екологічного виховання, утвердження в учасників освітнього процесу моральних цінностей, соціальної активності, громадянської позиції та відповідальності, здорового способу життя, вміння вільно мислити та самоорганізовуватися в сучасних умовах;
5. забезпечення органічного поєднання в освітньому процесі освітньої, наукової та інноваційної діяльності;

6. створення необхідних умов для реалізації учасниками освітнього процесу їхніх здібностей і талантів;
7. збереження та примноження моральних, культурних, наукових цінностей і досягнень суспільства;
8. поширення знань серед населення, підвищення освітнього і культурного рівня громадян;
9. налагодження міжнародних зв'язків та провадження міжнародної діяльності в галузі освіти, науки, спорту, мистецтва і культури;
10. вивчення попиту на окремі спеціальності на ринку праці та сприяння працевлаштуванню випускників.[1]

Україна чітко визначила стратегію входження національної освіти в Болонський процес, здійснюючи модернізацію галузі в контексті європейських вимог. Стратегічні напрями модернізації освіти і науки, значущість їх у суспільному зростанні країни розглядаються як об'єктивні тенденції загальноосвітнього розвитку до яких і входить ВНЗ на території держави.

У теорії управління можна виділити три основних і найбільш загальних підходи: функціональний, процесний, системний і ситуаційний.

Згідно функціональному (процесному) підходу управління освітньою установою є сукупність управлінських функцій. У рамках системного освітня установа розглядається як складна соціально-педагогічна система, тобто як сукупність взаємопов'язаних між собою елементів. У цьому випадку діяльність керівника є побудова цілісної моделі управління школою з урахуванням всього різноманіття суб'єктивних і об'єктивних чинників її розвитку, а також моделі управління її різноманітними компонентами, як сукупністю взаємозалежних підсистем, з урахуванням того, що неправильне функціонування однієї з них може вплинути на систему управління в цілому. [2]

Ситуаційний є управління освітньою установою в залежності від особливостей конкретної ситуації. У спеціальній літературі зазначається, що будь-яка система має: мета, завдання, функції, ознаки, структуру, атрибути, відносини або взаємодії, наявність двох або більше типів зв'язку (прямого і

зворотного), рівні ієрархії. Розрізняють закриті і відкриті системи, що відображають характер зв'язку системи і середовища. Системи вважаються відкритими, коли між системою і середовищем відбувається обмін (введення, висновок), або закритими, коли такого обміну не відбувається. Під введенням мається на увазі все, що надходить у систему ззовні. Мова в цьому випадку може йти про матеріали, енергії та інформації. Шляхом переробки матеріалу, що надійшов в систему, виробляється новий матеріал, що передається до зовнішнього світу (висновок). Педагогічна система є «соціально обумовлена цілісність взаємодіють на основі співробітництва між собою, навколишнім середовищем і її духовними і матеріальними цінностями учасників педагогічного процесу, спрямована на формування і розвиток особистості». Це «відносно стійка сукупність елементів, організаційне об'єднання людей, сфер їх дії, порядку виконання функцій, просторово-часових зв'язків, відносин, способів взаємодії та структури діяльності в інтересах досягнення певних освітньо-виховних цілей і результатів, рішення запланованих культурно-розвиваючих завдань виховання і навчання людини».

Кожна окремо взята педагогічна система (зокрема, ВНЗ як освітня система) є складною тому, що сама в своєму складі має підсистеми у вигляді груп, класів і т.п., але й сама ця система входить в якості підсистеми в систему освіти. Педагогічну систему щодо закритого типу характеризує чітко виражена внутрішня структура, часто ієрархічна; вона будується за певними правилами, і індивід підпорядковується в ній групі. Навпаки, для відкритої педагогічної системи характерні висока ступінь індивідуалізму, мінімум прагнення членів колективу до підтримки як внутрішніх, так і зовнішніх кордонів. Під внутрішніми кордонами можуть матися на увазі, наприклад, межі між адміністрацією та працівниками, між старшими та молодшими співробітниками і т.д. Під зовнішніми кордонами мається на увазі те, що відокремлює колектив від решти суспільства. Відносна відкритість і відносна закритість впливають на процеси, що відбуваються в системі. У рамках освітніх установ це видно досить чітко. ВНЗ, що має характер порівняно замкнутої системи з чітко окресленими кордонами по

відношенню до оточення, характеризується, зокрема тим, що має слабкі контакти із зовнішнім світом, рідкісну зміну персоналу, рідко або ніколи не бере участь в обміні досвідом, відкидає нові ідеї, ідеології і методи навчання. Освітня структура відкритого типу динамічна, відкрита досвіду, має широкі контакти із зовнішнім світом.

Головні аспекти роботи українських ВНЗ, як і всіх ВНЗ у світі полягає на на провадження освітньої діяльності на певних рівнях вищої освіти, проводить наукову, науково-технічну, інноваційну та/або методичну діяльність, забезпечує організацію освітнього процесу і здобуття особами вищої освіти, післядипломної освіти з урахуванням їхніх покликань, інтересів і здібностей. За своєю специфікою мають дуже складні структурні підрозділи діяльності задля впровадження, як науково-освітнього процесу, так і виховного. Структурними підрозділами закладу вищої освіти є кафедри, факультети, інститути, філії, бібліотека тощо. Науково-дослідний інститут об'єднує споріднені наукові лабораторії, центри і створюється наказом ректора (якщо діяльність інституту фінансується з державного бюджету, – органом управління, у підпорядкуванні якого перебуває вищий заклад освіти). Директор науково-дослідного інституту призначається на посаду і звільняється з посади наказом керівника вищого закладу освіти (якщо науково-дослідний інститут створюється органом управління, у підпорядкуванні якого перебуває вищий заклад освіти, кандидатура директора погоджується з керівництвом органу управління). [3] Факультет є навчально-науковим структурним підрозділом вищих закладів освіти третього та четвертого рівнів акредитації, що здійснює підготовку студентів, аспірантів та докторантів із споріднених спеціальностей. Факультет об'єднує відповідні кафедри і лабораторії. Керівництво діяльністю факультету здійснює декан, який призначається на посаду з числа професорів або найдосвідченіших доцентів у порядку, встановленому Статутом вищого закладу освіти, і звільняється з посади керівником вищого закладу освіти. Структура факультету, порядок призначення заступника декана, обов'язки і відповідальність декана визначаються Статутом вищого закладу освіти. Факультет створюється, ліквідується та реорганізується

органом управління, у підпорядкуванні якого перебуває вищий заклад освіти. Кафедра є основним навчально-науковим структурним підрозділом вищих закладів освіти третього та четвертого рівнів акредитації (філіалів, факультетів), що провадить навчальну, методичну та науково-дослідницьку діяльність з однієї або кількох споріднених дисциплін. Вона створюється наказом ректора за поданням декана факультету та за рішенням вченої ради факультету, погодженим з органом управління, у підпорядкуванні якого перебуває вищий заклад освіти, за умови, що обсяги навчальної роботи дають змогу сформувати викладацький склад у кількості не менш як 5 штатних одиниць. У вищих закладах освіти мистецтва, як виняток, за погодженням з органами управління, у підпорядкуванні яких перебуває вищий заклад освіти, можуть створюватися кафедри чисельністю не менш як 3 штатні одиниці.[4]

У разі потреби для забезпечення розвитку нового напрямку навчальної, методичної і наукової діяльності при кафедрі може бути створена секція. Посаду завідуючого кафедрою може займати, як правило, особа, яка має вчене звання професора або науковий ступінь доктора наук. У структурі вищих закладів освіти першого і другого рівнів акредитації можуть створюватися відділення, які об'єднують навчальні групи з однієї або кількох спеціальностей, методичні, навчально-виробничі підрозділи, необхідні для виконання покладених на відділення завдань. У вищих закладах освіти першого і другого рівнів акредитації можуть створюватися предметні (циклові) комісії, що провадять навчальну та методичну діяльність з однієї або кількох споріднених дисциплін. Предметна (циклова) комісія створюється у разі, коли обсяги навчальної роботи дають змогу сформувати викладацький склад у кількості не менш як 3 особи. Перелік предметних (циклових) комісій, кандидатури їх головних та персональний склад затверджуються наказом директора вищого закладу освіти терміном на один навчальний рік. Вищі заклади освіти у своєму складі можуть мати: підрозділи перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів, лабораторії, бібліотеки, навчально-методичні кабінети, обчислювальні центри, навчально-виробничі та творчі майстерні, навчально-дослідні господарства, виробничі структури,

видавництва, заклади культурно-побутового призначення та інші підрозділи, діяльність яких не заборонена чинним законодавством. [5] Вищі заклади освіти третього і четвертого рівнів акредитації можуть також мати аспірантуру, докторантуру, науково-дослідні установи. Вищий заклад освіти може створювати навчальні підрозділи: курси, факультети суміжних і додаткових професій та інші підрозділи, що надають платні освітні послуги. Такі підрозділи підпорядковані безпосередньо ректору (директору) вищого закладу освіти, який відповідно до його Статуту призначає керівника підрозділу, визначає напрями їх основної діяльності, порядок фінансово-господарської діяльності, структуру управління та умови використання матеріально-технічної бази, що належить базовому вищому закладу освіти. [7]

Вищою освітою в Україні керує Міністерство освіти, яке координує діяльність вищих навчальних закладів та здійснює нагляд за вищими навчальними закладами, що знаходяться під управлінням інших міністерств. Згідно з "Законом про освіту", вища освіта включає наступні рівні та категорії закладу: рівень I - професійно-технічні училища та інші ВНЗ відповідного рівня; рівень II - коледжі та інші ВНЗ відповідного рівня, які викладають курси бакалавра та молодшого спеціаліста; рівень III - інститути, консерваторії, академії та університети, які викладають бакалаврів та спеціалістів, а також молодші спеціалісти; а IV рівень - інститути, консерваторії, академії та університети, які викладають курси бакалавра, магістра та спеціаліста. Система дипломної роботи перебудована: стара система мала лише одну стадію бакалаврських студій, ступінь "спеціаліста", яка була нагороджена після 5 років навчання. Нова система складається з двох етапів: бакалаврів та випускників, з кількома ступенями. [8] Союз ректорів був створений у 1993 році. З 1992 року система вищої освіти України вважається "вищою освітою". Відповідно до "Закону про освіту" наступні рівні та категорії установ пропонують вищу професійну освіту: рівень I - технікуми та професійно-технічні школи; рівень II - технікуми та коледжі. Вони нагороджують кваліфікацію молодшого спеціаліста. Інститути рівня III - університетські установи. Випускники післядипломної професійної школи повинні сидіти для



випускних іспитів та захистити дипломну роботу / роботу. Диплом дає право на роботу на заздалегідь встановленому рівні або на право продовжувати навчання в установах вищого рівня.

Низка університетів проводять реструктуризацію своєї організаційної структури з метою переходу на нову, інноваційну структуру. Віщі навчальні заклади знаходять ряд переваг в інноваційній структурі управління:

- Розвиток науки та трансферу технологій;
- Зростання рівня мотивації персоналу ВНЗ;
- Розвиток наукових шкіл та колективів;
- Підвищення рівня працевлаштування випускників ВНЗ;
- Більш приваблива освітня пропозиція.

Все це сприяє створенню позитивного іміджу ВНЗ. Зокрема, як зазначають працівники ВНЗ, задіяні у створенні інноваційних структур, європейські університети все більшу увагу приділяють трансферу технологій, як і в свою чергу почали українські.[9] Перш за все це сприяє не тільки отриманню додаткових прибутків, а створенню образу навчального закладу, випускники і наукові працівники якого не лише мають високий освітній рівень, але і є творцями та бенефіціантами економічного успіху, пов'язаного з комерціалізацією технологій.

Україна — університетська держава. Університетський сектор вищої освіти динамічно розвивається, сьогодні він нараховує 184 університети, у тому числі 140 університетів державної, 38 — приватної та 6 — комунальної власності. Частка університетів у загальній кількості вищих навчальних закладів складає 20%, в яких навчається 63,7% студентів. Середній контингент студента українського університету — 9,7тис. осіб, це більш ніж утричі перевищує чисельність студентів з розрахунку на один вищий навчальний заклад України. За цих умов найбільш потужними є університети державної власності, середній контингент студентів яких становить 11 тис. осіб. Проте, університети приватної та комунальної власності значно поступаються державним. Приватні університети мають середній контингент студента удвічі, а комунальні — у п'ять разів менший

порівняно з державними. Середня чисельність студентів з розрахунку на один вищий навчальний заклад за типами досить строката. Невеликі середні контингенти студентів мають училища (396 осіб), консерватора (415 осіб), коледжі (885 осіб).[10]

Під впливом демографічної кризи та зростання попиту на ринку освітніх послуг щодо здобуття вищої освіти в університетах, академіях та інститутах ці вищі навчальні заклади можуть втратити контингенти студентів і стати малочисельними і відповідно неефективними. Архітектура вищої освіти досить ускладнена і потребує за умов динамічних змін зовнішнього та внутрішнього середовища радикальних, рекомбінаційних та модифікаційних інновацій, спрямованих на здобуття або утримання вищими навчальними закладами позицій лідера, досягнення конкурентоспроможності на ринку освітніх послуг, ефективності управління, задоволення потреб споживачів освітніх послуг. Фундаментом є вищі навчальні заклади різних рівнів акредитації та типів, які розподіляються на загальнодержавному та регіональному рівнях за формами власності. Макропоказники вищої освіти, які характеризують її масштаби та структуру за типами вищих навчальних закладів та формами власності наведено в таблиці:

Тип вищого навчального закладу	Абсолютні виміри		Структура, відсотки		Чисельність студентів з розрахунку на один заклад
	Кількість	Чисельність студентів	Частка вищих навчальних закладів	Частка чисельності студентів	
Університети	184	1 775 810	20,0	63,7	9 651
Академії	58	361 611	6,3	13,0	6 235
Інститути,	125	191 548	13,6	6,9	1 532
Консерваторії	1	415	0,1	0,0	415
Коледжі	199	176 178	21,6	6,3	885
Технікуми	210	224 335	22,8	8,1	1 068
Училища	143	56 685	15,5	2,0	396
<b>ВСЬОГО</b>	<b>920</b>	<b>2 786 582</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>3 029</b>

Рис. 1. Структура та потужність мережі за типами вищих навчальних закладів

Ці показники дають можливість зробити певні висновки. Слід звернути увагу на незначні контингенти інститутів — середній показник в них становить 1,5 тис. осіб. Міграційні потоки молоді за освітнім фактором з регіонів-донорів до регіонів-реципієнтів за умов демографічної кризи можуть суттєво вплинути на формування власного контингенту студентів та забезпечення економічності, ефективності та результативності підготовки фахівців у малочисельному вищому навчальному закладі. Така ситуація може спонукати до радикальних інновацій, спрямованих на укрупнення вищих навчальних закладів на регіональному рівні, що буде сприяти більш ефективному використанню фінансових ресурсів, які вкладуються у вищу освіту.[11]

Структура та потужність вищих навчальних закладів суттєво залежить від їх форми власності. Середній контингент студентів вищих навчальних закладів усіх типів державної власності становить 4,4 тис. осіб, приватної — 2,1 тис. та комунальної — лише 0,7 тис. студентів. Цей показник за типами вищих навчальних закладів та їх формами власності наведено в табл. 2. На підставі аналізу вимірів середнього контингенту студента до малочисельних типів вищих навчальних закладів за формами власності слід віднести: державний сектор — училища (533 студенти), комунальний — училища та технікуми (відповідно 380 та 546 студентів), приватний — училища та коледжі (відповідно 460 та 633 студенти). Кожний вищий навчальний заклад має власне ресурсне забезпечення (фінансове, матеріальне, кадрове, інформаційне, організаційне тощо), яке є визначальним при оцінюванні якості освітньої діяльності та якості вищої освіти. За ринкових умов, коли функціонують ринок освітніх послуг та ринок праці, кожний причетний до них має певну мотивацію до якісної вищої освіти. Абітурієнтів та студентів, які мають мотивацію до здобуття вищої освіти та здібності, перш за все, цікавлять якість освітньої діяльності вищого навчального закладу, його престиж у системі, як вибір ВНЗ вплине на працевлаштування після закінчення навчання, подальше кар'єрне просування, соціальний захист на ринку праці. Адміністрація вищого навчального закладу спрямовує свою діяльність на забезпечення навчально-виховного процесу відповідними ресурсами для надання

якісних освітніх послуг, соціальне партнерство з роботодавцями, сприяння працевлаштуванню випускників, підвищення їх конкурентоспроможності на ринку праці. Роботодавці теж не можуть бути осторонь проблем вищої освіти. Мотивація повинна бути спрямована на безпосередню участь у формуванні якісної робочої сили завдяки впливу на зміст вищої професійної освіти, забезпечення професійно-практичної підготовки студентів, сприяння працевлаштуванню випускників. Ось чому сьогодні виникає проблема моніторингу якості вищої освіти на національному рівні як системи постійного спостереження та контролю за процесами, що відбуваються у вищій освіті на загальнодержавному, регіональному рівнях та в кожному вищому навчальному закладі. [12] Стратегічна ціль моніторингу полягає в забезпеченні громадськості достовірною, об'єктивною та точною інформацією про якість освітньої діяльності та якість вищої освіти, що надається вищими навчальними закладами, які, безумовно, не завжди відповідають вимогам чинного законодавства. Причинно-наслідковий аналіз показує, що в деяких регіонах вектор політичного та соціально-економічного розвитку не повною мірою спрямований на розв'язання проблем вищої освіти, й випереджальний розвиток, що свідчить про недосконалий менеджмент вищих навчальних закладав, регіональних систем на загальнодержавному та регіональному рівнях. Нерівномірний географічний розкид мережі вищих навчальних закладів є причиною великої розбіжності потенціалу регіональних систем, що сприяє міжрегіональним потокам громадян за освітнім фактором. Водночас низький потенціал регіональної мережі створює умови для відкриття на її території відокремлених структурних підрозділів, які в силу обмежених ресурсів (фінансових, матеріальних, кадрових, організаційних, інформаційних) не спроможні забезпечити відповідно до сучасних вимог якість освітньої діяльності та якість вищої освіти.

Тип вищого навчального закладу	Абсолютні виміри			Структура, відсотки			Чисельність студентів з розрахунку на один заклад		
	Державна	Комунальна	Приватна	Державна	Комунальна	Приватна	Державна	Комунальна	Приватна
Університети	140	6	38	28,0	2,7	19,1	11141	2798	5245
Академії	47	2	9	9,4	0,9	4,5	6024	3695	7897
Інститути	40	5	80	8,0	2,3	40,2	1817	2244	1346
Консерваторії	1	0	0	0,2	0,0	0,0	415	0	0
Колежі	66	78	55	13,2	35,3	27,6	1202	795	633
Технікуми	192	4	14	38,4	1,8	7,0	1091	546	904
Училища	14	126	3	2,8	57,0	1,5	533	380	460
<b>ВСЬОГО</b>	<b>500</b>	<b>221</b>	<b>199</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>4424</b>	<b>667</b>	<b>2145</b>

Рис. 2. Структура та потужність мережі вищих навчальних закладів за формами власності

Кожен вищий навчальний заклад освіти становить достатньо складну організаційно-технічну систему, що в процесі свого функціонування готує висококваліфікованих фахівців для народного господарства України. Одна з найголовніших задач в підвищенні якості підготовки фахівців – раціональна організація навчального процесу, в першу чергу, його ефективне планування. Перш ніж визначити структуру інформаційної технології планування обсягів навчальної роботи, розглянемо визначену нормативними документами Міністерства освіти і науки України схему формування навчального навантаження студентів і викладачів ВНЗ. [14]



Рис. 3. Схема формування навчального навантаження студентів і викладачів

Освітньо-професійна програма (ОПП) є державним нормативним документом, в якому узагальнюється зміст навчання, встановлюються вимоги до змісту, обсягу та рівня освітньої та професійної підготовки фахівця відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня певного напрямку.

Цей стандарт є складовою галузевої компоненти державних стандартів вищої освіти і використовується при:

- розробці та корегуванні відповідних навчальних планів і програм навчальних дисциплін;
- розробці засобів діагностики рівня освітньо-професійної підготовки фахівця;
- визначенні змісту навчання як бази для опанування новими спеціальностями, кваліфікаціями;
- визначенні змісту навчання в системі перепідготовки та підвищення кваліфікації.[15]

Освітньо-кваліфікаційна характеристика (ОКХ) випускника вищого навчального закладу є державним нормативним документом, в якому узагальнюється зміст освіти, тобто відображаються цілі освітньої та професійної підготовки, визначається місце фахівця в структурі господарства держави і вимоги до його компетентності, інших соціально важливих властивостей та якостей.

Цей стандарт є складовою галузевої компоненти державних стандартів вищої освіти, в якій узагальнюються вимоги з боку держави, світового співтовариства та споживачів випускників до змісту освіти і навчання. ОКХ відображає соціальне замовлення на підготовку фахівця з урахуванням аналізу професійної діяльності та вимог до змісту і навчання з боку держави та окремих замовників фахівців.

ОКХ встановлює галузеві кваліфікаційні вимоги до соціально-виробничої діяльності випускника вищого навчального закладу з певних спеціальностей та

освітньо-кваліфікаційного рівня і державні вимоги до властивостей та якостей особи, яка здобула певний освітній рівень відповідного фахового спрямування.

Стандарт використовується при:

- визначенні первинних посад випускників вищих навчальних закладів та умов їх використання;
- визначенні об'єкту, цілей освітньої та професійної підготовки;
- розробці та корегуванні освітньо-професійної програми підготовки фахівців певних освітнього та освітньо-кваліфікаційного рівнів;
- розробці засобів діагностики рівня освітньо-професійної підготовки фахівця;
- визначенні змісту навчання як бази для опанування новими спеціальностями, кваліфікаціями;
- визначенні змісту навчання в системі перепідготовки та підвищення кваліфікації;
- атестації випускників вищих навчальних закладів та сертифікації фахівців;
- укладанні договорів або контрактів щодо підготовки фахівців;
- професійній орієнтації здобувачів фаху;
- визначенні критеріїв професійного відбору;
- прогнозуванні потреби у фахівцях відповідної спеціальності та освітньо-кваліфікаційного рівня і при плануванні їх підготовки;
- обґрунтуванні переліків спеціальностей та спеціалізацій вищої освіти;
- визначенні кваліфікації фахівців;
- розподіленні та аналізу використання випускників вищих навчальних закладів.

Для того, щоб відобразити цю схему у інформаційній технології, необхідно вирішити наступні основні задачі:

1. Визначитися із структурою інформаційного ресурсу систем управління навчальним процесом, який може бути отриманий в ході планування навчального навантаження викладачів і студентів.

2. Розробити структуру інформаційної бази, яка б відображала структуру вхідних даних (навчальний план, контингент студентів, структура навчальних підрозділів ВНЗ, нормативи навантаження та ін.).

3. Розробити методи і засоби наповнення інформаційної бази.

4. Розробити методи і засоби розрахунку навчального навантаження.

5. Розробити методи і засоби оптимізації навчального навантаження.

6. Розробити ефективну систему управління процесом формування навчального навантаження викладачів і студентів.[16]

1.2. Основні параметри завантаженості аудиторних фондів закладів вищої освіти в Україні

Визначення якості розкладу занять у навчальних закладах задача нетривіальна. Стосовно завантаження аудиторного фонду критерії якості мають об'єктивний характер і досить просто визначаються у кількісній мірі. З якістю використання професорсько-викладацького складу ситуація дещо складніша: кожен викладач має своє особисте уявлення до якості його розкладу та якості розкладу студентів стосовно його дисципліни. Як відомо, розклад занять має досить суттєвий вплив на якість підготовки фахівців взагалі. З метою керування освітнім процесом і виявлення прихованих факторів, що негативно на нього впливають, використовуються математичні моделі, в основі яких лежить апарат класичного регресійного аналізу. [17]Опираючись на ці моделі, будуються прогнози якості розкладу занять які використовуються в процесі складання розкладу, що дозволяє зменшити кількість варіантів розкладів при пошуку оптимального.

Проблема удосконалення навчального процесу вузу за рахунок планування занять є відомою, її рішенням займалися багато вчених і практики зі створення автоматизованих систем. В даний час ця проблема залишається відкритою. Актуальність завдання визначається зростанням вимог до якості навчання, планування роботи студентів в умовах дефіциту аудиторного фонду та ін. При створенні плану розкладу занять необхідно враховувати безліч суперечливих і нечітко визначених факторів: зайнятість викладачів, аудиторного фонду,



наявність основних і альтернативних занять, а при призначенні лабораторних занять - зайнятість відповідних лабораторій. Складання розкладу навчальних занять є одним із найважливіших завдань управління навчальним процесом. У зв'язку з цим проблема автоматизації складання розкладів навчальних занять в освітніх системах масового навчання як і раніше залишається однією з актуальних проблем організації навчального процесу. Від того, наскільки вдало складено розклад залежить: якість навчання; економічна ефективність навчання; комфортність навчання студентів та роботи викладацького складу. Автоматизація процедури складання навчальних занять дозволяє: врахувати безліч вимог і умов, що висуваються до розкладу; строго формалізувати процедуру отримання кращого, в певному сенсі, розкладу; реалізувати критеріальний або оптимізаційний підхід до складання розкладу; істотно зменшити тимчасові витрати на складання розкладу. [18] Автоматизація та подальша оптимізація складання розкладу занять є складною комбінаторною завданням високої розмірності, для вирішення якого можливо застосовувати методи багаторівневої оптимізації, теорії нечітких множин, генетичні алгоритми, методи експертних систем, а також передові технології розробки програмних систем.

Зі сказаного випливає висновок, що сучасний інноваційний вуз - це мінлива, адаптивна, легко масштабована структура, і для ефективного управління нею потрібні нові, спеціальні інструменти.[19]

Справжня робота присвячена розгляду одного з таких інструментів продуктивного управління інноваційним вузом - формалізованої методики проектування оптимальної просторової інфраструктури інноваційного вищого навчального закладу. З 2012 року в Україні діє Концепція здійснення Міністерством освіти України повноважень власника щодо майна підвідомчих організацій. Цей документ визначає основними цілями в питаннях управління підвідомчими організаціями наступні:

- 1) ефективність організацій, що перебувають у віданні Міністерства;
- 2) ефективність закріпленого за такими організаціями майна.

Вказуючи на тісний взаємозв'язок перерахованих цілей і необхідність їх вирішення у взаємній інтеграції, Міністерства освіти та науки ставить підвідомчим організаціям в обов'язки розробку і виконання програми розвитку майнового комплексу як основного інструменту підтримки прийняття рішень і оцінки якості управління в цілому. Під інфраструктурою підприємства в широкому сенсі прийнято розуміти сукупність взаємопов'язаних структурних елементів, що відображає зміст реалізованих на підприємстві бізнес-процесів і забезпечує їх. Просторова інфраструктура - це синтетична категорія, в якій для цілей управління об'єднуються площі різного призначення: аудиторний фонд, наукові лабораторії, площі адміністративного, господарського та технічного призначення. Така модель є багатовимірною динамічною системою, яка характеризується великою кількістю варійованих величин і значним числом зв'язків між ними[20]. Сложность внутрішньої організації подібного класу аналітичеських систем характеризується експоненціальним ростом при збільшенні розмірності предметної області. У практична застосовність обумовлена наявністю адекватних засобів інтеграції в економічну систему об'єкта управління. Виступає в якості такого інтегратора методика проектування оптимальної просторової інфраструктури інноваційного вузу повинна відповідати таким основним групам вимог:

1) загальні вимоги:

- простота освоєння і застосування;
- універсальність;
- достовірність;

2) спеціальні вимоги:

- узгодженість з іншими інструментами економічного управління інноваційним вузом;
- можливість оперативного перебудування і модифікації моделі в умовах мінливості предметної області; [21]

При складанні розкладу виникає проблема оптимального управління ресурсами: викладацьким складом і аудиторним фондом. У процесі рішення

задачі необхідно враховувати обов'язкові обмеження, а також додаткові вимоги, які можуть порушуватися в деяких випадках. До обов'язкових обмежень відносяться:

- місткість аудиторій повинна бути достатньою для груп, які нею займаються, при цьому можливий варіант, коли в одній аудиторії проводяться заняття одночасно для декількох груп студентів;

- повинні виконуватися вимоги занять до обладнання аудиторій, в яких вони здійснюються;

- викладачі з інших вузів можуть проводити заняття тільки в певні дні і години. До додаткових вимог відносяться:

- лекції повинні проводитися на початку дня, практики-в кінці;

- навантаження кожної групи повинна бути рівномірною, щоб уникнути перевтоми студентів, тобто в ті дні, коли проводиться лекція з складного предмету, інші заняття повинні проводитися за відносно простим;

- у заняттях студентів не повинно з'являтися вікон, в той же час можливо наявність вікна у розкладі викладача;

- за можливості викладачам повинні надаватися дні, вільні від проведення занять у вузі;

- в п'ятницю кількість занять повинно бути менше, ніж в інші дні тижня;

- першим заняттям у понеділок має йти відносно простий предмет, інакше успішність студентів може суттєво знизитися. [22]

### 1.3. Особливості використання аудиторного фонду у КНТЕУ

Використання аудиторного фонду КНТЕУ є звичайним, як і використовують більшість університетів України. Звичайний документ, який формується за допомогою Начальника Навчального Відділу та затверджується деканом кожного факультету за допомогою низки документів. На жаль, приклади цих документів надати неможливо, тому використовуючи деякі відомості можна побачити, що ж саме використовується для функціонування та роботи завантаженості аудиторного фонду КНТЕУ.

Навчальний відділ є основним структурним підрозділом Київського національного торговельно-економічного університету.

Діяльність Навчального відділу регламентується Конституцією України, законами України «Про освіту», «Про вищу освіту», постановами Кабінету Міністрів України, наказами Міністерства освіти і науки України, Статутом Університету, Положенням про навчальний відділ КНТЕУ, Правилами внутрішнього розпорядку, постановами вченої ради КНТЕУ, планом роботи Навчального відділу на рік.

Мета діяльності Навчального відділу: планування, організація і контроль освітнього процесу в КНТЕУ за ліцензованими спеціальностями і обсягами підготовки відповідно до нормативних документів; реалізація академічної політики КНТЕУ та нормативне забезпечення освітнього процесу; забезпечення реалізації державної політики з питань ліцензування та акредитації освітньої діяльності.

Свою діяльність Навчальний відділ здійснює в межах наданих повноважень, визначених Положенням про Навчальний відділ та відповідно до вимог системи управління якістю КНТЕУ.

Накази та розпорядження Навчального відділу стосовно організації освітнього процесу формуються від імені ректора і є обов'язковими для виконання деканатами факультетів, кафедрами, науково-педагогічними, педагогічними працівниками та допоміжним персоналом.

До структури Навчального відділу входять секретар відділу і чотири сектори відповідно до основних напрямків роботи:

- сектор управління освітнім процесом;
- сектор планування та організації аудиторної роботи;
- сектор академічної політики та нормативного забезпечення освітнього процесу;
- сектор ліцензування та акредитації.

Основними обов'язками Навчального відділу є: забезпечення умов, необхідних для організації освітнього процесу в Університеті та вирішення всіх

питань щодо забезпечення якості підготовки висококваліфікованих конкурентоспроможних фахівців.

Функціями сектора планування та організації аудиторної роботи є:

- Розробка навчальних планів відповідно до вимог стандартів вищої освіти.
- Вдосконалення форми та змісту навчальних планів щодо відповідності їх освітньо-професійним, освітньо-науковим програмам підготовки фахівців.
- Погодження проектів робочих навчальних планів з укладачами за спеціальностями, спеціалізаціями.
- Систематизація діючих планів та забезпечення належного використання та зберігання їх оригіналів, за якими ведеться підготовка фахівців в Університеті, включаючи структурні підрозділи.
- Розрахунок обсягів навчального навантаження науково-педагогічних працівників Університету на навчальний рік.
- Надання рекомендацій кафедрам щодо розподілу персоніфікованого навантаження викладачів.
- Складання розкладів навчальних занять і екзаменів у визначені терміни та доведення їх до викладачів і здобувачів вищої освіти через деканати, кафедри, мережу Інтернет.
- Аналіз графіку освітнього процесу та розробка його моделі на наступний рік відповідно до вимог нормативно-правових актів України, Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи, стандартів вищої освіти, навчально-методичної документації щодо організації освітнього процесу та надання пропозицій щодо його вдосконалення.
- Підготовка аналітичних матеріалів щодо виконання науково-педагогічними працівниками Університету аудиторного навантаження.
- Здійснення контролю проведення передбачених розкладом аудиторних занять/консультацій/екзаменів/заліків.

- Оперативне реагування на зміни в освітньому процесі (в разі потреби, здійснення переведення навчальних занять з однієї аудиторії до іншої, внесення змін до розкладу тощо).
- Систематичний облік використання аудиторного фонду Університету та аналіз ефективності його використання.
- Підготовка пропозицій щодо вдосконалення навчальних приміщень, їх розширення і оснащення сучасним обладнанням та технічними засобами.

Функціями сектора управління освітнім процесом є:

1. Здійснення оперативного обліку контингенту здобувачів вищої освіти усіх форм навчання Університету і структурних підрозділів Університету за встановленими формами. Внесення пропозицій щодо формування академічних груп.
2. Ведення обліку і аналізу розподілу обсягів аудиторної роботи кафедр між викладачами на рік у розрізі семестрів навчального року.
3. Здійснення оперативного обліку та контролю виконання викладачами/кафедрами навантаження, підготовка узагальненої інформації про виконання обсягів навантаження викладачами/кафедрами за перше і друге півріччя навчального року. Внесення пропозицій щодо удосконалення роботи на кафедрах.
4. Ведення обліку обсягів виконаної роботи за погодинною оплатою праці викладачів кафедр.
5. Організація роботи щодо формування та затвердження списків голів Екзаменаційних комісій.
6. Забезпечення підготовки та проведення атестації здобувачів вищої освіти за освітніми ступенями.
7. Контроль правильності й своєчасності заповнення викладачами кафедр індивідуальних планів роботи та ведення іншої навчальної документації працівниками кафедр і деканатів факультетів.
8. Участь в роботі комісій щодо списання та знищення курсових і дипломних робіт (проектів).

9. Ведення оперативного обліку і аналізу показників навчальної роботи здобувачів вищої освіти Університету. Підготовка аналітичних матеріалів про успішність здобувачів вищої освіти з урахуванням результатів підсумкового семестрового контролю знань здобувачів вищої освіти.
10. Заовладнення, одержання та видача дипломів про освіту випускникам Університету та структурних підрозділів.
11. Здійснення оперативного контролю за видачею дипломів про освіту.

Функціями сектора академічної політики та нормативного забезпечення освітнього процесу є:

- Здійснення моніторингу нормативно-інформаційних матеріалів з питань вищої освіти і доведення до керівництва та підрозділів інформації про актуальні нормативно-правові документи та зміни, внесені до чинних актів, адаптація їх до умов діяльності Університету та сприяння впровадженню в практичне використання.
- Розробка положень та інструкцій з актуальних для Університету питань управління освітнім процесом.
- Внесення пропозицій щодо вдосконалення нормативних документів Міністерства освіти і науки України (за потребою).
- Здійснення контролю щодо правильності ведення навчальної та обліково-звітної документації деканатами факультетів, кафедрами і викладачами.

Функціями сектора ліцензування та акредитації є:

- Забезпечення реалізації положень законодавчих актів у сфері ліцензування, акредитації (закони України, постанови Кабінету Міністрів України) та виконання нормативних документів (наказів Міністерства освіти і науки України, Акредитаційної комісії України, Університету) щодо ліцензування та акредитації.
- Підготовка плану проведення ліцензування та акредитації Університету на навчальний рік.

- Проведення консультування відповідальних осіб випускових кафедр Університету, які здійснюють підготовку матеріалів за спеціальностями щодо надання освітніх послуг, з питань підготовки та оформлення справ тощо.
- Перевірка дотримання і виконання Ліцензійних умов надання освітніх послуг у сфері вищої та умов забезпечення державної гарантії якості вищої освіти в матеріалах самоаналізу за спеціальностями Університету та справах щодо ліцензування.
- Здійснення підготовки справ на розгляд вченої ради Університету та до підпису ректором.
- Здійснення обліку участі науково-педагогічних працівників Університету, яких залучено Міністерством освіти і науки України в якості експертів для проведення ліцензійних та акредитаційних експертиз у вищих навчальних закладах України.
- Підготовка інформаційних та аналітичних матеріалів з питань ліцензування та акредитації.

Виконання переліку існуючих аудиторій, які відведені до: практичних занять, лекційних занять, комп'ютерні класи, актові зали. Кожна з цих аудиторій в спеціальному документі має відображати кількість аудиторій, її площа, тип (це може бути, як лабораторія, комп'ютерний клас, або для проведення і лабораторних задач і лекційних). Аудиторії можуть бути і багатокласові (в одній аудиторії можливі проведення і лекційних, і практичних завдань). Обчислення і аналіз стану завантаженості КНТЕУ проходить через навчальний відділ та здійснює розрахунки щодо кількості вільних місць, аудиторій та типів пар, які можуть проводитися у цих аудиторіях. Завантаженість аудиторного фонду є однією з задач визначених навчальним відділом для подальшої роботи та форування системи усієї діяльності університету. [28]

Розподілення факультетів щодо їх спеціалізацій та потреб також виконується на етапі формування самого аудиторного фонду. Так деякі заняття можуть проходити в різних будівлях (корпусах), які знаходяться, як на території



головних корпусів КНТЕУ, так і інших корпусах, які має КНТЕУ для аудиторної роботи. Саме за допомогою спеціально зведених табличних даних КНТЕУ і проводиться розподілення студентів, груп, факультетів та спеціальностей по різних частинам територіального положення корпусів, що є важливим та ключовим фактором визначеності діяльності студентів та кураторі для покращених умов навчально-виховної діяльності університету.

**Висновки до розділу 1.** Проаналізувавши головні теоретичні аспекти ВНЗ можна зробити висновки щодо їх системи праці. Було визначено, як саме сторено формування цієї системи, використання яких засобів було застосовано для формування аудиторних фондів у нашій державі. Статистика щодо завантаження ВНЗ України показує, коли найбільша частина абітурієнтів мають бажання вступити. Звісно, найбільша частка щодо вступу у ВНЗ тримається на державних університетах, далі йдуть академії та технікуми, які знаходяться у столиці нашій державі.

Формування документації щодо аудиторних фондів у всіх ВУЗів країни є однаковою, до яких входить: численість, вмісткість аудиторії, тип будівлі, кількість корпусів, обладнання та тип кабінету для подальшого формування вірного розкладу щодо науково-виховної діяльності.

У КНТЕУ формування усіх необхідних умов щодо формування завантаженості аудиторного фонду здійснюється за допомогою Навчального відділу, який у свою чергу забезпечує умови, необхідні для організації освітнього процесу в Університеті та вирішення всіх питань щодо забезпечення якості підготовки висококваліфікованих конкурентоспроможних фахівців.

## **РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ЗАВАНТАЖЕНОСТІ АУДИТОРНОГО ФОНДУ ПРОВІДНИХ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

### **2.1. Аналіз стану завантаженості аудиторного фонду основних закладів вищої освіти України**

Інтенсивність використання під час навчального процесу аудиторного фонду пропонується оцінювати розрахунком наведених нижче коефіцієнтів. За щотижневим розкладом навчальних груп денного і вечірнього навчання для кожної аудиторії і в цілому для корпусу пропонується розрахувати три

коефіцієнта, засновані на потенційно можливої місткості аудиторного фонду в поточному використанні приміщень:

- коефіцієнт завантаження, який показує середнє заповнення аудиторій студентами під час занять;
- коефіцієнт зайнятості, що відображає затребуваність аудиторій в навчальному процесі;
- коефіцієнт використання, який враховує інтенсивність використання аудиторій в тиждень і дорівнює добутку вищенаведених коефіцієнтів.

Зазначу, що для розрахунку зазначених коефіцієнтів, необхідно додатково до щотижневої потреби за розкладом врахувати потребу для разових заходів (настановних лекцій для заочників, курсів підвищення кваліфікації, наукових семінарів і т. д.), Що проводяться в приміщеннях корпусу. Нерегулярні заняття очно-заочних і заочних форм навчання, перерахувати в щотижневу навантаження і рознести по аудиторіях провідною кафедри. [23]

Коефіцієнт завантаження аудиторії визначається відношенням усередненого кількості студентів, що займаються в даній аудиторії, до числа місць в аудиторії в вказаний у розкладі час:

$$k_{di} = \frac{n_i}{n_{oi}} \quad (2.1)$$

Де,  $n_{oi}$ - місткість, студентів чол.  $n_i$ - усереднена кількість студентів, що займаються в аудиторії. [24]

2.2. Світовий досвід розрахунку завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти

Вища освіта в США вважається одним з кращих в світі. У 2009 році в США діяло 4352 вищих навчальних закладів. У 2008 близько 36% випускників вузів пройшли навчання за 4-річною програмою і 57% - по 6-річній. Професійна технічна освіта в США надається учням середніх шкіл, а також особи з незакінченою середньою освітою (17 млн чоловік). В цілому по країні система професійної освіти, субсидована з державного бюджету, забезпечує підготовку

36% фахівців у сільському господарстві, 24% - в охороні здоров'я, 53% - в конторських операціях, 20% - в торгівлі, 41% - у промисловості. Але якість освіти повною мірою не відповідає вимогам економіки. Доказом служить зростання витрат бізнесу на програми перепідготовки службовців (\$30-40 млрд в рік).[25]

Одними з найпрестижніших вищих навчальних закладів у світі є університети у Великобританії. Вони відрізняються гнучкістю навчальних планів. В період навчання студенти вивчають різноманітні дисципліни, навіть якщо вони викладаються на різних факультетах. Випускникам можуть присвоюватися подвійні ступені, наприклад, в області бухгалтерського обліку та економіки.

У Великобританії існують програми допомоги довгостроково безробітним: можливості працювати на умовах неповної зайнятості або на добровільних засадах; 3-тижневий випробувальний термін, який оплачує держава, а не роботодавець. Найбільші банки Великобританії надали позики для оплати навчання більше 67 тис. осіб, а також позики малим фірмам на навчання персоналу строком до 13 місяців. [26] Ще однією з основних форм допомоги є навчання одного з ключових фахівців малої фірми передовим технологіям за рахунок державної програми, для того, щоб він потім передав іншим співробітникам, набуті знання та навички. У Великобританії успішно функціонує служба зайнятості, яка працевлаштовує інвалідів (близько 21 тис.), а також приватні агентства по набору робітників. В цілях регулювання ринку праці урядом Великобританії була розроблена спеціальна програма зайнятості, мета якої полягала в навчанні та працевлаштуванні, але програма не дала очікуваних результатів. Щомісяця паралельно з появою нових робочих місць утворилася така ж кількість безробітних (близько 29 тис. чол.). Таким чином, загальна кількість трудових ресурсів розділилося на п'ять груп з незначним переміщенням працівників з однієї групи в іншу. Перша група-стабільна високопрофесійна меншість, що займає досить міцні позиції на виробництві. Друга група - середній професійний рівень, відносна захищеність профспілковими організаціями. Третя група-висококваліфіковані робочі ручної праці рідкісних професій, які витісняються з ринку. Четверта група-некваліфіковані робітники, безробітні, які

отримують допомогу з безробіття. П'ята група-інваліди, які хворіють люди,(у представників п'ятої групи немає шансів працевлаштуватися самостійно).[27]

Використання розрахунку щодо системи розрахунку у США є звичайною практикою. Розрахунок системи завантаженості розраховується самим звичайним методом, але відрізняється щодо кредитного розрахунку європейської практики.

В університетах США, де виникла кредитна система, встановлено наступне співвідношення:

1 залікова одиниця (кредит) = 1 ак/год лекцій + 2 години самостійної роботи студента в тиждень + інші види навчальної роботи з даної дисципліни протягом одного семестру (реферати, домашні завдання і т. п., залік, іспит) або 2 ак/год практичних занять + 1 година самостійної роботи в тиждень + інші види навчальної роботи (реферати, домашні завдання і т. п., залік, іспит) або 2 ак/год лабораторних робіт + 1 година самостійної роботи в тиждень + інші види навчальної роботи (реферати, домашні завдання і т. п., залік, іспит).

Якщо навчальним планом з якої-небудь дисципліни передбачається 1 лекція на тиждень (2 ак/год на тиждень), 1 семінарське заняття 1 лабораторна робота 1 раз в 2 тижні (по 1 ак/год в тиждень), то в разі успішного вивчення даної дисципліни протягом семестру студенту зараховується  $(2 + 0,5 + 0,5 = 3)$  3 залікових одиниці (кредиту). При цьому його тижневе аудиторне навантаження по даній дисципліні в обсязі 4 ак/год доповнюється обов'язковою самостійною роботою в обсязі 5 ак/год на тиждень, за яку він повинен регулярно звітувати перед своїм викладачем. Європейська система залікових одиниць легко зіставляється з американською:

1 залікова одиниця (кредит) в американській системі може бути прирівняна до 2-м залікових одиниць європейської системи. [29]

Для отримання ступеня бакалавра студент протягом нормативного терміну навчання повинен набрати 240 залікових одиниць.

Нормативна трудомісткість магістерських програм становить для однорічних програм – 60 кредитів, і дворічних – 120 кредитів.

Загальноєвропейські принципи у сфері використання ECTS полягають у наступному:

1) Число кредитів, що присвоюється тому чи іншому курсу (або модулю) не залежить від ступеня його «важливості», статусу або престижності. Кредитний «вага» курсу пов'язаний тільки з об'ємом трудомісткості, відведених на його освоєння і складним, виходячи з різних факторів (співвідношення аудиторного навантаження і тимчасових витрат, що відводяться на самостійну підготовку; реальні трудовитрати, що визначаються шляхом лабораторних вимірювань; глибина освоєння матеріалу, передбачувана даною навчальною програмою і т. д.). Для з'ясування реальної «значущості» курсу і бюджету часу, необхідного для його освоєння, рекомендується звертатися до вивчення компетенцій, що формуються в ході занять, а також оцінювати рівень і тип курсу, типи навчальних дій.

2) Кредити не пов'язані зі ступенем успішності освоєння курсу студентом, тобто з оцінкою, так як, будучи показником трудовитрат, самі по собі вони не вимірюють якість навчання або підготовки випускника. В Європейському додатку до диплома показники трудомісткості і показники успішності розлучаються. Тому нарікання на те, що кредити «зрівнюють» сильних і середніх студентів, позбавлені підстави.

3) Кредит як такої є умовна величина, що позначає співвідношення різних частин освітньої програми та навчального плану між собою та їх ставлення до програми в цілому. Кредити висловлюють лише те, яку частину річного (семестрового) навантаження студента становить та чи інша дисципліна (курс, модуль), той чи інший вид навчальних робіт.

4) оптимальним є «вертикальний» або «спадний» метод нарахування кредитів за окремими позиціями навчального плану освітньої програми. При цьому пропонується відштовхуватися від загальної або річного навантаження (120 або 60 кредитів – робота магістра, 240 або 180 – бакалавра; 60 кредитів – навчання протягом року, 30 кредитів – семестр) і присвоювати модулів (групам дисциплін, що включає аудиторну і самостійну роботу, екзамени, заліки і практики) ціле число кредитів, соотнесимое з трудомісткістю інших модулів програми

(наприклад, кратну якогось числа). Всередині модулів при такому підході розподіляти навантаження між дисциплінами можна на основі традиційного принципу вимірювання трудомісткості в академічних годинах. [30]

Наведені загальні принципи відображають розуміння кредиту як інтегральної системної одиниці, використання якої базується на гнучкому моделюванні освітніх програм і орієнтоване на чітку кінцеву мету – досягнення прозорості та вироблення загальноєвропейських критеріїв визнання університетами освітніх програм інших вузів.

Всі програми навчання в державних і приватних ВНЗ проходять акредитацію у відповідних громадських акредитаційних радах (програми магістратури та докторантури — кожна спеціальність окремо). Існують також коледжі та університети, які не пройшли акредитацію, наприклад:

1. Так звані «Млини дипломів», де дипломи просто продають усім бажаючим
2. Деякі Біблійні коледжі та інші релігійні організації, програми яких не є академічними, а використовуються для навчання священнослужителів певних напрямків. (Однак у багатьох релігійних організаціях обов'язковою є акредитована ступінь бакалавра)
3. Інститути маргінальних наукових напрямків
4. Освітні установи, що не відповідають стандартам вищої освіти з тем, кількості годин або кваліфікації викладачів (наприклад вечірні школи для дорослих). [31]

У багатьох штатах використання неакредитованого диплома для отримання роботи кваліфікується як підробка, проте будь-яка організація може називатися коледжем, інститутом або університетом і видавати «диплом» будь-якого зразка за будь-якими правилами, наприклад, просто за гроші, що часто використовується з шахрайськими цілями. [32]

У найбільших університетах абітурієнт зазвичай повинен вступати на певний факультет, але в більшу частину вузів він вступає до ВНЗ взагалі. Навіть там, де потрібно вступати на факультет, є способи перейти з факультету на

факультет, і можливо мати статус «нерешившого», хоча шлях на деякі факультети при цьому стає майже або зовсім закритий. В інших вузах студент повинен вирішити, в чому спеціалізуватися, в кінці першого, а іноді другого курсу.[33] Іноді на додаток до основної спеціальності можна додати одну або більше додаткових спеціальностей, а іноді можна вибрати дві або навіть три основних спеціальності.

Відвідування кожного курсу дає певну кількість кредитів (очок), які відповідають певному числу годин роботи в тиждень над цим курсом. Студент може вибирати собі курси вільно, але він повинен заробляти більше мінімуму і менше максимуму кредитів і виконувати вимоги вузу по своїй спеціальності або спеціальностей. Вимоги можуть бути конкретні («векторний аналіз») або загальні («дев'ять кредитів гуманітарних наук») і можуть бути виконані в будь-який час до отримання диплома.

Позначки в американських вузах виставляються по семестрах або рідше по триместрах. Вони залежать головним чином від іспитів, які здаються, як правило, в середині семестру або триместру і в екзаменаційну сесію в кінці навчального року. Також можуть зараховуватися домашні завдання, проекти, презентації, реферати і т. д.[34]

### 2.3. Формування системи завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти

Одними з актуальних проблем для більшості вузів є тісно взаємопов'язані між собою проблеми складання розкладу занять і розподілу аудиторного фонду. Кожен, хто хоч раз стикався із завданням складання розкладу, прекрасно розуміє, наскільки важко її формалізувати. При чому кожен новий навчальний рік у цього



завдання з'являються нові вихідні дані (змінюється контингент студентів, змінюється перелік спеціальностей, за якими ведеться навчання у вузі, часто змінюються і навчальні плани). Зрозуміло, що в таких умовах прийняття тільки екстенсивних заходів (розширення або реорганізації аудиторного фонду) не може бути ефективним. Одним з перспективних способів вирішення цих проблем є створення спеціалізованих комп'ютерних комплексів. Сучасний ринок програмних продуктів пропонує великий вибір автоматизованих систем складання розкладу. Існуючі подібні системи не вирішують проблеми оптимального планування і розподілу аудиторного фонду, оскільки в них, як правило, ведеться тільки фактичний облік аудиторного фонду. У зв'язку з вищевикладеним, актуальною проблемою є розробка системи підтримки прийняття рішення планування аудиторного фонду, яка, крім того, давала рекомендації по складанню розкладу. Необхідність автоматизації процесів прийняття та планування рішень зумовлена можливістю покласти на комп'ютер роль консультанта по прийняттю рішень і тим самим раціонально розподілити функції між користувачем і комп'ютером.

Тому модель для рішення подібних завдань повинна надавати собою симбіоз методів обробки знань і традиційних математичних методів. У процесі управління аудиторним фондом як кошти, що впливають на результат, виступають правильно побудовані поради та рекомендації щодо використання аудиторного фонду відповідно до мети управління-оптимальне використання наявного аудиторного фонду, що забезпечує якісну організацію навчального процесу.

Критеріями управління є показники ступеня якості використання аудиторного фонду, як з точки зору забезпечення якісного навчального процесу, так і з економічної точки зору.

Важелями управління в системі управління аудиторним фондом можуть бути:

- розробка системи рекомендацій щодо складання розкладу;
- введення коефіцієнта змінності;

- оптимальне формування навчальних потоків;
- коригування навчальних планів;
- формування кількісного та якісного складу студентів;
- якісні зміни наявного аудиторного фонду;
- кількісні зміни аудиторного фонду;
- зміна переліку спеціальностей.

Найбільш прийнятними для абсолютної більшості вузів є перші чотири. Автоматизована система підтримки прийняття рішень розподілу аудиторного фонду ВНЗ складається з двох підсистем, що взаємодіють з автоматизованою системою складання розкладу «розклад занять». [35] Для здійснення процесу управління аудиторним фондом крім автоматизації складання розкладу необхідно, щоб система аналізувала і оптимізувала вхідні дані, які використовуються в процесі складання розкладу (інформацію щодо навчальних планів, навчальних потоків), і аналізувала вихідні дані – сам розклад (визначаючи ступінь раціональності використання аудиторного фонду і складаючи рекомендації з розподілу та планування аудиторного фонду).

Підсистема аналізу використання аудиторного фонду визначає ступінь раціональності використання наявного аудиторного фонду (з урахуванням таких факторів, як час раціонального використання, простою, перевантаженості та недостатньої завантаженості аудиторій). Крім того, підсистема виявляє причини нерационального використання аудиторій та ступінь їх впливу на якість використання аудиторного фонду.[36] Система працює на основі двох математичних моделей. Перша математична модель визначає оптимальний коефіцієнт змінності при складанні розкладу навчальних занять в залежності від існуючого аудиторного фонду та контингенту студентів, формуючи при цьому навчальні потоки. Друга математична модель у разі потреби (якщо користувача не влаштовує коефіцієнт змінності) коригує навчальні плани на поточний навчальний рік. Встановлено, що визначальним фактором, що впливає на проблеми дефіциту аудиторій певної місткості або неефективного їх

використання (простоїв або нестопроцентної наповнюваності), є нераціональне формування лекційних потоків. Ідея математичної моделі формування потоків, оптимальних з точки зору раціонального використання аудиторного фонду, полягає у формуванні навчальних потоків таким чином, щоб розмір і число потоків максимально відповідали числу наявних аудиторій відповідної місткості. Відповідно до вищевикладеного, цільова функція моделі оптимізації потоків виглядає наступним чином:

$$\sum_{i=1}^n H * A_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K_{ij} * i * j \rightarrow \min \quad (2.2)$$

Де,  $A_n$  - кількість аудиторій типу  $n$ ;

$H$  - допустима завантаженість аудиторії на тиждень;

$K_{nm}$  - кількість потоків розміром  $n$  груп для проведення дисциплін  $m$  годин на тиждень.

У систему обмежень входить:

1) сімейство нерівностей, обмежує число потоків певного розміру кількістю аудиторій відповідної місткості:

$$H * A_n * n \geq \sum_{j=1}^m K_{nj} * n * j \quad (2.5)$$

$$H * A_n * n + H * A_{n-1} * (n - 1) \geq \sum_{j=1}^m K_{(n-1)j} * (n - 1) * j \quad (2.4)$$

...

$$\sum_{i=1}^n H * A_i * i \geq \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K_{ij} * i * j \quad (2.6)$$

2) сімейство обмежень, що виключає можливість складання кількості потоків, більшого, ніж максимально можлива кількість відповідних потоків, визначена експертами.

3) обмеження, що виключає можливість отримання потоку з дисципліни більшого розміру, ніж максимально можливу кількість навчальних груп у потоці, які вивчають цю дисципліну:

$$\sum_{i=1}^n K_{im} * i = N_m \quad (2.7)$$

Де,  $N_m$  - кількість груп, що вивчають дисципліни з кількістю лекційних годин на тиждень  $m$ ;

І  $n$  - розмір потоку.

В результаті вирішення завдання цілочисельного лінійного програмування визначається мінімально можливий коефіцієнт змінності і формуються навчальні потоки відповідно до мети управління. Ідея математичної моделі коригування навчальних планів полягає в усуненні дисбалансу завантаженості кожного типу аудиторій щодо I-му та II-му семестрах, з урахуванням контингенту студентів, які навчаються за відповідними навчальними планами у поточному навчальному році. Коригування навчальних планів проводиться тільки в межах одного навчального року, так як на наступний навчальний рік ситуація може докорінно змінитися у зв'язку з оновленням контингенту студентів [37]

Також в силу того, що ряд дисциплін взаємопов'язані (існують міждисциплінарні зв'язки), модифікація навчальних планів проводиться шляхом перестановки тільки незалежних дисциплін. Для того щоб домогтися максимального усунення перекосів при мінімальній корекції навчальних планів, необхідно починати коригування тих навчальних планів, за якими навчається максимальна кількість студентів у поточному навчальному році, і коригувати навчальні плани до усунення дисбалансу в завантаженості аудиторій в I-му та II-му семестрах. Модель коригування навчальних планів за критерієм оптимізації розподілу аудиторного фонду можна представити як задачу цілочислового лінійного програмування.

Зміст цільової функції полягає у коригуванні навчального плану спеціальності таким чином, щоб кількість місць в аудиторіях, необхідних для проведення лекційних і практичних занять, в I-му та II-му семестрах стали приблизно однакові. Аналогічно визначаються цільові функції для лабораторних занять кожного типу.

Система обмежень формалізується виходячи із загальних вимог, що пред'являються до навчальних планів:

1. кількість іспитів і заліків в кожному семестрі не повинно перевищувати 11;

2. сума іспитів за весь навчальний рік не повинна перевищувати 10, а заліків 12;
3. у кожному семестрі кількість курсових робіт або проектів не повинна перевищувати 2;
4. кількість аудиторних годин на тиждень не повинна перевищувати 36 годин;
5. якщо в 2 семестрі є години лекційних занять, то іспит або курсова робота з даної дисципліни повинні бути так само у 2 семестрі за умови їх існування;
6. якщо лекційні заняття ведуться тільки в 2 семестрі, то всі лабораторні та практичні заняття теж повинні бути тільки в другому семестрі;
7. обмеження на загальну кількість лекційних, практичних та лабораторних годинників кожного типу для кожної дисципліни згідно з навчальним планом;
8. обмеження на загальну кількість іспитів, заліків і курсової роботи для кожної дисципліни згідно з навчальним планом.

Система обмежень, що формалізують структуру навчального плану, і одна з цільових функцій, що характеризує певний критерій управління, складають задачу лінійного цілочисельного програмування, рішення якої дозволяє оптимізувати використання наявного аудиторного фонду. Впровадження автоматизованої системи підтримки прийняття рішень розподілу аудиторного фонду дозволить значною мірою скоротити частину економічних витрат (шляхом виявлення нераціонально використовуваних аудиторій і вибору оптимального коефіцієнта змінності), а так само ефективно управляти розподілом аудиторного фонду внаслідок рекомендацій.

Вдосконалення процесу підготовки фахівців та ефективне використання творчого потенціалу професорсько-викладацького складу університету створення інтегрованих комп'ютерних систем управління навчальним процесом. Важливе значення в цьому отримує комп'ютеризація складання розкладів занять, що зумовлено необхідністю в оперативному і раціональному складанні розкладів занять у навчальному комплексі з урахуванням динаміки його розвитку і засобів організації навчання. Сучасна автоматизація складання розкладів занять в основному базується на використанні класичних методів, які спираються на точні математичні моделі. Однак, дуже важко побудувати таку математичну модель, яка

б враховувала лінгвістичний і нечіткий характер даних, вимог і побажань. Будь-які спроби спрощення математичної моделі призводять до отримання неадекватного результату. Таким чином, рішення задачі складання розкладів занять у навчальному комплексі з допомогою існуючих засобів виявляється неможливим в наслідок неструктурованості, великої розмірності, присутності нечітких кількісних і якісних даних і необхідністю явно використовувати знання експертів про особливості конкретного навчального комплексу.[38]

**Висновки до розділу 2.** Світовий досвід формування університетської системи показав деяку різницю. Проаналізувавши всі існуючі, можна зробити висновок щодо різного підходу навіть у формуванні оціночної та виховної системи.

Проведено аналіз існуючої форми аудиторного завантаження та приклад розрахунку деяких її аспектів для створення функції моделі оптимізації потоків, завдяки якому і можна виконувати розрахунки щодо майбутнього завантаження аудиторного фонду. Використання комплексу математичних моделей дозволяє робити розрахунки для прогнозування діяльності багатьох університетських систем та відворювати реальні показники, які будуть у майбутньому.

Проаналізовано важелі управління аудиторного фонду, за допомогою яких можна сформулювати бачення існуючої проблеми щодо формування аудиторного фонду. Створення однієї централізованої системи для аналізу існуючих показників університетських систем – є головною метою для коретного використання прогнозування майбутнього стану ВНЗ.

### **РОЗДІЛ 3. Розробка прогнозової моделі завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти**

#### **3.1. Огляд основних методик прогнозування майбутнього стану об'єкта**

У загальному понятті прогнозування є процесом визначення майбутнього на підставі вихідних параметрів (досвіду, виявлених закономірностей, тенденцій, зв'язків, можливих перспектив і т. п.). На науковій основі прогнозування використовується в самих різних областях життєдіяльності людини: економіці, соціології, демографії, політології, метеорології, генетики та багатьох інших.

Найбільш показовим прикладом використання прогнозування в повсякденному житті людини є звичний всім щоденний прогноз погоди.

Основна класифікація методів прогнозування зазвичай здійснюється за такими ознаками: За ступенем формалізації:

- інтуїтивні (евристичні) методи, які використовуються при складно прогнозованих завдань із застосуванням експертних оцінок (інтерв'ю, метод сценаріїв, метод "Дельфі", мозковий штурм тощо);
- формалізовані методи, які переважно мають на увазі більш точний математичний розрахунок (метод екстраполяції, метод найменших квадратів і т. п., а також різні методи моделювання).

За характером прогностичного процесу:

- якісні методи, що базуються на експертних оцінках та аналітики;
- кількісні методи, що базуються на математичних методах;
- комбіновані методи, які включають (синтезуючі елементи як якісних, так і кількісних методик).

За способом отримання і обробки інформаційних даних:

- статистичні методи, які передбачають використання для обробки інформаційних даних кількісних (динамічних) структурних закономірностей;
- методи аналогій, які базуються на логічних висновках про схожість закономірностей розвитку різних процесів;
- випереджаючі методи, що характеризуються здатністю побудови прогнозів на основі новітніх тенденцій і закономірностей розвитку досліджуваного об'єкта.

[39]

Також всю сукупність даних методів можна умовно розділити на загальні методи прогнозування і спеціалізовані методи. До загальних методів можна віднести ті, які охоплюють широкий спектр вирішення прогностичних завдань в різних сферах життєдіяльності. Прикладом таких прогнозів можуть служити експертні оцінки в різних областях. З іншого боку, існують методи, орієнтовані лише на певну сферу діяльності, як, наприклад, балансовий метод одержав поширення в економічній сфері і орієнтований на інформацію бухгалтерського обліку.



Як вже зазначалося, в прогнозуванні на даний момент існує безліч методів. До основних методів прогнозування можна віднести ті, які отримали на даний момент найбільше поширення і застосування в різних областях.

- **Метод експертних оцінок.** Оскільки при вирішенні багатьох прогнозних завдань часто недостатньо достовірних формалізованих, у тому числі математичних, даних, цей метод є досить популярним. Він ґрунтується на професійній думці досвідчених експертів і фахівців у різних сферах з подальшою обробкою та аналізом проведених опитувань.
- **Метод екстраполяції** використовується при стабільній системній динаміці різних процесів, коли тенденції розвитку зберігаються в довгостроковому періоді і існує можливість їх проектування на майбутні результати. Також даний метод використовується для об'єктів однієї сфери діяльності зі схожими параметрами, припускаючи, що вплив тих чи інших процесів на один об'єкт, що викликали певні наслідки викликають аналогічні результати і в інших подібних об'єктах. Таке прогнозування ще називають методом аналогій.
- **Метод моделювання.** Розробка моделей здійснюється на основі оцінки даних про певні об'єкти або системи, їх елементи і процеси з подальшими експериментальними апробаціями побудованої моделі і внесенням до неї необхідних коригувань. На даний момент методи прогнозного моделювання мають найбільш широкий спектр застосування в різних областях від біології до соціально-економічної сфери. Особливо можливості цієї методики розкрилися з появою сучасних комп'ютерних технологій.
- **Нормативний метод** також є одним з основних методів. Він має на увазі підхід до складання прогнозів, орієнтованих на конкретні цілі і завдання, що формулюються суб'єктом прогнозування з установкою певних нормативних значень. Метод сценаріїв набув поширення при розробці управлінських рішень, що дозволяють оцінити імовірнісний розвиток подій і можливі результати. Тобто цей метод має на увазі аналіз ситуації з подальшим визначенням ймовірних тенденцій її розвитку під впливом прийняття тих чи інших управлінських рішень. Методи Форсайта. Новітня методика, що включає цілий комплекс різних методів і прийомів, спрямованих не тільки на аналіз та прогноз майбутнього, але і на його формування.

Одними з головних методів складання прогнозів є статистичні методи. Розроблені такими методами прогнози можуть бути найбільш точними за умови повноти і достовірності вихідних інформаційних даних для аналізу необхідних кількісних і напівкількісних характеристик об'єктів прогнозування. Дані методи є формою

математичних прийомів прогнозування, що дають можливість будувати перспективні динамічні ряди. Статистичні методи прогнозування включають:

1. дослідження і застосування сучасної математико-статистичної методики побудови прогнозів на основі об'єктивних даних;
2. теоретико-практичні дослідження в області ймовірно-статистичного моделювання експертних методів прогнозування;
3. теоретико-практичні дослідження прогнозування в ризиковій середовищі, а також комбінованих методів симбіозу економіко-математичних та економетричних (у тому числі формалізованих і експертних) моделей. [40]

У методичному плані основним інструментом будь-якого прогнозу є схема екстраполяції. Розрізняють формальну і прогнозну екстраполяцію. Формальна базується на припущенні про збереження в майбутньому минулих і справжніх тенденцій розвитку об'єкта прогнозу. При прогнозній екстраполяції фактичний розвиток ув'язується з гіпотезами про динаміку досліджуваного процесу з урахуванням в перспективі його фізичної і логічної сутності. Основу екстраполяційних методів прогнозування становить вивчення часових рядів, що представляють собою впорядковані в часі набори вимірювань тих чи інших характеристик досліджуваного об'єкта, процесу. Часовий ряд  $t$  у може бути представлений в наступному вигляді:

$$y_t = x_t + S + C + \varepsilon_t$$

де  $x_t$  - детермінована не випадкова компонента процесу (тренд);  $S$  - сезонна складова;  $C$  - циклічна складова;  $\varepsilon_t$  - стохастична компонента процесу. Якщо детермінована компонента (тренд)  $x_t$  характеризує існуючу динаміку розвитку процесу в цілому, то стохастична компонента  $\varepsilon_t$  відображає випадкові коливання або шуми процесу. Обидві складові процесу визначаються будь-яким функціональним механізмом, що характеризує їх поведінку в часі. Завдання прогнозу полягає у визначенні виду екстраполюючих функцій  $x_t$ , сезонної і циклічної складової, і  $\varepsilon_t$  на основі вихідних емпіричних даних. Першим етапом екстраполяції тренда є вибір оптимального виду функції, яка описує емпіричний ряд. Для цього проводяться попередня обробка і перетворення вихідних даних з метою полегшення вибору виду тренда шляхом згладжування і вирівнювання

часового ряду, визначення функцій диференціального зростання, а також формального і логічного аналізу особливостей процесу. Наступним етапом є розрахунок параметрів обраної екстраполяційної функції. Найбільш поширеними методами оцінки параметрів залежностей є метод найменших квадратів і його модифікації, метод експоненціального згладжування, метод імовірнісного моделювання та метод адаптивного згладжування.

Суть методу найменших квадратів полягає в знаходженні параметрів моделі тренду, що мінімізують її відхилення від точок вихідного часового ряду, тобто:

$$S = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2 \rightarrow \min \quad (3.1)$$

Де,  $\hat{y}_i$  - розрахункові значення вихідного ряду;  $y_i$  - фактичні значення вихідного ряду;  $n$  - число спостережень. Якщо модель тренда представити у вигляді:

$$\hat{y} = f(x_i; a_1, a_2, \dots, a_k, t) \quad (3.2)$$

Де,  $a_1, a_2, \dots, a_k$  - параметри моделі;  $t$  - час;  $x_i$  - незалежні змінні, для того, щоб знайти параметри моделі, що задовольняють умові, необхідно прирівняти нулю перші похідні величини  $S$  по кожному з коефіцієнтів  $a_j$ . Вирішуючи отриману систему рівнянь з  $k$  невідомими, знаходимо значення коефіцієнтів  $a_j$ .

Використання процедури оцінки, заснованої на методі найменших квадратів, передбачає обов'язкове задоволення цілого ряду передумов, невиконання яких може призвести до значних помилок. [41]

1. Випадкові помилки мають нульову середню, кінцеві дисперсії і коваріації.
2. Кожен вимір випадкової помилки характеризується нульовим середнім, не залежних від значень спостережуваних змінних.
3. Дисперсії кожної випадкової помилки однакові, їх величини незалежні від значень спостережуваних змінних (гомоскедастичність).
4. Відсутність автокореляції помилок, тобто значення помилок різних спостережень незалежні один від одного.
5. Нормальність. Випадкові помилки мають нормальний розподіл.

6. Значення ендогенної змінної  $x$  вільні від помилок вимірювання і мають кінцеві середні значення і дисперсії.[42]

Особливо широко застосовується лінійна, або лінеарізуемая, тобто зводиться до лінійної, форма як найбільш проста і в достатній мірі задовольняє вихідними даними. Вибір моделі в кожному конкретному випадку здійснюється за цілою низкою статистичних критеріїв, наприклад по дисперсії, кореляційному відношенню та ін. Слід зазначити, що названі критерії є критеріями апроксимації, а не прогнозу. Однак, беручи до уваги прийняту гіпотезу про стійкість процесу в майбутньому, можна припускати, що в цих умовах модель, найбільш вдала для апроксимації, буде найкращою і для прогнозу.

Досить ефективним і надійним методом прогнозування являється експоненціальне згладжування. Основні переваги методу полягають в можливості обліку ваг вихідної інформації, в простоті обчислювальних операцій, в гнучкості опису різних динамік процесів.[44] Метод експоненціального згладжування дає можливість отримати оцінку параметрів тренда, що характеризують не середній рівень процесу, а тенденцію, що склалася до моменту останнього спостереження. Найбільше застосування метод знайшов для реалізації середньострокових прогнозів. Для методу експоненціального згладжування основним і найбільш важким моментом є вибір параметра згладжування  $\alpha$ , початкових умов і ступеня прогнозує полінома. Нехай вихідний динамічний ряд описується рівнянням:

$$y_t = a_0 + a_1 t + \frac{a_2}{2} t^2 + \dots + \frac{a_p}{p!} t^p + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

Метод експоненційного згладжування, який є узагальненням методу ковзного середнього, дозволяє побудувати такий опис процесу, при якому більш пізнім спостереженням надаються великі ваги порівняно з ранніми спостереженнями, причому ваги спостережень убивають по експоненті. Жорсткі статистичні пропозиції про властивості часових рядів обмежують можливості методів математичної статистики, теорії розпізнавання образів, теорії випадкових процесів і т. п. Справа в тому, що багато реальні процеси не можуть бути адекватно описані з допомогою традиційних статистичних моделей, оскільки, по

суті, є суттєво нелінійними, і мають або хаотичну, або квазіперіодичну, або змішану (стохастика + хаос динаміка+детермінізм) основу.

В даній ситуації адекватним апаратом для рішення задач діагностики та прогнозування можуть служити спеціальні штучні мережі реалізують ідеї передбачення і класифікації при наявності навчальних послідовностей, як досить перспективні, слід зазначити радіально - базисні структури, які відрізняються високою швидкістю навчання та універсальними апроксимуючими можливостями.[45]

В його основі нейроінтелекта лежить нейронна організація штучних систем, яка має біологічні передумови. Здатність біологічних систем до навчання, самоорганізації та адаптації має велику перевагу в порівнянні з сучасним обчислювальними системами. Перші кроки в області штучних нейронних мереж зробили в 1943 р. В. Мак-Калох і Ст. Пітс. Вони показали, що за допомогою порогових нейронних елементів можна реалізувати обчислення будь-яких логічних функцій. У 1949 р. Хебб запропонував правило навчання, яке стало математичною основою для навчання ряду нейронних мереж. У 1957-1962 рр .. Ф. Розенблатт запропонував і досліджував модель нейронної мережі, яку він назвав перцептроном. У 1959 Р. В. Відроу і М. Хофф запропонували процедуру навчання для лінійного адаптивного елемента-ADALINE. Процедура навчання отримала назву "дельта правило". У 1969 Р. М. Мінський і С. Пайперт опублікували монографію "перцептрони", в якій був даний математичний аналіз перцептрону, і показані обмеження, що присів йому. У 80-ті роки значно розширюються дослідження в області нейронних мереж. Д. Хопфілд в 1982 р дав аналіз сталого нейронних мереж зі зворотними зв'язками і запропонував використовувати їх для рішень завдань оптимізації. Т. Кохонен розробив і досліджував самоорганізовані нейронні мережі. Ряд авторів запропонував алгоритм зворотного поширення помилки, який став потужним засобом для навчання багатослойових нейронних мереж. В даний час розроблено велику кількість нейросистем, що застосовуються в різних областях: прогнозуванні, управлінні, діагностиці в медицині і техніці, розпізнаванні образів і т. д.

Нейронна мережа-сукупність нейронних елементів і зв'язків між ними. Основний елемент нейронної мережі - це формальний нейрон, який здійснює операцію нелінійного перетворення суми творів вхідних сигналів на вагові коефіцієнти:

$$y = F(\sum_{i=1}^n w_i x_i)F(WX) \quad (3.4)$$

Де,  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ , - вектор вхідного сигналу;  $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  - ваговий вектор;  $F$ - оператор нелінійного перетворення. Для навчання мережі використовуються різні алгоритми навчання та їх модифікації. Дуже важко визначити, який навчальний алгоритм буде найшвидшим при рішенні тієї чи іншої задачі. Найбільший інтерес для нас представляє алгоритм зворотного поширення помилки, так як є ефективним засобом для навчання багатослойових нейронних мереж прямого поширення. Алгоритм мінімізує середньоквадратичну помилку нейронної мережі. Для цього з метою налаштування синаптичних зв'язків використовується метод градієнтного спуску в просторі вагових коефіцієнтів і порогів нейронної мережі. Слід зазначити, що для налаштування синаптичних зв'язків мережі використовується не тільки метод градієнтного спуску, але і методи пов'язаних градієнтів, Ньютона, квазіньютонівський метод. Для прискорення процедури навчання замість постійного кроку навчання запропоновано використовувати адаптивний крок навчання ( $t$ ). [48] Алгоритм з адаптивним кроком навчання працює в 4 рази швидше. На кожному етапі навчання мережі він вибирається таким, щоб мінімізувати середньоквадратичну помилку мережі.

Для прогнозуючих систем на базі НС найкращі якості показує гетерогенна мережа, що складається з прихованих слоїв з нелінійною функцією активації нейронних елементів та лінійного нейрона. Недоліком більшості розглянутих нелінійних функцій активації є те, що область вихідних значень їх обмежена відрізком  $[0,1]$  або  $[-1,1]$ . Це призводить до необов'язковості масштабування даних, якщо вони не належать вищенаведеним діапазнам значень. У роботі запропоновано використовувати логарифмічну функцію активації для вирішення

завдань прогнозування, яка дозволяє отримати прогноз значно точніше, ніж при використанні сигмоїдної функції.

Аналіз різних типів НС показав, що НС може вирішувати задачі додавання, віднімання десяткових чисел, задачі лінійного авторегресивного аналізу та прогнозування часових рядів з використанням методу «ковзного вікна». Проведений аналіз багатослойових нейронних мереж і алгоритмів їх навчання дозволив виявити ряд недоліків і виникаючих проблем:

- 1.Невизначеність у виборі числа слоїв і кількості нейронних елементів в слої;
- 2.Повільна збіжність градієнтного методу з постійним кроком навчання;
- 3.Складність вибору відповідної швидкості навчання . Так як маленька швидкість навчання призводить до скочування НС в локальний мінімум, а велика швидкість навчання може призвести до пропуску глобального мінімуму і зробити процес навчання розбіжним;
- 4.Неможливість визначення точок локального і глобального мінімуму, так як градієнтний метод їх не розрізняє;
- 5.Вплив випадкової ініціалізації вагових коефіцієнтів НС на пошук мінімуму функції середньоквадратичної помилки.

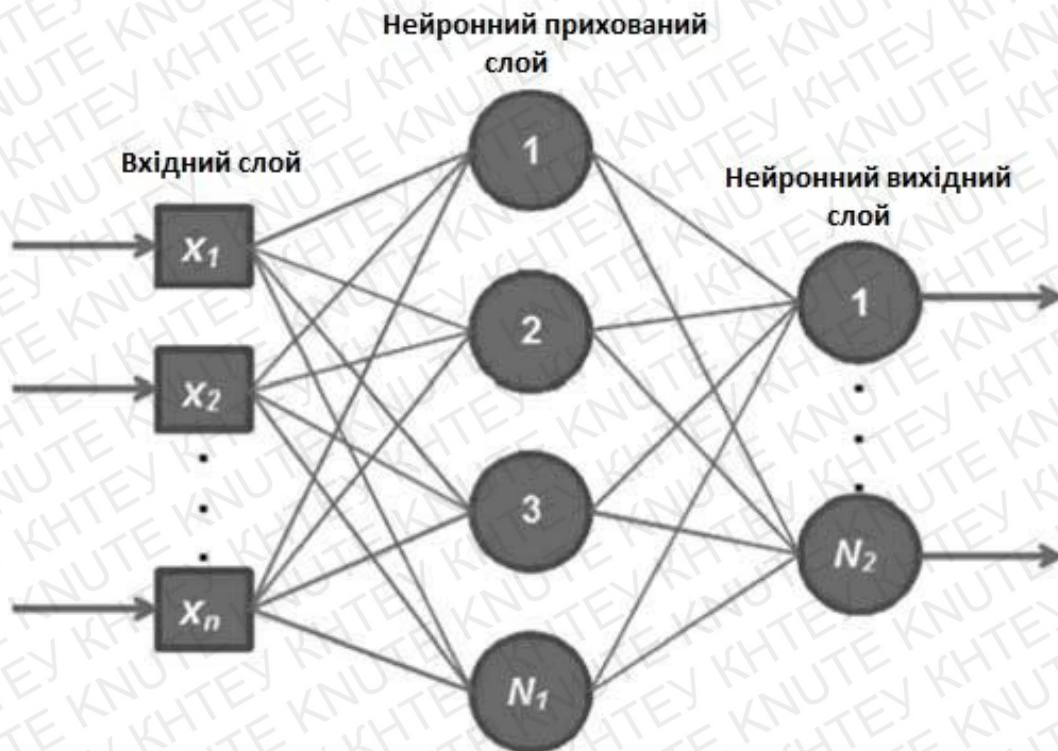


Рис. 3.1. – Нейронна структура

Велику роль для ефективності навчання мережі відіграє архітектура НС. За допомогою трислойової НС можна апроксимувати будь-яку функцію зі як завгодно заданою точністю. Точність визначається числом нейронів в прихованому слої, але при занадто великій розмірності прихованого слою може наступити явище, зване перетреновкою мережі. Для усунення цього недоліку необхідно, щоб число нейронів у проміжному слої було значно менше, ніж число тренувальних образів. З іншого боку, при занадто маленькій розмірності прихованого слою можна потрапити в небажаний локальний мінімум. Вперше ідея використання генетичних алгоритмів для навчання (machine learning) була запропонована в 1970-е роки. У другій половині 1980-х до цієї ідеї повернулися у зв'язку з навчанням нейронних мереж. Вони дозволяють вирішувати задачі прогнозування (в останній час найбільш широко генетичні алгоритми навчання використовуються для банківських прогнозів), класифікації, пошуку оптимальних варіантів, і абсолютно незамінний в тих випадках, коли в звичайних умовах рішення задачі ґрунтується на інтуїції чи досвіді, а не на суворому (в



математичному сенсі) її опису. Використання механізмів генетичної еволюції для навчання нейронних мереж здається природним, оскільки моделі нейронних мереж розробляються за аналогією з мозком і реалізують деякі його особливості, що з'явилися в результаті біологічної еволюції. Основні компоненти генетичних алгоритмів – це стратегії репродукцій, мутацій і відбір "індивідуальних" нейронних мереж (за аналогією з відбором індивідуальних особин).[49]

Важливим недоліком генетичних алгоритмів є складність для розуміння і програмної реалізації. Однак перевагою є ефективність в пошуку глобальних мінімумів адаптивних рельєфів, так як в них досліджуються великі області допустимих значень параметрів нейронних мереж. Інша причина того, що генетичні алгоритми не застряють в локальних мінімумах – випадкові мутації, які аналогічні температурних флуктуацій методу імітації відпалу. Є вказівки на досить високу швидкість навчання при використанні генетичних алгоритмів. Хоча швидкість збіжності градієнтних алгоритмів в середньому вище, ніж генетичних алгоритмів.

Генетичні алгоритми дають можливість оперувати дискретними значеннями параметрів нейронних мереж. Це спрощує розробку цифрових апаратних реалізацій нейронних мереж. При навчанні на комп'ютері нейронних мереж, не орієнтованих на апаратну реалізацію, можливість використання дискретних значень параметрів в деяких випадках може призводити до скорочення загального часу навчання. В рамках «генетичного» підходу останнім часом розроблені чисельні алгоритми навчання нейронних мереж, що розрізняються способами представлення даних нейронної мережі в "хромосоми", стратегіями репродукції, мутацій, відбору. Проблеми і недоліки методів, реалізованих на базі нейронних мереж. Проблеми невизначеності у виборі числа слоїв і кількості нейронних елементів у слою, повільна збіжність градієнтного методу з постійним кроком навчання, складність вибору оптимальної швидкості навчання, вплив випадкової ініціалізації вагових коефіцієнтів НС на пошук мінімуму функції середньоквадратичної помилки. Одна з найбільш серйозних труднощів при навчанні – це явище перенавчання. Крім того, використання немасштабованих

даних може призвести до» паралічу мережі. Проблеми та недоліки методів, реалізованих на базі генетичних алгоритмів - це проблема кодування інформації, що міститься в моделі нейронної мережі, а також складність розуміння та програмної реалізації. При побудові реальних прогнозів завжди необхідно враховувати не тільки специфічні особливості застосовуваних методів, але і їх обмеження і недоліки.

### 3.2. Технології Data Mining у прогнозуванні завантаженості аудиторного фонду закладів вищої освіти

Data Mining -це процес вилучення корисної інформації та патернів з величезних обсягів даних. Data Mining даних включає в себе збір, вилучення, аналіз і статистику даних. Він також відомий як процес виявлення знань, інтелектуальний аналіз даних або аналіз даних/ шаблонів. Data Mining -це логічний процес пошуку корисної інформації для отримання корисних даних. Як тільки інформація і закономірності знайдені, її можна використовувати для прийняття рішень з розвитку бізнесу. Інструменти інтелектуального аналізу даних можуть дати відповіді на різні питання, пов'язані з вашим бізнесом, які було дуже важко вирішити. Вони також прогнозують майбутні тенденції, що дозволяє приймати активні рішення.

Процес Data Mining включає декілька окремих компонентів, які відповідають різним потребам.

1. Попереднє оброблення. Перед застосуванням алгоритмів інтелектуального аналізу даних необхідно створити цільовий набір даних. Одним із загальних джерел даних є ринок або сховище даних. Для аналізу наборів даних необхідно виконати попередню обробку.
2. Очищення і підготовка даних. Цільовий набір даних повинен бути очищений і підготовлений іншим чином, щоб видалити "шум", усунути пропущені значення, відфільтрувати зовнішні точки даних (для виявлення аномалій), видалити помилки або виконати подальше дослідження, створити правила сегментації та виконати інші функції, пов'язані з підготовкою даних.

3. Вивчення правил асоціації (також відомий як аналіз кошика ринку). Ці інструменти виконують пошук взаємозв'язків між змінними у наборі даних, наприклад, визначають, які продукти в магазині часто купуються разом.
4. Кластеризація. Ця функція інтелектуального аналізу даних використовується для виявлення груп і структур в наборах даних, які так чи інакше схожі один на одного, без використання відомих структур в даних.
5. Класифікація. Кошти, виконують класифікацію, узагальнюють відомі структури для застосування до нових точок даних, наприклад, коли поштове додаток намагається класифікувати повідомлення як допустиму пошту або спам.
6. Регресія. Цей метод інтелектуального аналізу даних використовується для прогнозування діапазони числових значень, таких як продажі, вартість житла, температура або ціни при завданні певного набору даних.
7. Підсумовування. Цей метод забезпечує компактне представлення набору даних, включаючи візуалізацію та створення звітів

Моделі представлення даних:

- Асоціативні
- Дерев'я рішень
- Кластери
- Математичні функції.



Рис. 3.2 – Процес Data Mining

Якщо розглянути питання формування навчального навантаження викладачів кафедр з точки зору інформаційних технологій, то даний процес являє собою ні що інше, як сукупність задач збору, зберігання, обробки та використання інформації про факультети, кафедри, викладачів, напрями підготовки, навчальних планах, а також алгоритмів розрахунку планової навантаження кафедр на підставі цієї інформації з урахуванням затверджених норм часу. Протягом довгого часу дана проблема вирішувалася за допомогою ручних технологій обліку. Потім почали використовувати офісне програмне забезпечення. Це дозволило дещо автоматизувати процес, але все одно не призвело до принципіальним изменениям в ручній технології планирования и учета выполнения нагрузки аудиторного фонда. В даний час інформаційні технології дають користувачам великі можливості, які дозволяють повністю автоматизувати процеси планування та обліку фактичного навантаження на аудиторії, а також відкривають перспективи не тільки для отримання потрібної інформації для подальшої роботи, але і створюють принципово нові можливості для аналізу накопичених в базі даних відомостей.

Розглянемо процес формування навантаження аудиторій в КНЕУ ім. В. Гетьмана. Починаючи з 2015 року, для розрахунку планової навантаженості аудиторій в університеті використовується платформа «1С: Підприємство: Управління Освітнім Закладом». Вона дозволила повністю автоматизувати процес, а також дала можливість зберігати великий обсяг інформації і отримувати її в зручному для користувачів вигляді. Крім того, є можливість надання адміністрації доступу до навантаження по всім кафедрам, що дуже важливо для проведення подальшого аналізу даних. Основна частина робіт ведеться в модулях "навчальне планування",» навантаження «і»розклад". У формуванні навантаження беруть участь представники факультетів і кафедр університету. Складність роботи полягає в коректному введенні великого об'єму вихідних даних, а саме: завантаження базових навчальних планів, коригування вже наявних в системі базових навчальних планів у зв'язку зі змінами в освітньому процесі, складання модульних графіків навчального процесу і модульних тижневих сіток на

поточний навчальний рік, формуванні груп на поточний навчальний рік і коригування їх чисельності, закріплення базових навчальних планів за групами, формування потоків на кожну з дисциплін модульного графіка або немодульної навчанням сітки для відповідної групи і так далі. Окрім представників факультетів та кафедр, у роботі бере участь Навчально-методичне управління університету, яке перевіряє правильність формування цієї інформації. Такий підхід дозволяє уникнути серйозних помилок у вихідній інформації і, як наслідок, помилок у плануванні навчального процесу.

Одним з головних аспектів раціонально правильного використання завантаження аудиторного фонду є планування завантженості викладачів. Планування навантаження викладачів - важливий процес. Але не менш важливою є подальша робота з цими накопиченими даними. Інформацію необхідно аналізувати, щоб робити певні висновки і приймати на їх основі рішення, так як від цього залежить правильність побудови навчального процесу, що, в свою чергу, впливає на якість освіти в Університеті. Крім того, аналіз навантаження є одним з ключових інструментів забезпечення ефективного управління ВНЗ, який може надати неоціненну допомогу при прийнятті важливих управлінських рішень, в тому числі по структурі університету і по управлінню персоналом.

Наприклад, одним із завдань, яке стоїть перед університетом в даний час, є визначення чисельності науково-педагогічних працівників. З одного боку, якщо їх буде недостатньо, це ускладнить виконання основної роботи і знизить якість підготовки фахівців. З іншого боку, надлишкова чисельність веде до додаткових витрат, що, в умовах обмеженого фінансування, вимагає скорочення витрат за іншими статтями. Проблема проведення такого аналізу полягає в тому, що обсяг інформації досить великий, а в зв'язку з приєднанням до університету інших ВНЗ (наприклад, як в КНТЕУ), кількість інформації зростає і проблема стане ще гострішою. Крім того, обсяг даних з кожним роком буде збільшуватися за рахунок зберігання історичної інформації. Аналіз такого багатовимірного масиву в динаміці дозволить виявляти і простежувати різні тенденції в роботі не тільки кафедр, а й окремих викладачів університету.

Відповідно, виникає питання: «Яким чином можна проаналізувати отриману інформацію?». Використання тільки методів математичної статистики буде недостатнім, так як обсяг даних величезний і складно витягти з нього будь-яку інформацію для класичної обробки. Крім того, аналітик, який буде проводити таку роботу, повинен вільно володіти сучасними інформаційними технологіями, знати всі тонкощі роботи.

Технологія Data Mining є ключем до вирішення проблеми. Вона зародилася на стику математичних методів і інформаційних технологій, відноситься до таких технологій, які переробляють інформацію з метою виявлення прихованих закономірностей, взаємозв'язків, які неможливо виявити за допомогою стандартних методів обробки інформації. Крім того, дана технологія справляється із завданням формулювання гіпотез. Це є однією з особливостей Data Mining, так як традиційні методи аналізу даних орієнтовані на перевірку вже заздалегідь сформульованих гіпотез. Застосування даної технології дозволяє групувати інформацію за певними ознаками, об'єднувати об'єкти в кластери, знаходити закономірності між зв'язаними подіями в наборі даних, знаходити часові закономірності, прогнозувати дані або відновлювати пропущену інформацію, а також представляти результати аналізу з допомогою графічних методів, що допомагає виявляти наявність закономірностей в даних. Технологія Data Mining покликана вирішити протиріччя між великими обсягами інформації, що накопичується у ВНЗ педагогічної та аудиторної навантаженості за тривалі періоди часу, і обмеженими можливостями фахівців. Результатом застосування такої технології будуть класифікаційні правила, виділені кластери, емпіричні моделі, що зможе при правильному аналізі стати основою для прийняття рішень і прогнозування майбутніх подій.

Розробивши методику застосування технології Data Mining для аналізу навантаження аудиторного фонду ВНЗ, можна знайти шляхи вирішення багатьох проблем, які виникають при управлінні ВНЗ. Виходячи з вищевикладеного, можна виділити основні завдання, які необхідно вирішити для застосування технології Data Mining:

1. Вивчити діючий порядок обліку навантаження аудиторій. Потрібно зрозуміти, яким чином дані формуються, визначити фактори, які впливають на них.
2. Вивчити роботу інформаційної системи (ІС). Це важливо, так як необхідно зрозуміти, яким чином дані накопичуються в ІС, в якому вигляді вони зберігаються і як їх можна буде отримати для подальшої роботи.
3. Продумати, у якому форматі інформація знадобиться для проведення аналізу, і розробити засоби імпорту даних з ІС в потрібному вигляді.
4. Провести очищення даних. Відомо, що вихідні дані рідко бувають відразу придатними для аналізу. Часто вони містять значення, які сильно відхиляються від основного масиву. У статистиці вони називаються ексцесами, засміченнями або грубими помилками. Подібні «засмічення» спотворюють структуру сукупності, вносять зміщення в інтегральні параметри (середнє, дисперсія). Тому, перш ніж приступити до аналізу отриманих даних, необхідно виявити і усунути всілякі відхилення.
5. Визначити, які фактори будуть ключовими для аналізу. Можна спробувати побудувати гіпотези, а в подальшому перевірити, наскільки вони вірні.
6. Завершальним етапом буде проведення самого аналізу, в результаті якого буде випробувана методика використання Data Mining для аналізу великих масивів даних аудиторного навантаження. [50]

Технологія Data Mining має в своєму арсеналі величезну кількість методів, які були преведені у приклад раніше та використання яких, у цьому типі задачі не являє собою головною метою для використання у знаходження оптимального рішення, тому за допомогою цілісного аналізу можна зробити висновок, щодо вірного та коректного використання методик. Рішення цих завдань являє собою сам процес аналізу вихідних даних з метою вилучення з них корисної інформації: знаходження закономірностей, зв'язків, побудова прогнозів. Розглянемо ці завдання з точки зору застосування їх до досягнення поставленої мети. Крім того, можна розбити на групи викладацький склад, як окремої кафедри, так і всього Університету в цілому, розглядаючи такі ознаки, як орієнтованість співробітників на наукову діяльність, на освітню діяльність, з урахуванням посади працівників,

віку, структури навантаження. Крім співробітників, розділити на кластери можна і контингент, визначаючи учнів в ту чи іншу групу за такими ознаками, як форма навчання, рівень підготовки, курс. Такий поділ можна проводити як в рамках кожного факультету, так і в рамках всього Університету в цілому.

Проводячи аналіз розкладу навчальних занять, можна виявити, які дисципліни викладаються переважно в комп'ютерних класах, знайти кількість дисциплін, на які прийнято об'єднувати кілька груп для проведення лекцій, зрозуміти, на яких факультетах найбільше таких дисциплін. При проведенні внутрішнього аналізу аудиторного фонду закладу вищої освіти, виявити аудиторії якого виду є найбільш потрібними, які аудиторії переважно відводяться під іспити, побудувати залежність завантаженості аудиторій від часу, а також визначити, наскільки рівномірно розподілена завантаження аудиторій протягом дня. Але, як і в будь-якому іншому великому масиві реальних даних, проблема наявності викидів і пропущених значень залишається неминучою. Тому, насамперед, необхідно провести графічний аналіз вихідних даних і використовувати методи математичної статистики для виявлення грубих помилок, щоб результат дослідження був максимально точним.

Так, наприклад, для заповнення пропущених значень у масиві даних необхідно буде скористатися методами математичної статистики або лінійної інтерполяції. У технології Data Mining присутні завдання, спрямовані на пошук закономірностей. Так, наприклад, застосовуючи ці завдання до нашої вибірки, можна буде виявити закономірності в накопичених даних, знайти події, настання яких – процес не випадковий, а має причинно-наслідковий характер. До подібних подій можна віднести формування складу кафедр залежно від кількості закріплених дисциплін і структури навантаження. За допомогою накопичених даних можна виявити динаміку вибору студентами дисциплін за вибором, визначити, які дисципліни є найбільш затребуваними і цікавими для студентів і наскільки заповненість аудиторного фонду буде зростати в залежності від цього або навпаки зменшуватися. Визначити закономірність в постановці дисциплін того чи іншого циклу в певний семестр. Крім того, можна провести подібний



аналіз залежно від форми навчання, рівня підготовки аудиторій до тих чи інших дисциплін. Цікавою задачею є задача прогнозування. Так, наприклад, визначивши чинники, події, які впливають на формування навантаження, можна буде будувати прогнози на майбутній рік щодо навантаження, як на окремі кафедри, так і на заклад вищої освіти в цілому, завантаженості аудиторного фонду. Представити рішення багатьох завдань можна, використовуючи методи візуалізації, вбудовані в аналітичну платформу.

Створюючи графічні образи, можна наочно уявити групи об'єктів, схожих за певними ознаками. До таких об'єктів можна віднести, наприклад, кластери по кафедрах, викладачам, факультетах. Крім того, інструменти візуалізації дозволяє графічно представляти тимчасову тенденцію за кілька років в плановому навантаженні, а також помічати будь-які значні відхилення в ній.

Але все це можливо лише при існуванні однієї системи, як в деяких закладах вищої освіти. Недоречно використовувати ІС на період 2018го року, але це працює і цим користуються забуваючі про можливі альтернативи. Ці альтернативи можуть коштувати багато ресурсів університету, але дивлячись вперед – ІС систему неможливо вдосконалити, на відміну від веб-додатку. Систематизування всієї університетської бази є дуже складним завданням і його виконання потребує багато людських сил, тому що все це портувати на нову систему є дуже складною задачею.

### 3.3. Розробка прогнозної моделі завантаженості аудиторного фонду ВНЗ на прикладі КНТЕУ

Аналізуючи дані, до яких є доступ, я знайшов найраціональну систему для використання та кластеризації даних – Statistica 10. Statistica - це розширений аналітичний пакет програмного забезпечення, розроблений StatSoft, який був придбаний компанією Dell у березні 2014 року. У листопаді 2016 року компанія Dell продала декілька частин своєї групи програмного забезпечення, а компанії Francisco Partners та Elliott Management Corporation придбали Statistica в рамках придбання Quest Software від Dell. 15 травня 2017 року компанія TIBCO Software Inc. оголосила, що уклала угоду на придбання Statistica.

Statistica спочатку впливає з набору програмних пакетів та надбудов, які спочатку були розроблені в середині 1980-х років StatSoft.

Statistica 5.0 був випущений в 1995 році. Вона містила багато нових статистичних та графічних процедур, редактор виводу в текстовому процесорі (об'єднав таблиці та графіки) та вбудовану середовище розробки, що дозволило користувачеві легко спроектувати нові процедури (наприклад, через включену мову Statistica Basic) і інтегрувати їх із системою Statistica.

У 2001 році Statistica 6 базувався на архітектурі COM та включала багатопоточку та підтримку для розподілених обчислень. Statistica 9 була випущений в 2009 році, підтримуючи 32-бітні та 64-розрядні обчислення.

Statistica 10 був випущений у листопаді 2010 року. Цей реліз ознаменував подальшу оптимізацію продуктивності для 64-бітної архітектури процесора, а також технології багатопоточного взаємодії, інтеграцію з Microsoft Sharepoint, Microsoft Office 2010 та іншими програмами, можливість генерувати код Java та C #, а також інші удосконалення графічного інтерфейсу та ядра.

Локалізовані версії Statistica (включаючи цілу родину продуктів) доступні китайською мовою (як традиційною, так і спрощеною), чеською, англійською, французькою, німецькою, італійською, японською, польською, російською та іспанською мовами. Документація доступна на арабською, китайською, чеською, англійською, французькою, німецькою, угорською, італійською, японською, корейською, польською, португальською, російською, іспанською та іншими мовами.

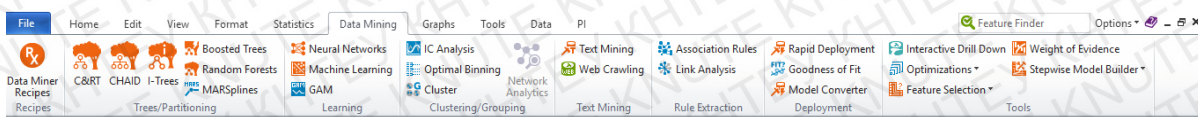


Рис. 3.2. – Панель Data Mining у програмі Statistica 10.

Так виглядає головна модель, якою здійснюється всі маніпуляції щодо Data Mining аналізу. Як бачимо, це є дуже зручним та інтерфейс, який схожий з Microsoft Office дозволяє виконувати різні розрахунки кожному з користувачів за допомогою «дружнього» інтерфейсу, який кожен добре знає.

Приклад розрахунків та прогнозування буде відбуватися за рахунок даних, які було отримано через Навчальний Відділ КНТЕУ, а саме факультетів ФЕМП. Формується кластер даних груп за декілька років навчання груп різних спеціальностей, вікно формування кластеру і вибірки даних виглядає так:

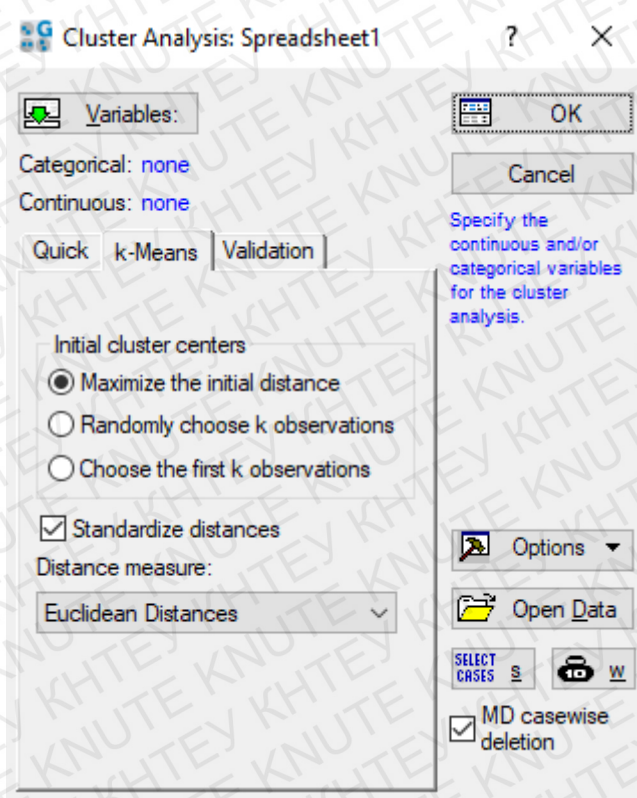


Рис. 3.3 – Вікно інструменту Cluster.

Як бачимо зверху, вибираємо потрібні нам дані зі стовпчика кількості студентів ФЕМП та формуємо групи. Кожен стовпчик – рік початку навчання групи (починаючи з 2016 року), кожен рядок – номер групи. Потім, після формування даних, переходимо на вікно інструментарію SANN. Воно виглядає:

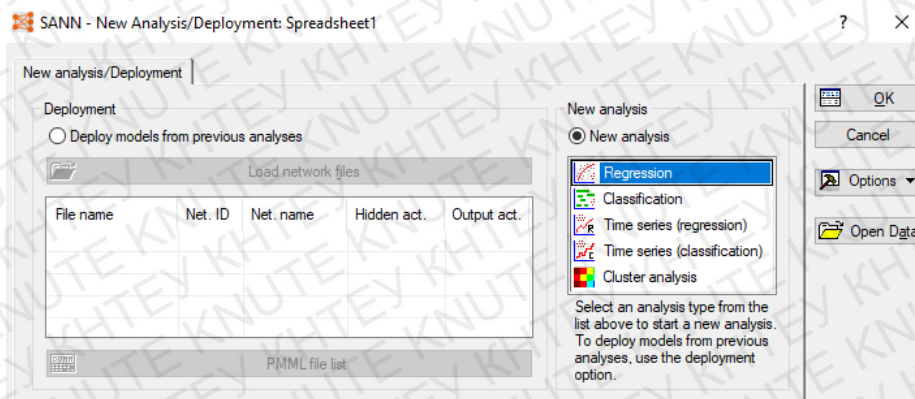


Рис. 3.4. – Інструмент SANN

Вибираємо тип аналізу та виконуємо завантаження. Також, маючи існуючий PMML-file можна створювати без попередньої систематизації даних аналіз. Так як ми не маємо таких даних ми формуємо побудову з самого початку с тими даними, які ми вже зазначали раніше. У наступній дії відкривається вікно для самого вибору даних (в нашому випадку це стовпчики років навчаення на факультеті та кількість груп, які досі не закінчили навчання у КНТЕУ):

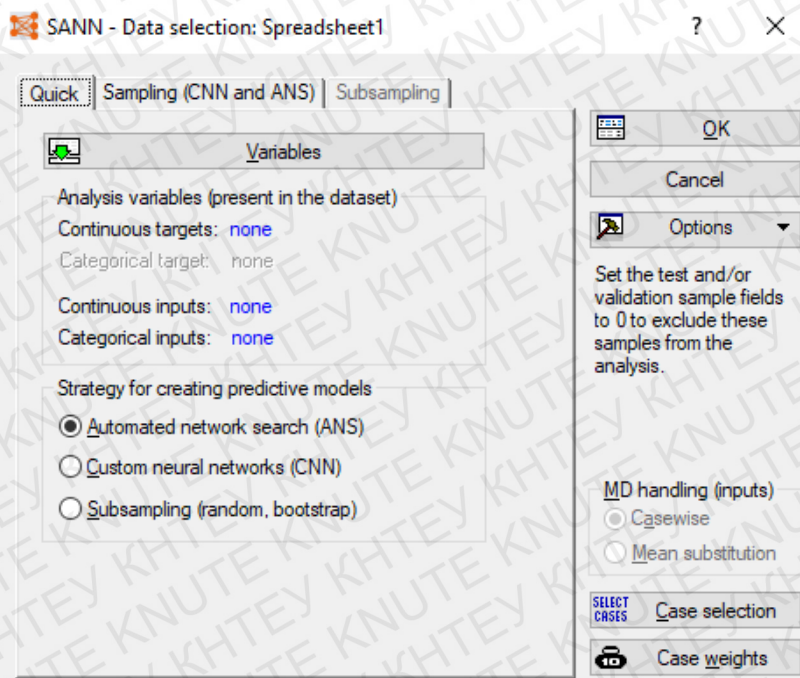


Рис. 3.5. – Параметри для даних в інструменті SANN

Після вибору даних проходить процес прогнозування завантаженості груп на факультеті:

Case name	Target	1. MLP 10.9.1	2. MLP 10.7.1	3. MLP 10.7.1	4. MLP 10.7.1	5. MLP 10.4.1
1	19.00000	17.41361	19.14251	19.25242	19.00043	18.32731
3	15.00000	18.56000	16.13676	19.85830	15.36451	19.99020
4	17.00000	19.92004	20.55765	20.61624	20.60719	20.54993
5	32.00000	30.72339	31.84267	31.72205	31.61526	30.71167
6	26.00000	24.85808	26.05933	25.21691	25.61352	25.21848
8	25.00000	22.73482	25.55608	22.41928	25.70039	21.88714
9	22.00000	21.83461	22.12406	20.14538	21.59462	20.81756
10	22.00000	23.72923	21.86833	23.30096	22.26912	23.33034
11	20.00000	19.22295	20.09903	20.41344	20.06785	19.31894
12	21.00000	20.74565	21.14578	20.19873	20.89203	20.61556
13	26.00000	26.59535	25.64392	27.50296	26.10354	26.40440
16	25.00000	19.92004	20.55765	20.61624	20.60719	20.54993

Рис. 3.6. – Результат прогнозування завантаженості

Аналіз формування завантаженості, який ми бачимо, не є точним і має можливі похибки через невелику кількість даних факультету ФЕМП та інших впливових даних КНТЕУ.

Процес Data Mining у цьому випадку є недоречним. Ми визначили майбутній «прилив» студентів на подальші роки, але низка показників невикористаних при аналізі може дати невірний прогноз. Використання Data Mining можливий при аналізі всіх існуючих даних щодо фондів університетської системи. У цьому випадку, формування даних проходило би через багатокількісні вибірки, аналіз існуючих даних за декілька років, використання асоціативних правил, проходження аналізу оптимальних варіантів по кожній системі даних, побудова «дерев» даних, ІС-аналіз та проведення правильної оптимізації даних, що дало б змогу побачити всі варіанти існуючих систем.

КНТЕУ має сформувати свою доцільну систему з урахуванням усіх існуючих даних для користування. Це є можливим лише через усунення існуючих локальних систем для реалізації в одній цілій формі. Так, наприклад, я сформував макет можливої форми, що може бути реалізована на офіційному сайті КНТЕУ. Це є веб-додатком до вже існуючого сайту, а саме, невеликої пошукової системи для зручності для завантаження аудиторії:

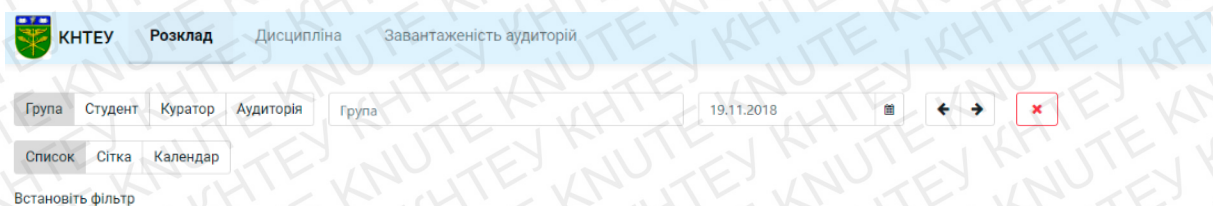


Рис. 3.7. – Макет додатку до офіційного сайту

Цей макет був створений за допомогою TypeScript, Angular та використання бібліотеки jQuery.

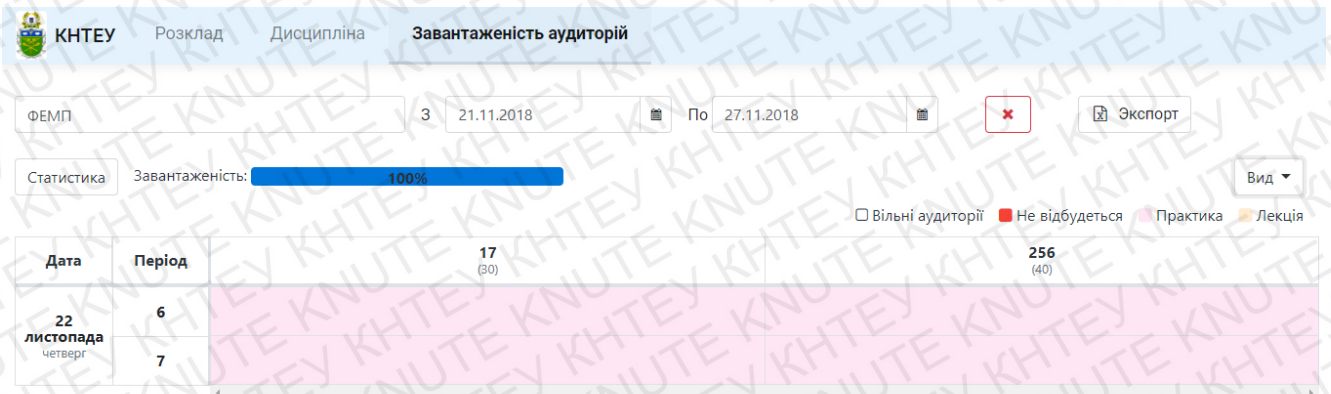


Рис. 3.8. – Завантаженість аудиторій ФЕМП

Відображається розклад факультету, є вибір дати з яких починається вибірка даних і по яку закінчується. В таблиці відображені: Дата, Період (номер пари) та номер аудиторії з її місткістю у дужках нижче, шкала відображення завантаженості та можливість подивитися статистику. Вікно статистики виглядає так:

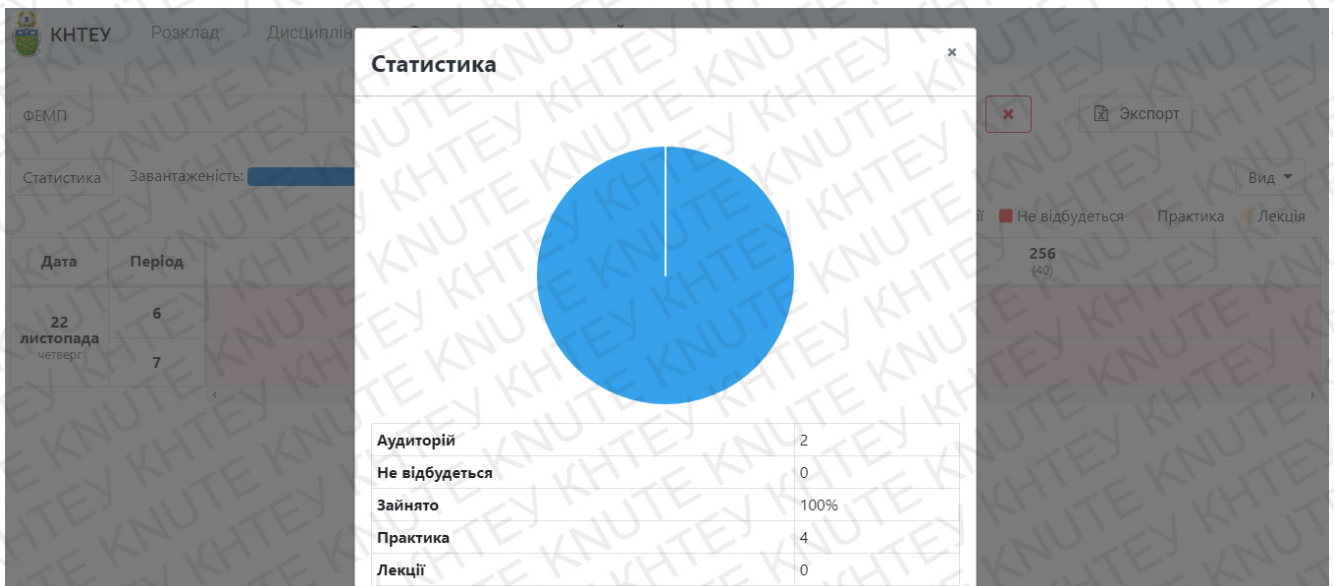


Рис. 3.9. – Статистика по аудиторіям

У цьому додатку не використовувалося баз даних, лише створен єдиний макет з 2 парами на факультеті ФЕМП і є лише прикладом можливої системи у подальшому.

### **Висновки до розділу 3.**

Провівши аналіз та розрахунки щодо завантаженості аудиторного фонду можна сказати, що використання технології Data Mining не є доцільним. Для того, щоб ця система працювала коректно та правильно, потрібно створювати централізовану систему даних щодо існуючих систем у ВНЗ. Саме завдяки створенню такої системи у майбутньому можна казати про використання Data Mining у КНТЕУ.

Через нестачу потрібних даних, неможливість їх розрахувати та побачити, використовувати принципи Data Mining не є раціональним та потрібним. Розрахунок прогнозування завантаженості аудиторного фонду ВНЗ можна проводити звичайними розрахунками для відворення даних щодо завантаженості аудиторій. Вплив факторів на цей показник може здатися на таким вже важливим, але саме завдяки впливу багатьох факторів і створюється ця велика система і розрахунки за допомогою Data Mining зможуть показати, що вплив та головні оціночні фактори мають провести багатокластерний аналіз для виявлення причин впливу на показник щодо завантаженості. Тільки цілісний аналіз усієї існуючої системи та врахування кожних факторів може дати реально карту формування завантаженості аудиторного фонду.

## ВИСНОВОК ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Проведено аналіз щодо аудиторного фонду закладів вищої освіти України та інших країн світу. Розроблена модель прогнозування завантаженості аудиторного фонду та використано методи прогнозування для розрахунку. Перевірино інструментарій щодо застосування технології Data Mining, які саме з методів можливо використовувати у даній роботі та проаналізовані головні переваги та недоліки цієї системи для розрахунку аудиторного фонду.

Через аналіз діючих навчальних планів і робочих програм різних навчальних закладів було зроблено висновок щодо завантаженості робочих процесів в цих закладах. За допомогою інструментарію Data Mining проведено аналіз, але ефективність даного методу не є раціональним у даному випадку. Тому у своїй роботі я розглянув приклади використання інструментарію технологій та привів альтернативні, більш прості та зручніші розрахункові варіанти, які були знайдені.

Головною проблемою є саме відсутність централізованої системи управління даними університету, неможливість провести комплексний аналіз впливу щодо формування багатьох аспектів роботи, тому і аналіз за допомогою Data Mining не є правильним у даній роботі. Створення однієї системи для завантаженості аудиторного фонду, розкладу, викладацьких годин та іншої внутрішньої діяльності університету і є головною задачею, яку потрібно виконати для більш досконалого аналізу систем закладів вищої освіти.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Астахов М.В. Безперервна освіта в контексті освітніх реформ в Україні / Харків, Видавництво НУА — 2015., — 187с.
2. Ходаков В.Е. Вища освіта в Україні: погляд з боку і зсередини / Херсон — 2011, — 218с.
3. Наталія Гинзбург Європейська освіта — Стандарти та моніторинг в освіті, — 2008
4. Освіта в США: рівень і особливості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [//http://fb.ru/article/164732/obrazovanie-v-ssha-uroven-i-osobennosti](http://fb.ru/article/164732/obrazovanie-v-ssha-uroven-i-osobennosti)
5. Ю.В. Берегових, Б.А. Васильев, Н.А. Володин Алгоритм складання розкладу занять / Донецьк, Державний університет інформатики та штучного інтелекту — 2009.
6. Рубіна Т. Б. Метод заміщень для вирішення завдання складання розкладів в навчальних закладах — 2016
7. Конференція iXBT.com Кто может подсказать алгоритм составления расписания. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://forum.ixbt.com/topic.cgi?id=40:377>
8. Жадан В.А. Підвищення ефективності використання аудиторного фонду університету — 2015
9. Інформація про формування аудиторного фонду [Електронний ресурс] — Режим доступу: [http://portal.bgsha.com/study/audit/auditornyy\\_fond.php](http://portal.bgsha.com/study/audit/auditornyy_fond.php)
10. Реєстр аудиторного фонду Лодзинського університету [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.uni.lodz.pl/strona/szczegoly/pliki-do-pobrania>
11. Пивоваров Ю. С. Теорія і практика суспільно-наукової інформації — 2015 — 30 — 122с.
12. Степанцов П. Як «бачать» університети: від теорії організацій до соціальної топології// 2012 — 52с.
13. Ременников Б.М., Зиновьев С.И. Вищі навчальні заклади: університети, економічні та юридичні ВНЗ 2000 — 123с.

14. І.В. Ласков Аналіз діяльності ВНЗ України — 2012
15. Frederick Rudolph "The American College and University" 2015 — 12-56с.
16. Clark Kerr The Uses of the University 2013 — 53с.
17. John Henry Cardinal Newman The Idea of a University: Defined and Illustrated — 2016
18. Alan Booth, Paul Hyland The Practice of University History Teaching — 2009
19. Освіта, спорт, здоров'я в сучасних умовах навколишнього середовища // Збірник матеріалів четвертої конференції 37с.
20. Красников В.М. Про підвищення ефективності навчальної роботи — 2003.
21. Тимошенко І.В. Людина, інститути і ринки в системі освіти 2010 — 315с
22. Томилова М.І., Васильєва Е.Ю., Гайкина Мария Юрьевна ВНЗ в оцінці студентів: оцінка умов навчання та якості підготовки 2012 — 57с.
23. Реферативний журнал Академія навчальних розділів — 2005
24. Економічні науки / КПІ — 2009
25. Л.Г. Антонова Актуальні проблеми вдосконалення вищої освіти — 2015
26. Регламент планування, організації та контролю навчального процесу з використанням модулів АІС ІС: ОГО «Навчальний планування», «Навантаження», «Розклад» і внутрішнього порталу університету КНЕУ.
27. Anderson R.D. British Universities Past and Present / London New York— Bloomsbury 3PL— 2006
28. Інформація про Навчальний відділ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.knteu.kiev.ua/blog/read?n=Navchalniy%20viddil&uk>, 2016
29. Velocity Fund Finals [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uwaterloo.ca/events/events/velocity-fund-finals-13>
30. Funding Opportunities [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cla.umn.edu/slhs/graduate/funding-opportunities>
31. Student Audience Resources [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uconn.edu/audience-students/#>
32. Моргенштерн О., Джон фон Нейман Теорія ігор та економічна поведінка// 1970

33. Садовникова Н. А., Шмойлова Р. А. Аналіз часових рядів і прогнозування: Навчально-методичний комплекс / 2011 — 50-54с.
34. О. Полухин О програмі аудиторного фонду [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
[//https://www.bsu.edu.com/bsu/olegpolukhin/blog/index.php?page=post&blog=blog\\_rector&post\\_id=o-programme-audиторного-fonda-](https://www.bsu.edu.com/bsu/olegpolukhin/blog/index.php?page=post&blog=blog_rector&post_id=o-programme-audиторного-fonda-)
35. Степанов Ф. А. Технології управління використанням нерухомості університету / дис. степ. магістр. Київ.: Політехн. ун-ту, 2011.
36. Установи вищої професійної освіти та наукові організації в умовах модернізації економіки, фінансів, менеджменту в соціальній сфері міста: наук.-інформ. матеріал. М.: Фін. академія, 2009
37. Заліско О. К., Оліярник В. І. Аспекти забезпечення ефективного фізичного виховання студентів ВНЗ — 70с.
38. Круцевич Т. Ю. Теорія і методика фізичного виховання : підр. для студ. вищ. навч. закл. фіз. виховання і спорту : у 2-х томах / За ред. Т. Ю. Круцевич. – К. : Олімпійська література, 2008.
39. Шульга М.Н. Про перспективи впровадження концепції ощадливого виробництва в професійній освіті//2017, с. 180
40. Порядок планування використання аудиторного фонду Університету / Ужгород — 2016
41. Волков В. Л. Основи теорії та методики фізичної підготовки студентської молоді : навч. посіб. / В. Л. Волков. – К. : Освіта України, 2008. – 256с.
42. Інтерактивне автоматизоване середовище складання розкладу освітнього закладу [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
[http://ofps.unibel.by/uch\\_pr/Adm/chron/ch3.html](http://ofps.unibel.by/uch_pr/Adm/chron/ch3.html)
43. Machine Learning – The Wikipedia Guide [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Book:Machine\\_Learning\\_%E2%80%93\\_The\\_Complete\\_Guide](https://en.wikipedia.org/wiki/Book:Machine_Learning_%E2%80%93_The_Complete_Guide)
44. Jeffrey Stanton An introduction to Data Science Version 3 — 61-192с.

45. Ben Klemens Modeling with Data: Tools and Techniques for Scientific Computing — 2016
46. Mohammed J. Zaki and Wagner Meira, Jr. Data Mining and Analysis Fundamental Concepts and Algorithms — May 2014
47. Tom Mitchell Machine Learning — 2016
48. John W. Foreman Data Smart: Using Data Science to Transform Information into Insight — 2013
49. Joel Grus Data Science from Scratch — 2015
50. Jinho Kim, Thomas H. Davenport Keeping Up with the Quants: Your Guide to Understanding and Using Analytics