

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допускається
Завідувач кафедри
_____ Скарга-Бандурова І.С.
« ____ » _____ 20__ р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

НА ТЕМУ:

Моделі та інформаційна технологія підготовки та обробки даних
для управління розкладом занять ВНЗ

Освітньо-кваліфікаційний рівень “Магістр”
Спеціальність 122 – “Комп’ютерні науки”

Науковий керівник роботи:

(підпис)

Щербакова М.Є.

(ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

(підпис)

Критська Я.О.

(ініціали, прізвище)

Студент:

(підпис)

Коваленко Д.А.

(ініціали, прізвище)

Група:

КН-173м

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки
Кафедра Комп'ютерних наук та інженерії
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 122 – “Комп'ютерні науки”
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри _____
І.С. Скарга-Бандурова
« _____ » _____ 20 ____ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Коваленко Дар'ї Андріївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Моделі та інформаційна технологія підготовки та обробки даних для управління розкладом занять ВНЗ

керівник проекту (роботи) доц. Щербакова Марина Євгенівна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "18" 10 2018 р. № 221/48

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Матеріали науково-дослідної практики; навчальні плани ВНЗ; перелік академічних груп; аудиторний фонд ВНЗ

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Теоретичні аспекти управління розкладом занять ВНЗ. Опис методів, що використовуються при складанні розкладу навчальних занять.

2. Математична постановка та опис алгоритму для розв'язання задачі складання розкладу занять. 3. Програмна реалізація системи управління розкладом занять.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Критська Я.О.		

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз стану питання у науковій літературі. Визначення вимог до роботи</i>	<i>03.09.18-10.10.18</i>	
2	<i>Аналіз моделей та методів, що використовуються для розв'язання задачі складання розкладу.</i>	<i>11.10.18-01.11.18</i>	
3	<i>Розробка інформаційної системи управління розкладом занять у вищому навчальному закладі</i>	<i>02.11.18-05.12.18</i>	
4	<i>Аналіз результатів та дослідження ефективності запропонованого у роботі алгоритма</i>	<i>06.12.18-12.12.18</i>	
5	<i>Розробка заходів з охорони праці</i>	<i>13.12.18-20.12.18</i>	
6	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>21.12.18-26.12.18</i>	
7	<i>Підготовка та подання магістерської роботи до захисту</i>	<i>27.12.18-11.01.19</i>	

Студент _____
(підпис)

Коваленко Д.А.
(прізвище та ініціали)

Науковий керівник _____
(підпис)

Щербакова М.Є.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Коваленко Д.А. Моделі та інформаційна технологія підготовки та обробки даних для управління розкладом занять ВНЗ.

Розглянута задача формування розкладу занять у вищих навчальних закладах. Удосконалено метод автоматизованого формування розкладу занять шляхом розробки алгоритму на основі методу імітаційного моделювання, що дозволяє підвищити якість та зручність у процесі управління розкладом. Розроблено інформаційну систему для автоматизації управління розкладом занять вищого навчального закладу, що структурно поділяється на підсистему адміністрування розкладу та підсистему перегляду розкладу.

Ключові слова: розклад занять, вищий навчальний заклад, математична модель, автоматизація, інформаційна система, управління розкладом занять.

АННОТАЦИЯ

Коваленко Д.А. Модели и информационная технология подготовки и обработки данных для управления расписанием занятий ВУЗа.

Рассмотрена задача составления расписания занятий в высших учебных заведениях. Усовершенствован метод автоматизированного составления расписания занятий путем разработки алгоритма на основании метода имитационного моделирования, который позволяет повысить уровень качества и удобства в процессе управления расписанием. Разработано информационную систему для автоматизации управления расписанием занятий высшего учебного заведения, которая подразделяется на подсистему администрирования расписания и подсистему просмотра расписания.

Ключевые слова: расписание занятий, высшее учебное заведение, математическая модель, автоматизация, информационная система, управление расписанием занятий.

ABSTRACT

Kovalenko D.A. Models and information technology for the preparation and processing of data for schedule management in higher educational institutions.

The problem of scheduling classes in higher education institutions is considered. The method of automated scheduling of classes has been improved by developing an algorithm based on a simulation method that improves the level of quality and convenience in the process of managing the schedule. An information system has been developed to automate the schedule management in higher educational institution, which is subdivided into a schedule administration subsystem and a schedule viewing subsystem.

Key words: timetable, higher education institution, mathematical model, automatization, information system, schedule management.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ РОЗКЛАДОМ ЗАНЯТЬ ВНЗ....	11
1.1 Аналіз проблеми управління розкладом занять ВНЗ.....	11
1.2 Опис методів, що застосовуються для розв’язання задачі складання розкладу занять.....	16
1.3 Огляд програмних засобів для управління навчальним процесом у вищому навчальному закладі.....	23
1.4 Постановка задач дослідження і розробки.....	28
Висновки до розділу 1.....	29
РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНА ПОСТАНОВКА ТА ОПИС АЛГОРИТМУ ДЛЯ РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ.....	30
2.1 Математичне моделювання задачі складання розкладу занять.....	30
2.2 Опис використаного алгоритму для розв’язання задачі складання розкладу занять.....	38
2.3 Приклад застосування алгоритму.....	40
Висновки до розділу 2.....	47
РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РОЗКЛАДОМ ЗАНЯТЬ.....	48
3.1 Вибір програмних засобів та технологій для розробки інформаційної системи.....	48
3.1.1 Система керування базами даних.....	48
3.1.2 Засоби для розробки web-інтерфейсу.....	49
3.1.2.1 Аналіз можливостей PHP.....	49
3.1.2.2 Аналіз можливостей JavaScript.....	50
3.1.2.3 Каскадні таблиці стилів CSS.....	51
3.1.3 Засоби для розробки Android-додатку.....	51
3.1.3.1 Середовище розробки Android Studio.....	51
3.1.3.2 Мова програмування Java.....	52
3.1.3.3 Формат обміну даних JSON.....	53
3.2 Інфологічне проектування.....	53
3.3 Даталогічне проектування.....	56
3.4 Архітектура системи.....	58
3.5 Функціональні можливості системи.....	60
3.6 Інтерфейс розробленого додатку.....	61
Висновки до розділу 3.....	69
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ЕКОЛОГІЯ.....	70
4.1 Загальні питання з охорони праці.....	70
4.2 Аналіз стану умов праці.....	71
4.2.1 Вимоги до приміщень.....	71
4.2.2 Вимоги до організації місця праці.....	72
4.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці.....	72
4.3 Виробнича санітарія.....	73
4.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу.....	73
4.3.2 Пожежна безпека.....	75

4.3.3 Електробезпека.....	75
4.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища.....	76
4.4.1 Мікроклімат.....	76
4.4.2 Освітлення.....	76
4.4.3 Шум та вібрація, електромагнітне випромінювання.....	78
4.4.4 Вентилювання.....	79
4.5 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій.....	79
4.6 Охорона навколишнього природного середовища.....	81
Висновки до розділу 4.....	82
ВИСНОВКИ.....	83
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87
Додаток А. Програмний код.....	92
Додаток Б. Слайди комп'ютерної презентації.....	100

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження.

Якість підготовки фахівців у вищих навчальних закладах і особливо ефективність використання науково-педагогічного потенціалу залежать від рівня організації навчального процесу, чимала роль в якому належить розкладу навчальних занять.

З проблемою складання розкладу занять періодично стикаються всі університети світу. Від вдало складеного розкладу залежить ефективність роботи викладачів, засвоєння навчального матеріалу студентами, раціональне використання інтелектуальної та матеріальної бази вищого навчального закладу.

Задача складання розкладу занять ВНЗ привертає увагу математиків і IT-фахівців вже досить тривалий час.

На сьогоднішній день зроблено велику кількість постановок цієї задачі, що мають різну ступінь суворості математичної формалізації, запропоновані різні методи і алгоритми розв'язання, розроблені численні інформаційні системи для управління розкладом занять, в тому числі і представлені на ринку комерційні системи.

Існує величезна кількість наукових робіт, присвячених розв'язанню задачі складання розкладу занять, і неослабний інтерес дослідників до цього питання. Проте, можливо констатувати, що на теперішній час відсутні загальновизнані та незаперечні математичні моделі, методи і алгоритми в цій галузі прикладної математики і продовження досліджень в напрямку побудови розкладу як і раніше є актуальним.

Зацікавленість проблемою розробки методів та алгоритмів складання розкладу занять у вищому навчальному закладі висвітлювали у своїх працях вітчизняні та закордонні науковці, до яких, зокрема, належать: С. М. Бурбело, Н.Н. Глібовець, І.Ф.Астахова, М. Yazdani, В. Naderi, J. Tanomaru та інші. Також цій проблемі присвячено чимало дисертаційних досліджень, в тому числі за кордоном (R. Lewis, P. Wangmaeteekul, M. Marte).

Кількість наукових публікацій в періодичних виданнях і збірниках конференцій з даної тематики обчислюється тисячами. Для вирішення задачі пропонують використовувати наступні методи: метод лінійного цілочисельного програмування, метод імітаційного моделювання, метод розфарбовування графу, метод імітації відпалу, генетичні алгоритми.

Заслуговеє уваги ідея спільного використання (гібридизації) різних методів і алгоритмів при побудові загальної схеми розв'язання задачі складання розкладу.

У постійному розвитку знаходиться ринок автоматизованих систем складання розкладу навчальних занять. Серед вітчизняних розробок можна відзначити АСУ «ВНЗ», розроблена Науково-дослідним інститутом Прикладних інформаційних технологій, пакет програм «Деканат» приватного товариства «Політек-софт», АСУ «Університет» розробки ТОВ «Юнітех+».

Все це свідчить про актуальність проведення теоретичних і прикладних досліджень за тематикою складання розкладу занять, а також побудови ефективних комп'ютерних реалізацій розроблюваних методів і алгоритмів.

Тому обґрунтованою є тема магістерської роботи, у якій вирішується науково-прикладне завдання розробки моделей і методу інформаційної технології підготовки та обробки даних для управління розкладом занять вищого навчального закладу.

Об'єктом дослідження магістерської роботи є процеси обробки даних при складанні розкладу навчальних занять для вищого навчального закладу.

Предметом дослідження є математичні моделі, методи, алгоритми і інформаційні системи, орієнтовані на обробку даних та побудову розкладів навчальних занять для вищих навчальних закладів.

Мета і завдання дослідження.

Метою магістерської роботи є розробка і дослідження математичних моделей, методів, алгоритмів, програмних модулів і комплексів для вирішення завдання автоматизації складання розкладів навчальних занять з урахуванням обмежень, що відображають реальні умови планування і організації навчальної діяльності вищих навчальних закладів.

Метою дослідження є підвищення якості та зручності управління розкладом навчальних занять шляхом часткової автоматизації даного процесу з використанням розробленого алгоритму.

Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити такі **завдання**:

- проведення огляду наукових досліджень, спрямованих на вирішення завдання складання розкладу;
- аналіз існуючих методів обробки даних для автоматизації формування розкладу занять вищого навчального закладу;
- аналіз основних функціональних можливостей програмних засобів для управління навчальним процесом, що представлені на вітчизняному ринку;
- аналіз математичної моделі та формалізація задачі складання розкладу занять з урахуванням обмежень, що висуваються в процесі формування розкладу;
- розроблення алгоритму складання розкладу занять на основі існуючих методів;

– розроблення інформаційної системи управління розкладом занять у вищому навчальному закладі.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених в роботі завдань використані методи системного аналізу, методи математичного моделювання, структури і бази даних, теорія реляційних відносин, методи побудови програмних додатків з веб-інтерфейсом.

Наукова новизна отриманих результатів.

Удосконалено метод автоматизованого формування розкладу занять шляхом розробки алгоритму на основі методів імітаційного моделювання та лінійного програмування, що дозволяє підвищити якість та зручність у процесі управління розкладом навчальних занять у ВНЗ.

Особистий внесок здобувача полягає у розробленні нових методів та інструментальних засобів, що дозволяють вирішити поставлені завдання. Усі основні результати отримані автором особисто.

У роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать такі здобутки:

– розроблено схему інформаційних потоків, яка визначає систему комунікацій та зв'язків між підрозділами ВНЗ, що беруть безпосередню участь в управлінні навчальним процесом[1],

– описано та розроблено інформаційну систему розкладу занять вищого навчального закладу для пристроїв на базі операційної системи Android [2],

– проведено огляд методів розв'язання задачі складання розкладу занять у вищому навчальному закладі, наведені наявні результати по створенню інформаційної системи для автоматизації управління розкладом занять [3],

– здійснено опис розробленої інформаційної системи управління розкладом занять ВНЗ[4].

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення, ідеї, висновки магістерської роботи доповідалися та обговорювалися на:

– Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів» (м. Рубіжне, 23-27 квітня 2018 року);

– Регіональному науково-практичному форумі «ІТ-Ідея» (м. Северодонецьк, 7 грудня 2018 року).

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Магістерська робота виконувалася протягом 2017-2018 рр. згідно з планами науково-дослідних робіт кафедри комп'ютерних наук та інженерії Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля в межах НДР «Internet of Things: Emerging Curriculum for Industry and Human Applications (ALIOT)», реєстраційний номер 573818-EPP-1-2016-1-UK-EPPKA2-SBHE-JP.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що основні наукові положення магістерської дисертації реалізовані у вигляді розрахункових моделей та програмних засобів, які утворюють прикладну інформаційну технологію для забезпечення автоматизації управління розкладом занять у вищому навчальному закладі. Розроблена інформаційна система призначена для використання спеціалістом навчального відділу ВНЗ, що керує процесом формування розкладу занять. Цільовою аудиторією є студенти та викладачі вищих навчальних закладів.

Публікації. За темою магістерської роботи з викладенням її основних результатів опубліковано 4 наукові праці, серед яких 1 стаття у науковому фаховому виданні України, 3 тези доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Магістерська дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації складає 108 сторінок, з яких основний текст на 86 сторінках, список використаних джерел із 52 найменувань на 5 сторінках, додатки на 17 сторінках.

Робота містить 5 таблиць та 46 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ РОЗКЛАДОМ ЗАНЯТЬ ВНЗ

1.1 Аналіз проблеми управління розкладом занять ВНЗ

В умовах науково-технічного прогресу вимоги до рівня підготовки спеціалістів у вищих навчальних закладах постійно підвищуються. Крім цього, безперервно збільшується обсяг інформації, яку необхідно засвоїти студенту при незмінних термінах навчання. Тому на сьогоднішній день особливо важливим є забезпечення стабільної роботи вищих навчальних закладів і розвитку нових освітніх програм. Однією з найголовніших задач в підвищенні якості підготовки фахівців є раціональна організація навчального процесу, що включає в себе питання його ефективного планування та управління.

Організація управління навчальним процесом у вищому навчальному закладі ґрунтується на взаємопов'язаних групах процедур, зокрема:

- 1) розрахунок навчального навантаження кафедр на поточний навчальний рік з урахуванням навчальних планів і контингенту студентів;
- 2) розподіл індивідуального навантаження викладачів на підставі розрахунку навчального навантаження кафедр;
- 3) формування штатного розкладу професорсько-викладацького складу на підставі індивідуального навантаження викладачів;
- 4) формування навчальних доручень для осінніх / весняних семестрів навчального року на підставі індивідуального навантаження викладачів для проведення дисциплін;
- 5) формування розкладів занять та іспитів для осінніх / весняних семестрів навчального року на підставі навчальних доручень.

Одним з найбільш поширених завдань, що вирішуються в процесі планування та оптимізації навчального процесу у закладах вищої освіти є задача складання розкладу занять. Від якості складання розкладу залежить ефективність роботи викладачів, рівень засвоєння навчального матеріалу студентами, раціональне використання аудиторного фонду ВНЗ тощо.

Мета розв'язання задачі - це побудова допустимих розкладів при дотриманні всіх обмежень або знаходження оптимального допустимого розкладу по тим або іншим критеріям оптимальності, що є ще більш складним завданням.

Варто зазначити, що завдання складання розкладу залежить від інших суміжних завдань, які необхідно вирішувати при організації навчального процесу, наприклад від завдання розрахунку навчального навантаження, оскільки варіанти його розподілу можуть по-різному впливати на якість підсумкового розкладу.

До значних проблемних питань, що виникають при формуванні розкладу занять вищого навчального закладу можна віднести:

- відсутність єдиного джерела вхідної інформації і, як наслідок, необхідність ретельної підготовки, структуризації, збору та обробки великого обсягу вхідної інформації з різних структурних підрозділів ВНЗ, таких як навчальний відділ, факультети, кафедри, відділ кадрів, диспетчерська;

- складність чіткої формалізації й ідентифікації ряду вхідних параметрів і обмежень, ступінь і якість обліку яких повністю залежить від досвіду, кваліфікації і професійної інтуїції працівника диспетчерського відділу;

- суперечливість інтересів основних учасників навчального процесу: студентів і викладачів, необхідність урахування наявного аудиторного фонду ВНЗ (тобто цільового призначення аудиторій), і, як наслідок, складність математичної формалізації єдиних вимог до оптимальності рішення задачі складання розкладу.

Задача складання розкладу занять у вищому навчальному закладі відноситься до задач багатокритеріальної оптимізації, оскільки при її розв'язанні необхідно враховувати досить велику кількість критеріїв. Як правило, критеріям призначається ступінь важливості, що істотно впливає як на процес, так і на якість складеного розкладу.

Дана задача є NP-повною, що означає відсутність відомих ефективних (поліноміальних) точних алгоритмів її розв'язання.

Автоматизувати процес складання розкладу занять досить складно через неоднозначність параметрів оптимізації, їх досить багато і вони суб'єктивні, тому складно піддаються формалізації.

Задача автоматизації складання розкладу занять має важливе теоретико-методологічне та практичне значення. Її практична реалізація передбачає врахування різних предметів і форм навчання, рівня насиченості навчальних програм, а також впровадження інформаційних технологій в систему адміністрування навчального процесу.

Розвиток досліджень, спрямованих на вирішення завдання складання розкладу, можна умовно розбити на два етапи. Перший етап починається в 80-ті роки ХХ ст. і закінчується в середині 90-х років ХХ століття.

У цей період масштабно застосовуються класичні методи вирішення завдань цілочисельного програмування: метод повного перебору, метод розфарбування графа, метод гілок і меж.

Проте застосування класичних методів в освітніх системах стає малоефективним з огляду на велику розмірність задачі і значні витрати часу. Це призвело до появи інтелектуальних методів, що поклали початок другого етапу. В їх основі лежить використання різних евристик і евристичних алгоритмів.

Останнім часом для вирішення задачі складання розкладу застосовується ще один підхід - нейронні мережі. Проте цей підхід має суттєвий недолік – складність вибору початкового стану нейронної мережі.

Також останніми роками значного поширення набули дослідження методів еволюційного пошуку. Застосування даних методів призводить до отримання хороших результатів, однак має місце висока обчислювальна трудомісткість і відносна неефективність на заключних етапах еволюції.

Зацікавленість проблемою розробки методів та алгоритмів складання розкладу занять у вищому навчальному закладі висвітлювали у своїх працях вітчизняні та зарубіжні науковці, до яких, зокрема, відносяться: С. В. Бевз, С. М. Бурбело[5], В.С. Моркун[6], Н.Н. Глібовець, І.Ф.Астахова[7], М. Yazdani, В. Naderi [8], J. Tanomaru [9] та інші.

Н.Н. Глібовець у своїй роботі [10] розглядає аспекти використання генетичного алгоритму для складання розкладу занять. Також огляду генетичного алгоритму присвячуються роботи [11-16].

У роботі М. Yazdani [8] проведено аналіз використання генетичного алгоритму, методу імітації відпалу та штучного імунного алгоритму. В результаті проведеного експерименту авторами встановлено, що запропонований штучний імунний алгоритм перевершує інші алгоритми.

Досить цікавим є метод формування розкладу, що описаний в роботі [17]. Автор пропонує повністю евристичний підхід до створення розкладу, що враховує побажання студентів, та у розробці якого беруть участь усі бажаючі студенти.

В роботі [18] зроблено висновок про недоцільність повністю автоматизованого складання розкладу занять через трудомісткість побудови точних математичних моделей і пропонується використання діалогового процесу. Основні обмеження та види критеріальних функцій систематизовані в [19]. Автор наводить два критерії пошуку цільової функції: мінімізація витрат і максимізація ефективності складеного розкладу.

Ще одним напрямком є використання елементів нечіткої логіки, що є доцільним, враховуючи вимоги суб'єктів навчального процесу.

Проблемі розв'язання задачі складання розкладу занять у вищих навчальних закладах також присвячено чимало дисертаційних робіт.

У дисертації R. Lewis [20] виконана найбільш послідовна і повна формалізація задачі складання розкладу занять як завдання розміщення заданої множини навчальних занять E в осередках матриці $R \times T$, де R - множина аудиторій і T – множина навчальних пар (таймслотів) в планованому періоді. При цьому аудиторії мають задану місткість, а для кожного заняття вказані викладач і студенти. Вводиться поняття допустимого розкладу, в якому для кожного заняття призначена одна аудиторія, один часовий інтервал і виконані «жорсткі» обмеження:

а) Конфліктуючі по студентам заняття не повинні бути розподілені в один таймслот.

б) Аудиторія, призначена для заняття, повинна мати достатню місткість.

в) У кожному клітинку матриці $R \times T$ може бути призначене лише одне заняття.

Також в даній роботі сформульовані 3 «м'які» обмеження, що враховують інтереси студентів:

а) Жоден студент не повинен відвідувати заняття у останній таймслот дня;

б) Жоден студент не повинен відвідувати більше двох занять поспіль;

в) Жоден студент не повинен мати одне заняття в день.

Можливі порушення м'яких обмежень і ці порушення «штрафуються» (один штрафний бал за порушення одного обмеження для одного студента).

Формалізація задачі складання розкладу в дисертації P. Wangmaeteekul [21] проведена приблизно так само, як і в дисертації R. Lewis [20]. Проте відрізняється склад обмежень, що висуваються до розкладу.

До жорстких обмежень автор відносить наступні:

1) Кожен викладач і кожен студент в один і той же час повинен бути тільки в одній аудиторії.

2) Для будь-якого таймслота має бути достатньо ресурсів.

3) В одну аудиторію на один і той же час має плануватися тільки одне заняття.

4) Аудиторії мають обмежену місткість.

5) Кількість аудиторій обмежена.

6) Для таймслотів використовуються тільки будні дні.

7) Час планування охоплює один певний період.

Також в даній роботі автор наводить опис «м'яких» обмежень, до яких зокрема належать наступні:

1) Деякі заняття можуть мати переваги для визначених таймслотів.

- 2) Деякі заняття можуть мати переваги для визначених аудиторій.
- 3) Між досліджуваними дисциплінами можуть існувати відносини передування-слідуювання.
- 4) Деякі студентські групи повинні мати один вихідний день на тиждень.
- 5) З точки зору студентів, навчальні заняття повинні плануватися в 2-х або 3-х послідовних таймслотах протягом дня. Одне заняття на день не є бажаним.
- 6) Планування занять в останній таймслот дня небажано.
- 7) Бажане рівномірне завантаження днів тижня.
- 8) Небажана наявність «вікон» між заняттями.

Наводиться досить повний огляд методів, що використовуються для розв'язання задачі складання навчальних занять: методи розфарбовування графів, методи локального пошуку - табу-пошук і імітація відпалу, генетичні алгоритми, методи програмування в обмеженнях, методи ройового інтелекту, нейронні мережі, мультиагентні системи, методи математичного моделювання. Автор зупиняється на мультиагентних системах і проводить детальну розробку даного методу для вирішення поставленого завдання.

У дисертації М. Marte [22] досліджується розв'язання задачі методами програмування в обмеженнях з використанням паралельного програмування. Автором представлена вдала графічна ілюстрація, що демонструє співвідношення між основними елементами задачі складання розкладу (рис. 1.1).

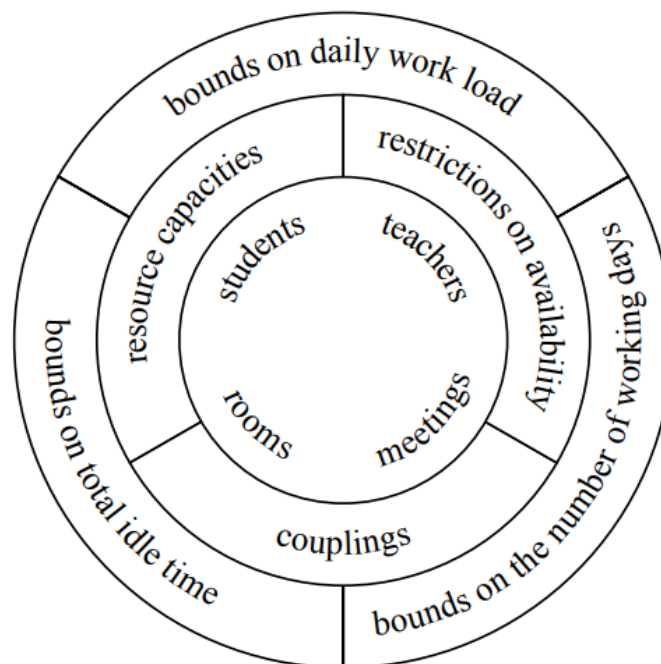


Рисунок 1.1 – Основні елементи задачі складання розкладу занять (рисунок з [22, с. 16])

Ядро представлено студентами (students), викладачами (teachers), аудиторіями (rooms) і заняттями (meetings). В шарі, що оточує ядро, знаходяться: потужності (запаси) ресурсів (resource capacities), обмеження на доступність (restrictions on availability), взаємозалежності (couplings). У зовнішньому шарі знаходяться: обмеження на щоденне навантаження (bounds on daily work load), обмеження на інтервали «простою» (bounds on total idle time) і обмеження на кількість робочих днів (bounds on the number of working days).

Кількість публікацій як вітчизняних, так і зарубіжних авторів в періодичних наукових виданнях і працях конференцій за тематикою складання розкладу занять у вищих навчальних закладах, представлених у відкритому доступі, збільшується протягом ряду років.

Після проведеного огляду можна зробити висновок, що всі публікації мають приблизно однакову структуру, яка відображає логічну послідовність етапів розв'язання задачі.

Першим етапом є формалізація основних розглянутих об'єктів (сутностей), відношень між ними, обмежень і вимог до результату - «оптимального» розкладу занять.

Другий етап при описі авторського підходу до вирішення задачі складання розкладу полягає у встановленні приналежності отриманої в результаті формалізації моделі до одного з відомих класів задач, що визначає і вибір методу розв'язання з переліку методів, відомих для даного класу задач.

Третій етап зазвичай містить опис питань програмної реалізації розроблюваних методів і алгоритмів розв'язання задачі, організації зберігання даних в реляційних таблицях баз даних, а також опису розроблених інформаційних систем, що орієнтовані на кінцевих користувачів і містять, крім обчислювального ядра, безліч додаткових функціональних можливостей для обробки і представлення даних.

1.2 Опис методів, що застосовуються для розв'язання задачі складання розкладу занять

Для розв'язання задачі складання розкладу занять використовуються наближені методи, до яких, зокрема, належать[23]:

- метод лінійного цілочисельного програмування;
- метод імітаційного моделювання;
- метод розфарбовування графу;
- метод імітації відпалу;

– генетичний алгоритм.

Розглянемо наведені методи більш детально.

А) Метод лінійного цілочисельного програмування

Даний метод націлений на досягнення найкращого результату в математичній моделі, наприклад, максимальний прибуток або низька вартість, вимоги якої представлені лінійними відношеннями. Лінійне програмування є окремим випадком математичної оптимізації.

Якщо навчальні плани складені так, що дисципліни можуть проходити тільки один раз в тиждень або через тиждень, і немає суперечливості вимог, то задача складання оптимального розкладу занять може бути поставлена як завдання лінійного цілочисельного програмування.

Інтереси суб'єктів враховуються у вигляді обмежень, наприклад, у вищому навчальному закладі є навчальні групи, об'єднані в потоки, для кожної групи визначається множина робочих днів, яка є підмножиною всіх робочих днів навчального закладу. Кожен робочий день розбивається на часові інтервали - пари.

На основі навчального плану для кожного потоку складається список з лекційних та практичних занять, при цьому дисципліна згадується стільки раз, скільки годин на тиждень передбачено в навчальному плані. Оскільки навчальне навантаження викладача планується до складання розкладу занять, то дані величини вважаються заданими, як і аудиторне навантаження кожного викладача.

У загальному випадку класифікація аудиторій може бути набагато складнішою, тоді приналежність аудиторії до деякого типу визначається за будь-якими ознаками (кількість посадочних місць, вид лабораторного обладнання, приналежність певному факультету або кафедрі). При цьому можлива ситуація, коли одна і та ж аудиторія належить до різних типів. В цьому випадку виникає додаткова оптимізаційна задача рівномірного розподілу навантаження на аудиторний фонд, яка також зводиться до задачі лінійного цілочисельного програмування. В рамках цього завдання на основі даних по аудиторному фонду, типах аудиторій і навантаженні на них визначають частку часу, протягом якого кожна дану аудиторію слід використовувати по конкретному призначенню.

Використовуючи таке подання вихідних даних завдання складання розкладу буде полягати у визначенні для кожного заняття певного дня тижня і номера пари, враховуючи накладені на розклад обмеження. Розв'язання таких завдань навіть при відносно малій розмірності, характерною для невеликих навчальних закладів, як правило, вимагає

достатньо великих витрат часу. Однак в деяких випадках це може виявитися необхідною платою за точне дотримання всіх обмежень.

В деяких випадках можлива розбивка завдання на систему підзадач істотно меншої розмірності. Проте, у представленому методі міститься ряд недоліків, пов'язаних як з неповною адекватністю представленого рішення досліджуваної предметної задачі, так і значною трудомісткістю використання запропонованого комплексу програм, що вимагає участі вельми кваліфікованого користувача.

Б) Метод імітаційного моделювання

При вирішенні задачі складання розкладу можна також застосовувати імітаційний метод, що передбачає імітацію дій диспетчера. Даний алгоритм оперує безпосередньо розкладом і переліком занять, що необхідно додати до розкладу відповідно до навчального плану.

Процес розв'язання задачі починається з порожнього розкладу, коли всі заняття знаходяться в переліку неврахованих занять. Це початковий незакінчений розклад. Далі відбувається перехід від одного до іншого заняття, що включені в список, прагнучи розставити всі заняття найкращим чином. Процес триває до моменту формування повного розкладу або виконання фіксованої кількості ітерацій.

Загальна схема алгоритму має наступний вигляд:

Етап 1. Генерується так званий незакінчений розклад, який спочатку є пустим.

Етап 2. Вибирається ще не включене в розклад заняття на основі аналізу «вузьких місць». Тут «вузькими місцями» є найбільш дефіцитні ресурси: студенти, викладачі та аудиторії. В першу чергу складається розклад для найбільш дефіцитних ресурсів. До них належать заняття, що використовують дефіцитний аудиторний фонд, заняття, що проводяться викладачами, які ставлять жорсткі умови за часом і місцем їх проведення і т.д.

Етап 3. Для обраного заняття визначаються всі можливі варіанти його розміщення в розкладі, що задовольняють всім жорстким обмеженням. Потім кожна позиція оцінюється за допомогою спеціальної евристичної цільової функції, і заняття поміщається в кращу з можливих позицій.

Етап 4. Якщо в разі етапу 3 в розкладі виникла конфліктна ситуація, то «конфліктуючі» заняття видаляються з розкладу і поміщаються назад в перелік неврахованих занять.

В процесі реалізації алгоритму особливу увагу слід приділити розробці евристичних правил вибору чергового заняття зі списку, визначенню для нього найкращої позиції в розкладі та проведенню оцінки отриманого розкладу.

Позитивною рисою методу імітаційного моделювання є надання можливості детального врахування специфіки розв'язуваної задачі для конкретного вищого навчального закладу. Однак можливість використання розробленої системи в інших вищих навчальних закладах при цьому сильно обмежена. Також при певних внутрішніх змінах у вищому навчальному закладі можливо треба буде вносити істотні зміни в алгоритм.

Використовуючи алгоритм, заснований на діях диспетчера при складанні розкладу, є можливість створення діалогу між користувачем та системою в процесі складання оптимального розкладу. Це може бути вірно тільки для відносно невеликих завдань, оскільки в іншому випадку значна залежність алгоритму від користувача може зробити такий діалог малоефективним.

В) Метод розфарбовування графа

Під задачею розфарбовування графу розуміють пошук мінімального числа кольорів, що необхідні для розфарбовування вершин графу таким чином, щоб для кожної пари сусідніх вершин використовувалися різні кольори.

При постановці задачі складання розкладу навчальних занять як задачі розфарбовування графу будують граф, в якому кожна з вершин є заняттям. У випадку конфліктів між двома вершинами, їх з'єднують ребром. Це означає заборону проведення даних занять в один час. Конфлікти виникають у випадках, коли обидва заняття проводяться в однаковий час одним викладачем, тощо.

Задача складання розкладу занять розглядається як мінімізація кількості кольорів, що необхідні для розфарбовування графа. При цьому враховується відповідність кожного кольору одному періоду занять.

Застосування цього методу для розв'язку реальних задач є малоефективним. Але задача розфарбування графа при складанні розкладу може бути корисною у випадку її комбінації з іншими алгоритмами.

Г) Метод імітації відпалу

Наведемо загальну схему роботи методу імітації відпалу для задачі складання розкладу навчальних занять[24].

1 етап. На першій ітерації відбувається генерація деякого коректного початкового розкладу X_0 , який вважають поточним розв'язком задачі ($X = X_0$).

2 етап. Задаються початкове, високе значення температури T_0 і операції мутації (зміни) розкладу.

Мутація розкладу може бути забезпечена такими діями:

– зміна часу проведення заняття;

- зміна аудиторії проведення заняття;
- обмін місцями в розкладі двох занять.

3 етап. На основі введених операцій мутації і поточного рішення X генерується новий коректний розклад X' , який злегка відрізняється від попереднього.

4 етап. Обчислюється зміна цільової функції $f = f(X') - f(X)$:

- якщо $f < 0$ (рішення не погіршилось), то $X = X'$, тобто новий варіант розкладу стає поточним;
- якщо $f > 0$ (рішення погіршилось), то новий розкладу стає поточним тільки з ймовірністю $P = e^{-\Delta f / T}$. А з ймовірністю $(1-p)$ попередній розклад зберігається в якості поточного.

На цьому етапі допускається збільшення цільової функції, але ймовірність цього зменшується з ростом f .

5 етап. Обчислюється функція зміни поточної температури.

Температура i , відповідно, ймовірність прийняти в якості поточного розкладу X розклад з великим значенням цільової функції зменшується з кожною ітерацією. Величину зменшення температури можна пов'язати як з числом виконаних ітерацій, так і з величиною зміни цільової функції, тобто сформулювати критерій зупинки. При високих температурах спостерігається стрибкоподібна зміна цільової функції. Поступово зі зменшенням температури її значення повинно прагнути до мінімуму.

6 етап. Якщо не виконано критерій зупинки, то перейти до п. 3.

Як критерій зупинки приймають наступні правила:

- виконання заданої кількості ітерацій;
- виконання заданої кількості ітерацій без поліпшення значення цільової функції на задане значення.

Збереження m кращих рішень, а також n останніх згенерованих розкладів підвищить ефективність алгоритму і дозволить запобігти зацикленню процесу складання розкладу.

Точність одержуваного алгоритмом рішення можна збільшити за рахунок більш повільної зміни температури. При цьому алгоритм більш ретельно досліджує простір пошуку, але час його роботи суттєво збільшується. Тому функцію температури доводиться підбирати для кожного конкретного завдання індивідуально.

Незважаючи на зовнішню простоту, такий підхід може виявитися цілком ефективним для складання невеликих розкладів.

Д) Генетичний алгоритм

Генетичний алгоритм створення розкладу занять складається з наступних етапів.

1. Формування множини блоків навчальних занять.
2. Формування множини пар.
3. Створення матриці переваг викладачів.
4. Генерація початкової популяції хромосом.
- 4.1. Генерація екземпляру хромосоми.

Під генерацією хромосоми розуміють процес порівняння попередньо визначених блоків занять з часовими інтервалами. Кожному зв'язку «викладач-дисципліна-група» випадково призначається відповідний час у відповідний день тижня.

- 4.2. Перевірка згенерованої хромосоми на допустимість.

Проводиться перевірка, чи існують ситуації типу:

- «одна група одночасно перебуває на заняттях у декількох викладачів»;
- «викладач одночасно проводить різні види занять»;
- «сформовано заняття у неприйнятний для викладача час»;
- «один викладач одночасно проводить пару у різних групах».

4.3. Якщо описаних вище ситуацій не виникає, то формується допустимий екземпляр розкладу і відбувається його додавання до початкової популяції.

- 4.4. Перехід до п. 4.1.

5. Визначення оцінки (штрафу) хромосом у початковій популяції.

Оцінка хромосоми формується виходячи з того, наскільки вона не задовольняє накладеним умовам. Цими умовами можуть бути рівномірність розподілу занять протягом тижня, відсутність «вікон» у розкладі.

6. Вибір найкращої хромосоми з популяції, а також вибір ще однієї з 10 кращих.
7. Виконання операції кросингування для обраних двох хромосом.
8. Перевірка на допустимість отриманих в результаті кросингування хромосом.
9. У випадку отримання допустимих хромосом, проводиться їх оцінка.

9.1. Якщо отримані хромосоми кращі наявних, відбувається їх додавання у популяцію замість найгірших.

- 9.2. Якщо ж отримані екземпляри не кращі, тоді:

- 9.2.1. Виконання мутації.

Під мутацією розуміють процес внесення випадкових змін у хромосому. Випадковим чином відбувається вибір елемента хромосоми, що відповідає за співвідношення «тиждень - день - пара» і змінюється відповідно до переваг викладачів. Тобто замість випадково обраної зв'язки «тиждень - день - пара» на початковому етапі генерації хромосоми, ставиться зв'язка, що найкраще враховує побажання відповідного викладача.

9.2.2. Перевірка на допустимість: у випадку отримання допустимих хромосом, відбувається їх оцінка.

9.2.3. Якщо отримані хромосоми кращі наявних, відбувається їх додавання у популяцію замість найгірших.

10. Повторення пп. 6-9.

11. У будь-який момент можна припинити виконання алгоритму. Результатом роботи буде хромосома з найменшою оцінкою (штрафом).

Метою генетичного алгоритму є досягнення максимуму функціоналу:

$$R_{il} = \sum_{j=1}^m w_j k_{jl}$$

$$R_i = \max(R_{il}), l = 1..h$$

$$R = \sum_{i=1}^n R_i \rightarrow \max$$

Де

R_{jl} – якість розташування і-го заняття на l-й позиції в розкладі;

k_{jl} – значення, отримане по j-му критерію оцінки якості розташування заняття на l-й позиції в розкладі;

w_j – ваговий коефіцієнт j-го критерію оцінки якості;

m – кількість критеріїв оцінки якості;

l – можлива позиція і-го заняття в розкладі;

R_i – якість розташування і-го заняття в розкладі;

h – кількість можливих варіантів розташування заняття в розкладі;

R – якість складеного розкладу.

Важливою перевагою генетичного алгоритму є можливість застосування його на розкладах великої розмірності. До недоліків можна віднести складність роботи зі складно структурованими даними та їх взаємозв'язками, а також можливість передчасного закінчення роботи алгоритму без досягнення оптимального розкладу (у випадку, коли точкою зупинки вибрано недостатня кількість ітерацій чи через відсутність різноманітності хромосом популяції).

Після проведення огляду основних аспектів існуючих методів складання розкладу, було виявлено, що кожен метод має як сильні, так і слабкі сторони, і вибір оптимального варіанту відбувається виходячи з конкретно поставленого завдання та його специфіки. Для вирішення невеликих задач можливе застосування відносно повільних алгоритмів лінійного цілочисельного програмування, які забезпечуватимуть максимально точне врахування обмежень, що накладаються в процесі формуванні розкладу занять. Для об'ємних задач перевага надається алгоритмам, заснованим на імітації відпалу або генетичним алгоритмам.

1.3 Огляд програмних засобів для управління навчальним процесом у вищому навчальному закладі

На сьогоднішній день на вітчизняному ринку існує декілька комерційних систем для управління навчальним процесом, зокрема, автоматизації управління розкладом занять у вищих навчальних закладах.

Автоматизована система керування вищим навчальним закладом АСУ «ВНЗ», розроблена Науково-дослідним інститутом Прикладних інформаційних технологій складається з трьох компонентів: АС «Приймальна комісія», АС «Деканат» та АС «Студмістечко».

Управління навчальним процесом здійснюється з використанням автоматизованої системи «Деканат», що містить модулі «Навчальні плани», «Навантаження кафедр», «Розклад» тощо.

Основні можливості системи:

- розробка навчальних, робочих планів на навчальний рік, закріплення навчальних груп за планами;
- закріплення контингенту для навантаження по робочим навчальним планам;
- навантаження кафедри: агрегація та розподілення між викладачами;
- індивідуальний робочий план викладача кафедри;
- створення розкладу, веб-розкладу (рис. 1.2).

Також дана система містить модулі для роботи зі співробітниками та студентами. Вхід у систему відбувається тільки зі «Smart Card Reader» за картою доступу, що дозволяє захистити дані від несанкціонованого доступу.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА
КЕРУВАННЯ ВИЩОЮ
НАВЧАЛЬНОЮ ЗАКЛАДОМ

ПРО ПРОЕКТ
ІНСТРУКЦІЇ
ДЕМО: НАВЧАЛЬНА
ГРУПА
ДЕМО: ВИКЛАДАЧ

Веб-Розклад для АС «Деканат»

Нижче наведено демо-приклад функціонування розкладу на тестових даних. Переглядайте інформацію за дати з вересня 2018 до січня 2019.

Розклад

Виберіть навчальну групу та дату або діапазон дат для перегляду розкладу

Фільтри: | |

Навчальна група:

Дата від: Дата по:

ПМ-01

День	Час навчання	Дисципліна	Тип заняття	Аудиторія	Викладач	Підгрупа
Середа 26.12.2018	1-ша пара	Регресійний аналіз	Лекції	305-а	Дибідь І.А.	
	2-га пара	Англійська мова	Семинарські	Лінгвокабінет 2	Петренко В.В.	
	3-ья пара	Алгоритми	Лекції	305-а	Сичеретяний І.С.	
Четвер 27.12.2018	1-ша пара	Стохастичний аналіз	Лекції	305-б	Покорова Л.М.	
	2-га пара	Стохастичний аналіз	Практичні	305-а	Покорова Л.М.	
	3-ья пара	Англійська мова	Семинарські	Лінгвокабінет 2	Петренко В.В.	
П'ятниця	1-ша пара	Правознавство	Лекції	П-102	Сиротян Г.Г.	
	2-га пара	Стохастичний аналіз	Лабораторні	104	Щевченко О.А.	ПМ-01 (1)
	3-ья пара	Стохастичний аналіз	Лабораторні	103	Покорова Л.М.	ПМ-01 (2)

nz.osvita.net

Рисунок 1.2 – Приклад інтерфейсу автоматизованої системи «Деканат»

Пакет програм "Деканат" приватного товариства «Політек-софт» - це автоматизована система управління вищим навчальним закладом, яка призначена для організації та підтримки навчального процесу в вищих навчальних закладах України I-IV рівнів акредитації [25].

Пакет побудований за клієнт-серверною технологією, що дозволяє встановлювати його на множину комп'ютерів, які об'єднані в локальну мережу та працюють з єдиною базою даних. Пакет забезпечує створення бази даних, в якій міститься наступна інформація:

- дані щодо навантаження кафедр;
- результати обрахунку штатів кафедр;
- дані щодо всіх викладачів вищого навчального закладу та їх планового навантаження, розклад їх роботи.

Пакет програм «Деканат» містить у своєму складі програму «Розклад», що призначена для формування розкладу занять з можливістю деталізації для кожного тижня семестру на основі плану педагогічного навантаження та даних щодо аудиторного фонду. Програма забезпечує друк розкладу занять навчальних груп, розкладу зайнятості

викладачів, заповнення аудиторій. Також в тестовому режимі працює функція автоматичного створення розкладу.

Автоматизована система управління вищим навчальним закладом «Університет», розроблена ТОВ «Юнітех+» складається із автономних модулів [26]: «Структура ВНЗ», «WEB-сайт ВНЗ», «Навчальна частина», «Кафедра», «Навчальний розклад», «Абітурієнт», «Документообіг ВНЗ», «Деканат», «Кафедра», «Вчені ради ВНЗ», які працюють в локальній комп'ютерній мережі ВНЗ, мають спільне сховище даних, систему довідників та візуалізацію певного зрізу даних на WEB-сайті ВНЗ.

Кожен модуль має серверну та клієнтську складову, доступ до яких захищений паролем.

Для управління розкладом занять пропонується використання модуля «Навчальний розклад – 01» (рис.1.3).

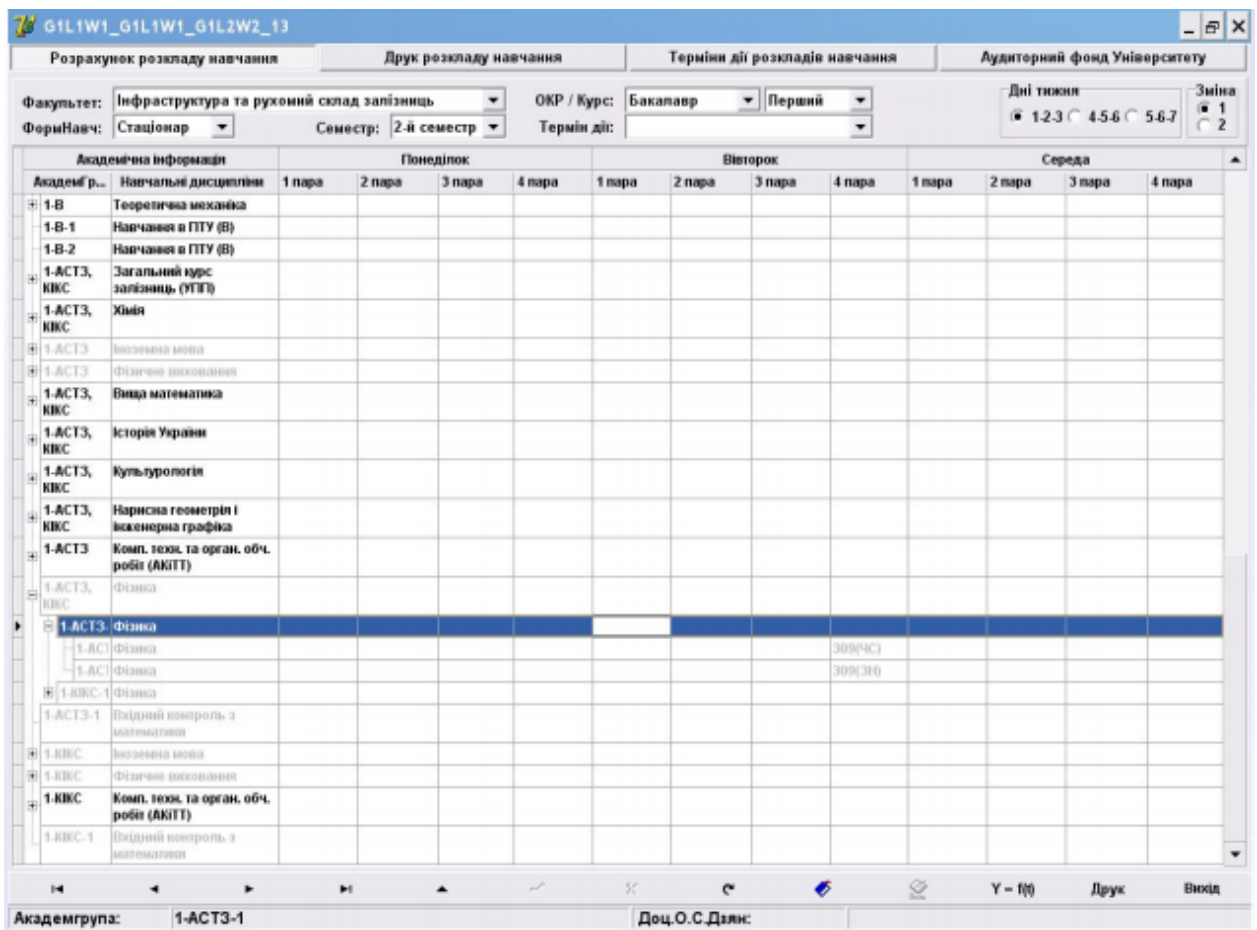


Рисунок 1.3 – Інтерфейс модуля «Навчальний розклад – 01»

Наведемо перелік функціональних можливостей модуля «Навчальний розклад – 01»:

- облік, паспортизація та закріплення аудиторного фонду та навчальних лабораторій за навчальними підрозділами ВНЗ;
- формування графіку навчального процесу у ВНЗ в залежності від ОКР, курсу та форми навчання студентів;
- автоматизоване формування розкладу аудиторних занять на основі даних розрахунку навчального навантаження кафедр та розподілу навчального навантаження професорсько - викладацького складу у ВНЗ;
- автоматизація конвертації сформованого навчального розкладу у файлові формати *.rtf, *.xls, *.pdf, *.htm з метою їх розповсюдження та подальшого використання за межами АСУ.
- автоматизація формування витягів з навчального розкладу у файлових форматах *.rtf, *.xls, *.pdf, *.htm для навчальної частини, деканатів, кафедр, академгруп та викладачів з метою їх розповсюдження та подальшого використання за межами АСУ;
- візуалізація актуальних витягів з навчального розкладу на сайті ВНЗ за допомогою системи фільтрів.

Система "Галактика Розклад навчальних занять" дозволяє автоматизувати формування розкладу занять. Процес формування розкладу в системі складається з етапів підготовки інформації, планування, налаштування програмного продукту, власне формування розкладу, оптимізації[27].

На етапі підготовки інформації та планування в системі збираються і впорядковуються всі дані, що стосуються графіка вивчення дисциплін, наявності аудиторій для проведення занять, дані про навантаження викладачів тощо.

Етап налаштування програмного продукту передбачає занесення в систему всіх умов, що враховуються при побудові розкладу. При цьому вони класифікуються на обов'язкові й бажані.

На етапі формування розкладу можна визначити, яким чином системі формувати розклад - повністю автоматично або вручну.

Доповнення сформованого розкладу та внесення незначних змін відбувається на етапі оптимізації.

Факультет	Форма обучения	Курс	Группа	Специальность
Факультет прикладной математики и информатики	Очная форма обучения	1	4121	Информатика и вычислительная техника
Факультет прикладной математики и информатики	Очная форма обучения	1	4122	Информатика и вычислительная техника

Рисунок 1.4 – Формування розкладу занять в системі "Галактика Розклад навчальних занять"

Основні можливості системи наступні:

- збереження і враховування всієї довідкової інформації, необхідної для формування розкладу;
- налаштування тривалості навчальних занять;
- враховування графіків і послідовності вивчення дисциплін;
- створення заборони у використанні ресурсів при складанні розкладу з урахуванням побажань і графіка роботи викладачів, наявності та обладнання аудиторій (комп'ютерних класів).

Поряд з комерційними системами для формування розкладу занять у багатьох великих ВНЗ існують і власні розробки подібних систем. До них можна зарахувати:

- автоматизовану інформаційну систему «Електронний університет», створену у Хмельницькому національному університеті;
- комплексну систему автоматизації управління навчальним процесом, розроблену й введено в експлуатацію у Львівському інституті банківської справи Університету банківської справи, м. Київ (ЛІБС УБС НБУ).

Якість і зручність використання систем автоматизації управління розкладом занять у закладах вищої освіти залежать від професійного досвіду розробників та визначених технічних вимог, але можна спостерігати типові переваги та недоліки, що є притаманними таким інформаційним системам.

Одним з недоліків інформаційних систем, що створені незалежними розробниками, вважають їх надмірну комерціалізацію, тобто коли внесення навіть незначних змін стає значною проблемою, що потребує додаткових фінансових оплат, укладання нових договорів тощо. Також такі розробки досить часто містять функціональні можливості, що не використовуються замовником і водночас не відбувається врахування деяких специфічних особливостей, притаманних певному вищому навчальному закладу.

Перевагами комерційних систем є технічна підтримка з боку розробників та належна документованість, що значною мірою полегшує роботу.

Інформаційні системи власної розробки ВНЗ більше залежать від персонального супроводу розробниками, а отже їхня експлуатація може стати проблематичною у випадку, коли розробники звільняються чи переходять на іншу роботу.

Однак системи власної розробки вищого навчального закладу більш точно відповідають його специфічним вимогам, оскільки розробка проходить у тісному контакті з майбутніми користувачами та є більш зручними для використання персоналом навчального закладу.

Також повноцінна робота з комерційними системами вимагає від користувача додаткових навичок роботи з комп'ютером, що не є характерними для його професійної діяльності, або ж передбачає залучення фахівців, компетентних у галузі комп'ютерної техніки та програмування.

У інформаційних системах власної розробки подібні проблеми вирішуються програмістами ще на стадії реалізації продукту, надаючи користувачам інструмент, що є максимально адаптованим під їхні професійні вимоги.

1.4 Постановка задач дослідження і розробки

Основними задачами є:

- 1) Проаналізувати існуючі методи обробки даних для автоматизації формування розкладу занять вищого навчального закладу;
- 2) Сформулювати задачу складання розкладу занять з урахуванням вимог і побажань, що відображають реальні умови планування і організації навчальної діяльності вищого навчального закладу;

- 3) Запропонувати та реалізувати алгоритм для автоматизації складання розкладу занять на основі існуючих методів;
- 4) Розробити інформаційну систему для управління розкладом занять у вищому навчальному закладі з наступними функціональними можливостями:
 - автоматизація процесу складання розкладу занять;
 - корегування розкладу занять;
 - редагування інформації про основні об'єкти розкладу: викладачі, дисципліни, навчальні групи, аудиторний фонд, навчальний план, тощо;
 - редагування та перегляд розкладу має бути зручним та відповідати сучасним тенденціям розвитку інформаційних технологій.

Висновки до розділу 1

1. Проведено аналіз проблеми управління розкладом занять у вищих навчальних закладах. Встановлено, що задача складання розкладу є одним з найбільш поширених завдань в плануванні і оптимізації навчального процесу у вищих навчальних закладах.
2. Проведено огляд наукових досліджень, спрямованих на вирішення завдання складання розкладу. Підводячи підсумки проведеного аналізу можна зробити висновок, що значна кількість наукових робіт присвячена розв'язанню задачі складання розкладу занять з використанням сучасних обчислювальних технологій та методів, зокрема генетичних алгоритмів. Проте варто зазначити, що реалізація цих методів є досить ресурсномістким процесом, який, враховуючи кількість заданих обмежень при розв'язанні задачі, часто не приводить до отримання прийняттого результату.
3. Здійснено опис найбільш поширених методів, що застосовуються для розв'язання задачі складання розкладу занять.
4. Проаналізовано функціональні можливості програмних засобів для управління навчальним процесом, що представлені на вітчизняному ринку.
5. Визначено переваги і недоліки інформаційних систем, створених незалежними розробниками та інформаційних системи власної розробки ВНЗ.
6. Сформульовані задачі дослідження та розробки.

РОЗДІЛ 2

МАТЕМАТИЧНА ПОСТАНОВКА ТА ОПИС АЛГОРИТМУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ

2.1 Математичне моделювання задачі складання розкладу занять

Вихідними даними для складання розкладу занять у вищому навчальному закладі є:

- навчальний план спеціальності;
- графік навчального процесу;
- навчальне навантаження викладачів на семестр;
- види навчальних занять (лекції, практичні заняття, лабораторні роботи);
- відомості про наявний аудиторний фонд;
- дані про кількість студентів в академічних групах;
- розподіл груп для практичних занять між викладачами;
- мотивовані побажання викладачів.

В якості вихідної інформації при складанні розкладу навчальних занять виступають [28]:

а) множина $D = \{d_1, d_2, \dots, d_{N_d}\}$ дисциплін, що викладаються;

б) множина $G = \{g_1, g_2, \dots, g_{N_g}\}$ навчальних груп;

в) множина $P = \{p_1, p_2, \dots, p_{N_p}\}$ викладачів;

г) множина $A = \{a_1, a_2, \dots, a_{N_a}\}$ аудиторій, що є у розпорядженні вищого навчального закладу;

д) множина $T = \{t_1, t_2, \dots, t_{N_t}\}$ часових інтервалів (пар).

де N_d - число дисциплін навчання, N_g - число навчальних груп, N_p - число викладачів, N_a - число аудиторій, N_t - число пар протягом семестру.

Між даними множинами мають місце зв'язки, що впливають з організаційної структури освітньої системи, що реалізує навчальний процес.

Тому в якості теоретико-множинної моделі розкладу можна розглядати функцію, яка буде показувати декартовий добуток множин $R = D \times G \times P \times A \times T$ на множину $\{0;1\}$:

$$r : D \times G \times P \times A \times T \rightarrow \{0;1\}$$

Причому $r(d_i, g_l, p_m, a_j, t_k) = 1$ означає, що заняття d_i з дисципліни для групи g_l проводяться викладачем p_m в аудиторії a_j під час пари t_k .

Варто зазначити, що в розглянутій моделі не відображена інформація про вид занять (лекційне, практичне, лабораторне) і не врахована можливість проведення занять різних видів по одній і тій же дисципліні різними викладачами.

Враховуючи велику розмірність і різноманітність вихідної інформації доцільно використовувати для її подання прийом агрегування і декомпозиції. Це дозволить структурувати вихідну інформацію, а саме, подати її в вигляді сукупності об'єктів із зазначенням існуючих між ними зв'язків. Розглянемо більш детально використання зазначених процедур при описі об'єктів «викладачі», «аудиторії», «часові інтервали», «дисципліни» і «групи».

Проведемо опис об'єкта розкладу занять «аудиторії».

Можна здійснити класифікацію всіх аудиторій (множина A), що є в розпорядженні вищого навчального закладу, на три види:

- аудиторії для проведення лекційних занять (множина A_b);
- аудиторії для проведення практичних занять (множина A_s);
- аудиторії для проведення лабораторних занять (множина A_l).

Очевидно, що $A = A_b \cup A_s \cup A_l$.

Для формального опису j -ї аудиторії, розташованої в v -му навчальному корпусі під номером s , яка має тип $type$ введемо в розгляд 3-арний кортеж:

$$A = \{a_j\}, a_j = (a_v^j, a_s^j, a_{type}^j), j = \overline{1, N_a} \quad (2.1)$$

де індекс $type$ приймає значення «велика», «середня», «мала», «лабораторна».

Опис об'єкта «часові інтервали занять (пари)».

Розклад в ВНЗ зазвичай складається на один семестр. Для кожної спеціальності відомо число тижнів навчання, число навчальних днів у тижні і число пар в один день.

Часові інтервали (пари) проведення занять пропонується описувати у вигляді множини $T = \{t_k\}$, кожен елемент якого являє собою 3-арний кортеж виду:

$$T = \{t_k\}, t_k = (t_w^k, t_d^k, t_p^k), \quad (2.2)$$

де

$t_w^k = \overline{1, N_{week}}$ – номер тижня;

$t_d^k = \overline{1, N_{dpw}}$ – номер дня тижня;

$t_p^k = \overline{1, N_{cpd}}$ – номер пари протягом дня;

N_{dpw} – число днів в тижні;

N_{cpd} – число пар протягом одного дня.

Опис групи об'єктів «дисципліни», «викладачі», «навчальні групи».

На основі наявної інформації про навчальне навантаження викладачів, навчальні групи та навчальні плани спеціальностей можна сказати, що об'єкти D, P, G однозначно визначають, які саме заняття по яких дисциплінах і в яких групах повинен провести певний викладач.

З огляду на існуючі між цими об'єктами зв'язки, є можливим створення нової структури, яку можна назвати агрегованим об'єктом - «заняття» (рис.2.1).

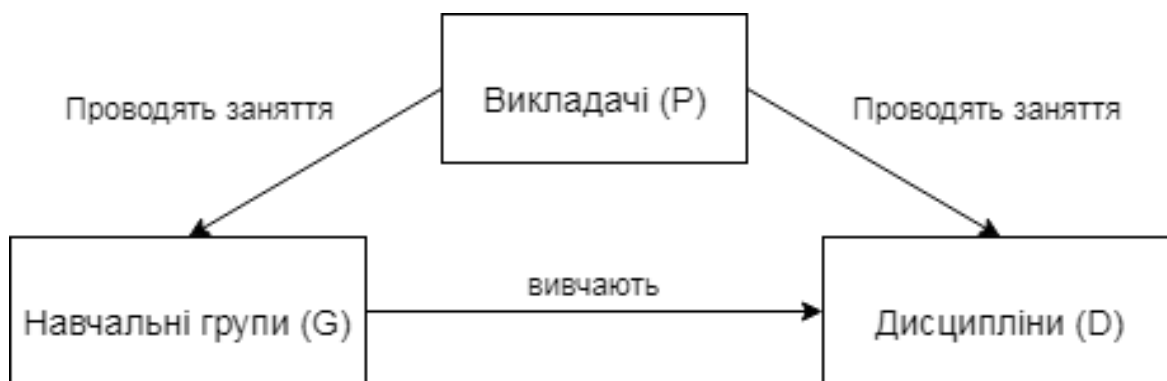


Рисунок 2.1 – Структура «Заняття»

Тоді теоретико-множинний опис об'єкта «заняття» можна представити наступним чином:

$$Z = \{z_i\} = \{z_p^i, z_d^i, z_g^i, z_s^i, z_e^i, z_h^i, z_w^i, z_c^i, z_l^i, z_a^i\} \quad (2.3)$$

Де z_i – i -й елемент множини циклів занять $Z(i = \overline{1, N_c})$; z_p^i – викладач, z_d^i – дисципліна, z_g^i – навчальна група (з множини G) або потік з навчальних груп (множина S), $z_p^i \in G \vee z_g^i \in S$; $z_s^i \in \{0,1\}$ – ознака потокового заняття: якщо $z_s^i = 1$, то даний цикл містить потокові заняття і в такому випадку компонента $z_g^i \in S$, якщо $z_s^i = 0$, то компонента $z_g^i \in G$; $z_e^i \in \{\frac{1}{2}, 1\}$ – ознака полугрупи: якщо $z_e^i = \frac{1}{2}$, то в заняттях даного циклу бере участь тільки половина групи, якщо $z_e^i = 1$, то група повністю; z_h^i – тривалість циклу (кількість занять); $z_w^i \in \{1,2\}$ – інтенсивність занять в циклі: якщо $z_w^i = 1$, то заняття в циклі проводяться 1 раз на тиждень, якщо $z_w^i = 2$, то 1 раз на 2 тижні; z_c^i – число пар одного заняття; z_l^i – параметр, що визначає вид заняття; z_a^i – код допустимої множини аудиторій.

Отже, на основі проведених процедур декомпозиції і агрегування при складанні розкладу будемо оперувати такими трьома множинами об'єктів:

$$Z = \{z_i\}; i = \overline{1, N_c} - \text{множина циклів занять};$$

$$A = \{a_j\}; j = \overline{1, N_a} - \text{множина навчальних приміщень для проведення занять};$$

$$T = \{t_k\}; k = \overline{1, N_t} - \text{множина навчальних одиниць часу протягом семестру (пар)}.$$

З урахуванням (2.1) - (2.3) розклад навчальних занять можна повністю визначити двома векторами α і τ :

$$\begin{aligned} \alpha &= (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i, \dots, \alpha_{N_c}), \\ \tau &= (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_i, \dots, \tau_{N_t}) \end{aligned} \quad (2.4)$$

де $\alpha_i \in A$ – код аудиторії, призначеної циклу занять z_i , $\tau_i \in T$ – код пари, що призначена першому заняттю з циклу занять z_i , $i = \overline{1, N_c}$.

Всі вимоги, що пред'являються до розкладу навчальних занять, умовно можна поділити на дві групи: обов'язкові і бажані.

До першої групи належать вимоги, невиконання яких унеможливує здійснення

навчального процесу. Ці вимоги будемо розглядати в якості обмежень оптимізаційної задачі складання розкладу.

Друга група включає в себе вимоги, виконання яких є бажаним. До числа цих вимог відносяться: дотримання рівномірності розподілу занять протягом тижня, дотримання відповідності між характером занять і часовим інтервалом їх проведення (наприклад, лекції бажано проводити на початку навчального дня і т. д.); врахування побажань викладачів щодо свого розкладу занять; вимоги, пов'язані із забезпеченням комфорту викладачів і студентів, а також специфікою ВНЗ (наприклад, мінімізація кількості переходів з одного навчального корпусу в інший). Ці вимоги будемо розглядати в якості критеріїв.

Проведемо опис обмежень, що використовуються в даній математичній моделі.

1) Відсутність накладок для навчальних груп.

$$\begin{aligned} \forall (g_j, t_k) : g_j \in G, t_k \in T \\ \sum_{e \in Z^{g_j} \cap Z^{t_k}} z_e^i \leq 1 \end{aligned} \quad (2.5)$$

де Z^{g_j} - множина циклів, в яких бере участь група g_j , Z^{t_k} - множина циклів, що «займають» пару t_k . Таким чином, для кожної впорядкованої двійки (група, пара), сума компонент z_e^i циклів з множини $Z^{g_j} \cap Z^{t_k}$ не перевищує 1. Це означає, що під час даної пари ця група студентів або присутня на одному занятті цілком, або обидві підгрупи цієї групи присутні на двох заняттях, або одна з підгруп присутня на одному занятті; або дана група під час даної пари вільна.

Пояснимо умову виділення діапазону для підсумовування. Заняття, об'єднані в цикли, можуть бути не поточковими ($z_s^i = 0$) або поточковими ($z_s^i = 1$).

В першому випадку достатньо перевірити, чи збігається код групи, що бере участь в циклі занять (z_g^i) з кодом групи g_j .

У другому випадку компонента z_g^i є кодом потоку, тобто множини груп, і необхідно перевірити, чи входить група g_j в потік z_g^i .

Отримаємо

$$Z^{g_j} = \{z_i : (z_m^i = 0) \wedge (z_g^i = g_j) \vee (z_m^i = 1) \wedge (g_j \in z_g^i)\}.$$

Компонента τ_i вказує на номер пари протягом семестру, що присвоєна першому заняттю циклу z_i . Однак кожен цикл z_i в загальному випадку займає не одну, а кілька пар.

Номер тижня пари t_k , що «займається» циклом z_i , повинен відповідати умові $\tau_w^i \leq t_w^k \leq \tau_w^i + (z_h^i - 1) \cdot z_w^i$ в будь-якому випадку (і при $z_w^i = 1$, і при $z_w^i = 2$). Крім того, в випадку, коли заняття проводяться через тиждень ($z_w^i = 2$), номер тижня пари t_k повинен бути парним при парному значенні τ_w^i і непарним при непарному τ_w^i ($\tau_w^i \bmod 2 = t_w^k \bmod 2$).

Номер дня пари t_k повинен збігатися з номером дня, присвоєним циклу ($t_d^k = \tau_d^i$), а номер пари протягом дня (t_p^k) повинен збігатися з номером пари протягом дня, присвоєним циклу ($t_p^k = \tau_p^i$). Або, у разі, коли одне заняття циклу містить дві пари ($z_c^i = 2$), - з наступним номером пари ($t_p^k = \tau_p^i + 1$).

Отримуємо наступну формулу.

$$Z^{t_k} = \{z_i : ((\tau_w^i \leq t_w^k \leq \tau_w^i + (z_h^i - 1)z_w^i) \wedge ((z_w^i = 1) \vee (z_w^i = 2) \wedge (\tau_w^i \bmod 2 = t_w^k \bmod 2))) \wedge (t_d^k = \tau_d^i) \wedge ((t_p^k = \tau_p^i) \vee (z_c^i = 2) \wedge (t_p^k = \tau_p^i + 1))\};$$

2) Відсутність накладок для аудиторій.

$$\begin{aligned} \forall (a_r, t_k) : a_r \in A, t_k \in T \\ (\exists z_i : (\alpha_i = a_r) \wedge (z_i \in Z^{t_k})) \vee (\neg \exists z_i : ((\alpha_i = a_r) \wedge (z_i \in Z^{t_k}))) \end{aligned} \quad (2.6)$$

де Z^{t_k} - множина циклів занять, «які займають» пару t_k .

Таким чином, для кожної впорядкованої двійки (аудиторія, пара), або існує єдиний цикл занять, якому присвоєна дана аудиторія і який «займає» дану пару, або такого циклу не існує, тобто аудиторія вільна.

3) Відсутність накладок для викладачів.

$$\begin{aligned} & \forall (p_u, t_k) : p_u \in P, t_k \in T \\ & (\exists! z_i : (z_p^i = p_u) \wedge (z_i \in Z^{t_k})) \vee (\neg \exists z_i : ((z_p^i = p_u) \wedge (z_i \in Z^{t_k}))) \end{aligned} \quad (2.7)$$

де Z^{t_k} - множина циклів занять, «які займають» пару t_k .

4) Відсутність «вікон» для груп студентів.

Введемо в розгляд множину навчальних днів $B = \{b_1, b_2, \dots, b_{N_{day}}\}$

Кожен елемент даної множини b_v ($v = \overline{1, N_{day}}$) являє собою множину:

$$b_v = \{t_q \in T : t_d^q = b_v\}.$$

Тоді дане обмеження можна записати так:

$$\begin{aligned} & \forall (b_v, g_j) : b_v \in B, g_j \in G \\ & \left(\sum_{i \in I_{g_j}^{b_v}} \left[z_e^i \right]_{\tau_c^i} = t_{\max}^{b_v}_{g_j} - t_{\min}^{b_v}_{g_j} + 1 \right) \wedge (\forall t : t_{\min}^{b_v}_{g_j} \leq t \leq t_{\max}^{b_v}_{g_j} \\ & \quad \sum_{i: z_i \in Z^{g_j} \wedge \tau_p^i = t} z_e^i = 1) \end{aligned} \quad (2.8)$$

де $I_{g_j}^{b_v} = \{i : (z_i \in Z^{g_j}) \wedge (\tau_d^i = b_v)\}$ множина номерів циклів, в яких одне з

занять проводиться в день b_v для групи g_j ;

$t_{\min}^{b_v}_{g_j} = \min_{i \in I_{g_j}^{b_v}} \tau_p^i$ $t_{\max}^{b_v}_{g_j} = \max_{i \in I_{g_j}^{b_v}} \tau_p^i$ – мінімальний (максимальний) номер пари

протягом дня b_v серед пар, що проводяться в цей день для групи g_j ;

$$I_{b_v g_j}^{\tau_p^i} = \left\{ i \left(i \in I_{g_j}^{b_v} \right) \wedge \left(\sum_{m: (z_m \in I_{g_j}^{b_v}) \wedge (\tau_p^m = \tau_p^i)} z_e^m = 1 \right) \right\};$$

$$t_{\min}^{b_v} = \min_{i \in I_{b_v g_j}^i} \tau_p^i \left(t_{\max}^{b_v} = \max_{i \in I_{b_v g_j}^i} \tau_p^i \right)$$

На відміну від величини $t_{\min}^{b_v}$ ($t_{\max}^{b_v}$) на діапазон циклів накладається додаткова умова: в парі τ_p^i дня b_v повинна бути задіяна вся група g_j .

Таким чином, для кожної впорядкованої двійки (день, група), по-перше, число пар має дорівнювати величині $t_{\max}^{b_v} - t_{\min}^{b_v} + 1$, по-друге, починаючи з першої пари, «що займає» всю групу, у всіх наступних парах дня також повинна бути зайнята вся група. Друга частина виражає вимогу відсутності «вікон» для підгруп.

5) Число проведених пар протягом дня для кожної навчальної групи не повинне перевищувати задане.

$$\begin{aligned} \forall (b_v, g_j) : b_v \in B, g_j \in G \\ \sum_{i \in I_{g_j}^{b_v}} z_e^i \cdot z_c^i \leq N_{ppd} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Де N_{ppd} – число пар на день.

6) Відповідність типу аудиторії виду заняття.

$$\forall z_i \in Z \alpha_i \in A^{z_a^i} \quad (2.10)$$

Тобто для кожного блоку занять $z_i \in Z$ аудиторія виділяється тільки з допустимої підмножини аудиторій, код якого зберігається в компоненті z_a^i вектора z_i .

7) Необхідність проведення запланованих на семестр занять в повному обсязі.

$$\forall z_i \in Z 1 \leq \tau_w^i \leq N_{week} - ((z_h^i - 1) \cdot z_w^i + 1) - 1 \quad (2.11)$$

Де $(z_h^i - 1) \cdot z_w^i + 1$ – довжина циклу в тижнях з врахуванням інтенсивності.

Тепер сформулюємо задачу складання розкладу навчальних занять. Для заданих множин A, T, Z потрібно знайти такий розклад (α, τ) (2.4), яке задовольняє обмеженням (2.5) - (2.11) і мінімізує значення критерію P втрат «якості» розкладу.

$$P = f(\alpha, \tau) = \sum_{i=1}^N c_i w_i(\alpha, \tau)$$

Де c_i – коефіцієнт штрафу за невиконання i -ї вимоги, w_i – оцінка, що визначає ступінь невиконання i -ї вимоги.

2.2 Опис використаного алгоритму для розв'язання задачі складання розкладу занять

Після проведення аналізу існуючих методів розв'язання задачі складання розкладу занять було прийнято рішення про доцільність використання в даній роботі імітаційного методу, трохи допрацювавши його для отримання оптимального рішення і методу лінійного програмування, оскільки він дозволяє більш гнучко і оптимально налаштувати, і дотримати всі обмеження, присутні у вихідній задачі. Методи логічного програмування не підходять для цієї мети, оскільки при збільшенні обсягів початкових даних ці методи почнуть давати збої, тобто, наприклад, цілочисельний симплексний метод на обсягах понад 5000 змінних вже не дає рішення, а метод логічного програмування не буде вкладатися в терміни.

Тому для вирішення завдання доцільним є використання змішаного алгоритму, який дозволяє об'єднати кращі сторони цих алгоритмів.

Зазначимо деякі основні вимоги, що пред'являються до обраного алгоритму:

- розклад занять формується з розрахунку не більше 4 пар на день;
- розклад складається на п'ятиденний навчальний тиждень;
- формування розкладу відбувається з врахуванням всіх введених обмежень;
- вказівка бажаних аудиторій для проведення занять у певних групах.

Введемо наступні жорсткі обмеження, що повинні використовуватися в даному алгоритмі:

- один лектор повинен в один час проводити лекцію лише в одній аудиторії;
- одна група в будь-який час може мати тільки одне заняття;

– одна аудиторія в будь-який момент може використовуватися тільки під одне заняття.

Обмежимося цим переліком для забезпечення реальності побудови розкладу. Наприклад, до переліку жорстких умов можна було б віднести наступне: після проведення кожного заняття аудиторія має бути вільною впродовж 2-х часових інтервалів (пар). В даному випадку, якщо кількість аудиторій невелика, а число занять істотне, може трапитись, що всі можливі розклади будуть порушувати жорсткі обмеження, тобто задача взагалі не матиме розв'язання.

Серед нежорстких обмежень введемо мінімізацію кількості «вікон» в індивідуальних розкладах студентів та викладачів.

Загальна схема алгоритму складання розкладу представлена на рисунку 2.2.

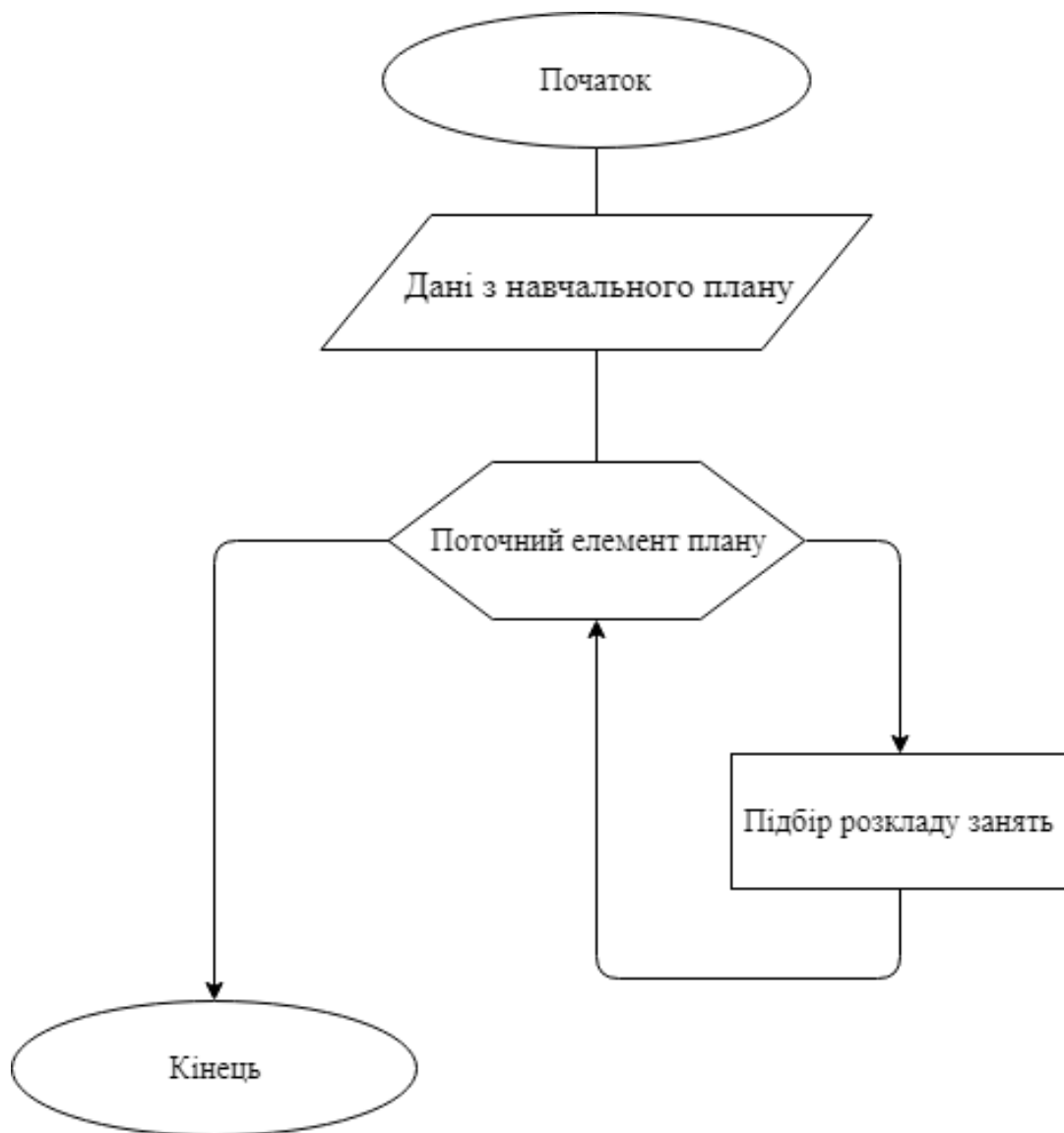


Рисунок 2.2 – Схема алгоритму складання розкладу

1. В якості вхідних даних для формування розкладу використовується наступна інформація:

- дані про наявний аудиторний фонд із зазначенням номеру аудиторії;
- список академічних груп із зазначенням назви групи;
- навчальне навантаження викладачів. Вказується індивідуальне навчальне навантаження викладачів з прив'язкою до груп та дисциплін.

2. Проводиться первинна обробка даних, що включає здійснення вибірки всіх академічних груп (заздалегідь визначених на першому етапі), навчальних дисциплін та даних про викладачів.

3. Здійснюється визначення кількості занять на тиждень з певної дисципліни використовуючи дані, отримані з розподілу навчального навантаження. При цьому враховується кількість годин на проведення лекційних, практичних занять та лабораторних робіт.

4. Відбувається вибір чергової академічної групи з переліку, що був сформований у пункті 2, та здійснюється вибірка дисциплін, що викладаються для даної групи. Необхідні дані обираються з розподілу навчального навантаження.

5. Здійснюється підбір розкладу занять у відповідності з поставленими умовами (обмеження на кількість пар в день, умова «мінімальної кількості вікон» тощо). Тобто відбувається пошук вільних пар для викладача і групи у певний день тижня. При цьому зв'язка викладач-група витягується з даних навчальних планів.

У випадку, коли вільна пара не знайдена, видається помилка про неможливість проведення заняття в даний день тижня. Заняття повинне бути перенесено на наступний день.

6. Для знайдених вікон проводиться визначення вільної аудиторії з урахуванням специфіки занять. У разі відсутності розв'язання видається помилка. При цьому необхідно переглянути початкові умови задачі - дані з навчальних планів і обмеження, що висуваються до розкладу.

7. Далі здійснюється вибір наступної дисципліни. Якщо перелік дисциплін, що викладаються для даної групи закінчився, то відбувається вибір наступної академічної групи. Після чого проводиться перехід до пункту 4.

2.3 Приклад застосування алгоритму

На першому етапі відбувається введення початкових умов для формування розкладу, до яких відносять:

- максимальну кількість пар на день ($\$maxCountPara = 4$);
- номер останнього навчального дня тижня ($\$lastDay = 5$);
- початковий день тижня, для якого відбувається складання розкладу ($\$currentDay = 1$);
- номери пріоритетних аудиторій для проведення занять ($\$currentAuditory = 1$, $\$lastAuditory = 4$).

Проводиться розрахунок кількості пар на тиждень для кожної дисципліни, враховуючи вид заняття (лекція, практичне заняття або лабораторні роботи). Наприклад, $\$lk = \text{intval}(\$row["hours_lk"]) / 28$.

Наступним кроком є підбір коректного розкладу занять з врахуванням введених початкових умов та обмежень. Наведемо загальний алгоритм процесу формування розкладу з використанням програмного коду, створеного мовою PHP.

а) Проводиться підбір дня тижня для проведення заняття.

```

$currentDay = calculateDay($idGroup, $currentDay);
echo "Найденный день недели: " . $currentDay . "<br>";
if ($currentDay != 0) {
    $placeFound = true;
    echo "Условие1 выполнено. День найден<br>";
}
else {
    $currentDay=1;
    $placeFound = false;
    continue;
}

```

б) Здійснюється вибір часового проміжку для проведення заняття (номеру пари).

```

$currentPara = calculatePara($idGroup, $currentDay, $currentPara);
echo "Найденная пара: " . $currentPara . "<br>";
if ($currentPara != 0) {
    $placeFound = true;
    echo "Условие2 выполнено. Пара найдена<br>";
}
else {
    $currentDay++;
    $currentPara = 1;
}

```

```

        $placeFound = false;
        continue;
    }

```

в) Здійснюється підбір вільної аудиторії для проведення заняття.

```

$currentAuditory = calculateAuditory($currentAuditory, $currentDay,
$currentPara);

```

```

echo "Найденная аудитория: " . $currentAuditory . "<br>";

```

```

if ($currentAuditory != 0) {
    $placeFound = true;
    echo "Условие3 выполнено. <br>";
}
else {
    $currentPara++;
    $placeFound = false;
    continue;
}

```

г) Перевірка, чи вільний викладач в даний часовий проміжок.

```

if (isFreePrepod ($idPrepod, $currentDay, $currentPara)){
    $placeFound = true;
    echo "Условие4 выполнено. <br>";
}
else {
    $currentPara++;
    $placeFound = false;
}

```

Приклад сформованого розкладу наведено на рисунку 2.3. В даному випадку відбувається лінійне заповнення даних, при якому всі види занять з певної дисципліни переважно проводяться в один день. Подібний варіант складання розкладу в більшості випадків є прийнятним, оскільки враховує наступні аспекти:

– практичні та лабораторні заняття з певної дисципліни доцільно проводити після лекційних занять;

– не рекомендується проводити більше трьох практичних або/та лабораторних занять на день;

– в процесі формування розкладу необхідно рівномірно розподіляти кількість занять за днями тижня, бажано уникати наявності «вікон» для академічних груп та викладачів.

ІД-17				
Понеділок				
1	Інтелектуальні інформаційні системи	ЛК	Давиденко В.М.	У1-214
2	Інтелектуальні інформаційні системи	ПЗ	Давиденко В.М.	У1-214
3	Програмування	ЛК	Сітак І.В.	У1-225
4	Програмування	ПЗ	Сітак І.В.	У1-225
Вівторок				
1	Методи оптимізації і дослідження операцій	ЛК	Баранов Ю.С.	У1-213
2	Методи оптимізації і дослідження операцій	ПЗ	Баранов Ю.С.	У1-213
3	Математичний аналіз	ЛК	Давиденко В.М.	У1-225
4	Математичний аналіз	ПЗ	Давиденко В.М.	У1-225
Середа				
1	Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ЛК	Сітак І.В.	У1-225
2	Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ПЗ	Сітак І.В.	У1-214
3	Філософія	ЛК	Шапкін В.П.	У1-214
4	Філософія	ПЗ	Шапкін В.П.	У1-225
Четвер				
2	Педагогічна антропологія	ЛК	Сітак І.В.	У1-214
3	Педагогічна антропологія	ЛБ	Сітак І.В.	У1-214
4	Педагогічна антропологія	ПЗ	Сітак І.В.	У1-214

Рисунок 2.3 – Сформований розклад занять

Для попередження ситуації проведення всіх видів занять з дисципліни в один навчальний день до алгоритму можна додати ще одне обмеження на розклад, а саме заборонити проведення двох пар однієї дисципліни в один день.

```

if (isNotTwoParas ($sidGroup, $currentDay, $sidDiscipline)){
    $placeFound = true;
    echo "Условие5 выполнено. <br>";
}
else {
    $currentDay++;
    $placeFound = false;
}

```

З врахуванням заданого обмеження згенерований розклад матиме наступний вигляд (рис.2.4).

ІД-16				
Понеділок				
1	Інформаційна культура	ПЗ	Матейко Т.М.	У1-214
2	Фармацевтичне правознавство	ПЗ	Баранов Ю.С.	У1-213
3	Природоохоронне законодавство та екологічне право	ЛК	Давиденко В.М.	У1-213
Вівторок				
2	Природоохоронне законодавство та екологічне право	ПЗ	Давиденко В.М.	У1-213
3	Інформаційна культура	ЛБ	Матейко Т.М.	У1-213
4	Основи педагогічної майстерності	ЛК	Давиденко В.М.	У1-213
Четвер				
2	Політологія	ЛК	Матейко Т.М.	У1-213
3	Педагогічна антропологія	ЛК	Сітак І.В.	У1-213
4	Інформаційна культура	ЛК	Матейко Т.М.	У1-213
П'ятниця				
1	Педагогічна антропологія	ПЗ	Сітак І.В.	У1-225
2	Основи педагогічної майстерності	ПЗ	Давиденко В.М.	У1-225
3	Політологія	ПЗ	Матейко Т.М.	У1-225
4	Фармацевтичне правознавство	ЛК	Баранов Ю.С.	У1-225

Рисунок 2.4 – Розклад занять з врахуванням обмеження кількості пар однієї дисципліни на день

Варто зазначити, що у такому випадку відбувається більш рівномірний розподіл навчального навантаження для академічних груп, проте для викладачів такий варіант не є оптимальним, оскільки в деяких випадках передбачає проведення лише однієї пари на день (див. рис.2.5).

Сітак І.В.				
Понеділок				
2	Програмування	ЛК	ІД-17	У1-225
Вівторок				
3	Програмування	ПЗ	ІД-17	У1-225
Середа				
1	Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ЛК	ІД-17	У1-225
2	Політологія	ЛК	ІД-15	У1-214
3	Педагогічна антропологія	ЛК	ІД-17	У1-225
Четвер				
3	Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ПЗ	ІД-17	У1-214
4	Політологія	ПЗ	ІД-15	У1-214
П'ятниця				
1	Педагогічна антропологія	ЛБ	ІД-17	У1-214

Рисунок 2.5 – Розклад занять викладача

Існує ще один варіант модифікації даного алгоритму, при якому початкові дані для формування розкладу (поточний день тижня, номер пари та аудиторії) задаються випадковим чином з врахуванням заданих обмежень.

```
$currentDay = rand(1,$lastDay);
```

```
$currentPara = rand(1,$maxCountPara);
```

```
$currentAuditory = rand(1,$lastAuditory);
```

Приклад розкладу занять, створеного з використанням даного способу представлено на рисунку 2.6.

ІД-17				
Понеділок				
1	Педагогічна антропологія	ПЗ	Сітак І.В.	У1-214
2	Педагогічна антропологія	ЛК	Сітак І.В.	У1-214
4	Філософія	ЛК	Шапкін В.П.	У1-225
Вівторок				
1	Педагогічна антропологія	ЛБ	Сітак І.В.	У1-214
4	Методи оптимізації і дослідження операцій	ПЗ	Баранов Ю.С.	У1-225
Середа				
1	Філософія	ПЗ	Шапкін В.П.	У1-225
2	Програмування	ЛК	Сітак І.В.	У1-225
3	Інтелектуальні інформаційні системи	ПЗ	Давиденко В.М.	У1-225
4	Програмування	ПЗ	Сітак І.В.	У1-225
Четвер				
3	Методи оптимізації і дослідження операцій	ЛК	Баранов Ю.С.	У1-214
4	Інтелектуальні інформаційні системи	ЛК	Давиденко В.М.	У1-214
П'ятниця				
1	Математичний аналіз	ЛК	Давиденко В.М.	У1-225
2	Математичний аналіз	ПЗ	Давиденко В.М.	У1-225
3	Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ЛК	Сітак І.В.	У1-225
4	Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ПЗ	Сітак І.В.	У1-214

Рисунок 2.6 – Розклад занять, сформований з використанням початкових даних, заданих випадковим чином

Такий варіант формування розкладу забезпечує розподіл навчального навантаження протягом всього тижня, проте допускає наявність «вікон» для академічних груп, що суперечить обмеженню (2.8), описаному в розглянутій математичній моделі.

Проведемо порівняльний аналіз розкладу занять, сформованого за допомогою алгоритму з використанням статичних початкових даних (Спосіб №1) та початкових даних, заданих випадковим чином (Спосіб №2). Результати представимо у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняльний аналіз алгоритмів

Критерій	Спосіб №1	Спосіб №2
Відсутність накладок для навчальних груп	+	+
Відсутність накладок для аудиторій.	+	+
Відсутність накладок для викладачів.	+	+
Відсутність «вікон» для груп студентів.	+	-
Число проведених пар протягом дня для кожної навчальної групи не повинне перевищувати задане.	+	+
Проведення запланованих на семестр занять в повному обсязі	+	+
Рівномірність розподілу навчального навантаження для академічних груп протягом тижня	+	+
Рівномірність розподілу навчального навантаження для викладачів протягом тижня	+	-

Висновки до розділу 2

1. Виявлено основні сутності задачі складання розкладу занять і виконана їх формалізація.
2. Представлено математичну модель складання розкладу занять у ВНЗ. У моделі враховані обов'язкові обмеження: заняття з одним і тим же викладачем, які проводяться з однією і тією ж групою в одній і тій же аудиторії повинні бути призначені на різні інтервали часу; виконання всіх аудиторних робіт протягом усього планового періоду; відсутність «вікон» для груп студентів.
3. Сформульована задача складання розкладу занять для вищого навчального закладу.
4. Здійснено опис використаного алгоритму для розв'язання задачі складання розкладу занять.
5. Наведено приклад застосування розробленого алгоритму з використанням програмного коду, створеного мовою PHP.

РОЗДІЛ 3

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РОЗКЛАДОМ ЗАНЯТЬ

3.1 Вибір програмних засобів та технологій для розробки інформаційної системи

3.1.1 Система керування базами даних

Одним з найважливіших етапів розробки автоматизованої системи розкладу занять є вибір системи керування базами даних (далі - СКБД). Обраний програмний продукт повинен відповідати як поточним, так і майбутнім потребам навчального закладу, при цьому потрібно враховувати витрати, пов'язані з розробкою і налаштуванням необхідного програмного забезпечення, а також навчання персоналу.

Система керування базами даних повинна відповідати наступним вимогам:

- надійність;
- швидкість;
- простота;
- зручність використання;
- вартість.

Проаналізувавши особливості різних СКБД, був зроблений висновок про доцільність використання в даній роботі СКБД MySQL.

СКБД MySQL – це вільна система керування реляційними базами даних, що використовується, по-перше, при створенні динамічних веб-сторінок, оскільки має гарну підтримку з боку сучасних мов програмування. Сервер MySQL керує доступом до даних, що дозволяє декільком користувачам працювати з ними одночасно, надає можливість швидкого доступу до даних і забезпечує надання доступу лише тим користувачам, що мають на це відповідне право [29]. СКБД MySQL має підтримку великої кількості типів таблиць (InnoDB, MyISAM тощо), а завдяки відкритій архітектурі і GPL-ліцензуванню, в MySQL постійно з'являються нові типи таблиць. Процес керування базами даних за допомогою MySQL є дуже зручним, що зробило дану систему дуже популярною.

До основних переваг сервера MySQL можна віднести такі:

- простота встановлення та використання;
- підтримка необмеженої кількості користувачів, що можуть одночасно працювати із базою даних;
- висока швидкість виконання запитів;

– наявність простої і ефективної системи безпеки.

Основною перевагою СКБД MySQL для розробників є те, що використання системи є безкоштовним. Для розробки малих і середніх додатків використання даної системи є оптимальним.

Для зручного управління базами даних розробленої інформаційної системи було обрано програму phpMyAdmin.

phpMyAdmin – веб-додаток з відкритим кодом на мові PHP із графічним веб-інтерфейсом для адміністрування СКБД MySQL. phpMyAdmin дозволяє з використанням браузера здійснювати адміністрування сервера MySQL, виконувати запити SQL, проводити перегляд та редагування вмісту таблиць бази даних[30,39].

Основними можливостями середовища phpMyAdmin є:

- інтуїтивно зрозумілий веб-інтерфейс;
- підтримка великої кількості функцій MySQL;
- підтримка імпорту даних з CSV і SQL;
- здійснення експорту в різні формати;
- підтримка адміністрування декількох серверів;
- генерація схем баз даних у форматі PDF;
- управління користувачами MySQL і їх привілеями;
- проведення пошуку в базі даних.

Через те, що додаток поширюється під ліцензією GNU General Public License, інші розробників інтегрують його у свої проекти, наприклад XAMPP, Denwer, Open Server. На сьогоднішній день phpMyAdmin досить широко використовується на практиці. Це пов'язано з тим, що розробники інтенсивно розвивають свій продукт, враховуючи всі нововведення СКБД MySQL.

3.1.2 Засоби для розробки web-інтерфейсу

3.1.2.1 Аналіз можливостей PHP

Для забезпечення реалізації бізнес-логіки на стороні сервера було вирішено використати мову програмування PHP.

PHP (Hypertext Preprocessor) – скриптова мова програмування, що створена для генерації HTML-сторінок на стороні веб-сервера. На сьогоднішній день PHP є однією з найпопулярніших мов, що використовуються в галузі веб-розробок[31].

Популярність мови PHP обумовлена п'ятьма важливими характеристиками: традиційність, простота, ефективність, безпека та гнучкість. За допомогою використання

PHP можна здійснювати динамічне формування веб-сторінок, а також неважко організувати інтерфейс до баз даних. Мова має порівняно простий синтаксис і невеликий розмір вихідного програмного коду.

У стандартний набір функцій даної мови входить ряд надійних механізмів шифрування. Беззаперечною перевагою PHP є те, що вихідний текст сценаріїв PHP неможна переглянути у браузері, оскільки сценарій компілюється до його відправки за запитом користувача, що також забезпечує безпеку даних.

PHP має безліч інтерфейсів для роботи з базами даних, а саме: вбудовані бібліотеки для роботи з MySQL, PostgreSQL, Oracle, dbm, Hyperware, Informix, InterBase; за допомогою використання стандарту відкритого інтерфейсу зв'язку з базами даних ODBC є можливість підключитися до всіх баз даних, до яких існує драйвер.

З використанням PHP є можливість здійснювати підключення до інших мережних служб, відправляти повідомлення електронної пошти, працювати з cookie-наборами й проводити генерацію PDF-документів.

3.1.2.2 Аналіз можливостей JavaScript

Для надання динамічності веб-сторінкам використано мову Javascript та бібліотеку JQuery.

JavaScript – динамічна, об'єктно-орієнтована мова програмування. Найчастіше використовується як частина браузера, що надає можливість коду на стороні клієнта взаємодіяти з користувачем, керувати браузером, асинхронно обмінюватися даними з сервером, змінювати структуру та зовнішній вигляд веб-сторінки [32,38]. Мова JavaScript також використовується для програмування на стороні сервера, розробки стаціонарних та мобільних додатків, сценаріїв в прикладному програмному забезпеченні тощо.

Найпоширеніше застосування мови – написання сценаріїв для веб-сторінок.

JavaScript також використовується в AJAX, популярному підході до побудови інтерактивних користувальницьких інтерфейсів веб-додатків, що полягає в "фоновому" асинхронному обміні даними між браузером та веб-сервером. При застосуванні AJAX, при оновленні даних веб-сторінка не перезавантажується повністю і інтерфейс веб-додатку стає більш швидким.

До переваг AJAX можна віднести: підвищення інтерактивності і динамічності веб-сторінок через зменшення об'єму інформації, що завантажується; зменшення навантаження на сервер. Крім того, AJAX сприяє покращенню функціональності сайту.

Основними недоліками AJAX є безпека (можливо прочитати вихідний код у браузері), проблеми індексації пошуковими системами.

3.1.2.3 Каскадні таблиці стилів CSS

При розробці дизайну інформаційної системи використано CSS (англ. Cascading Style Sheets – каскадні таблиці стилів)[33].

CSS використовується для визначення кольорів, шрифтів, верстки та інших аспектів вигляду веб-сторінки. Однією з основних переваг є можливість розділення контенту від вигляду документу, що описується в CSS.

Дане розділення призначене для покращення сприйняття та доступності контенту, забезпечення більшої гнучкості та контролю за відображенням контенту в різних умовах, тощо.

Використання CSS передбачає адаптацію контенту до різних умов відображення, зокрема, на екрані монітора, мобільних пристроїв, на екрані телевізора та ін.

У стандарті CSS застосовується принцип каскадності, тобто для елементів вказується лише та інформація про стилі, що змінилася або не визначена більш загальними стилями.

Основними перевагами CSS є:

- дані про стиль для усього сайту або його частин можуть міститися в одному .css-файлі, що дозволяє швидко змінювати дизайн сторінок у разі виникнення необхідності;
- використання різної інформації про стилі для різних типів користувачів (наприклад, збільшений розмір шрифту для користувачів з послабленим зором, стиль для мобільних пристроїв);
- прискорення завантаження сторінок, за рахунок їх більшої структурованості і зменшення обсягів інформації, що передається, навантаження на сервер та канал передачі. Досягається через те, що сучасні браузери здатні кешувати інформацію про стилі і використовувати її для всіх сторінок, а не завантажувати для кожної окремо.

3.1.3 Засоби для розробки Android-додатку

3.1.3.1 Середовище розробки Android Studio

Розробка додатку для пристроїв на базі операційної системи Android в рамках даної магістерської роботи проводилася з використанням інтегрованого середовища розробки (IDE) Android Studio. Середовище Android Studio створено мовою програмування Java та

засноване на програмному забезпеченні IntelliJ IDEA від компанії JetBrains[34-35]. Android Studio є адаптованим для виконання завдань, що вирішуються в процесі розробки додатків для платформи Android, що і стало основною причиною вибору цього середовища розробки.

До інших відмінних рис даного IDE відносяться:

- наявність безлічі помічників і шаблонів для загальних елементів програмування для Android;
 - наявність нових інструментів для упаковки і маркування коду;
 - можливість перегляду зовнішнього вигляду програми одночасно на різних пристроях Android з різними настройками і дозволом екрану;
 - висока гнучкість процесу розробки за рахунок використання системи автоматичної збірки Gradle, що підтримує використання засобів безперервної інтеграції.
 - для прискорення розробки додатків використовується колекція типових елементів інтерфейсу і візуальний редактор для їхнього компонування, що надає можливість зручного попереднього перегляду різних станів інтерфейсу додатка;
 - наявність вбудованих функції завантаження типових прикладів коду з GitHub.
- Окрім цього, дане середовище розробки є досить простим у використанні і надійним.

3.1.3.2 Мова програмування Java

Написання вихідного коду додатку відбувалося з використанням мови програмування Java за допомогою JDK (англ. Java Development Kit) - комплексу розробника мовою Java, що включає компілятор Java, стандартні бібліотеки, документацію, утиліти і виконавчу систему Java (англ. JRE - Java Runtime Environment) [36].

На даний час мова Java широко використовується при створенні мобільних додатків під операційну систему Android. В даному випадку програми компілюються в нестандартний байт-код для використання віртуальною машиною. Для проведення компіляції необхідне використання додаткового інструменту, а саме Software Development Kit, що був розроблений представниками компанії Google.

Програми, написані мовою Java, транслюються в байт-код, що виконується віртуальною машиною Java (JVM) - програмою, що проводить обробку байтового коду і передає інструкції обладнанню як інтерпретатор. Серед головних переваг даного способу виконання програм виділяють повну незалежність байт-коду від операційної системи і

устаткування, що дозволяє виконувати Java-додатки на будь-якому пристрої, для якого існує певна віртуальна машина.

Також важливою особливістю технології Java є гнучка система безпеки, оскільки виконання програм повністю контролюється віртуальною машиною. Будь-які операції, що перевищують встановлені повноваження програми (наприклад, спроба несанкціонованого доступу до даних або з'єднання з іншим комп'ютером) викликають негайне переривання.

До недоліків концепції віртуальної машини можна віднести те, що виконання байт-коду віртуальною машиною може знижувати продуктивність програм і алгоритмів, реалізованих мовою Java.

3.1.3.3 Формат обміну даних JSON

В даний час в якості формату обміну даних в мережі Інтернет широко використовуються дві технології: XML і JSON. Певною мірою вони є конкурентами, хоча і створені для різних завдань. У даній роботі при розробці додатка було прийняте рішення про використання формату JSON.

JSON (або JavaScript Object Notation) - це формат обміну даних, який реалізує неструктуроване текстове представлення структурованих даних, засноване на принципі пар ключ-значення і упорядкованих списках [37]. Хоча JSON розпочав своє поширення з JavaScript, він підтримується в більшості мов програмування, або від самого початку, або за допомогою спеціальних бібліотек.

JSON використовується, в першу чергу, для передачі даних між веб-серверами і браузерами або мобільними додатками.

Даний формат має простий дизайн і є гнучким, легким для читання та розуміння. Також JSON забезпечує легкість роботи з даними в більшості мов програмування.

У форматі JSON можна використовувати тільки текстові та числові значення. Двійкові значення явно не допускаються. JSON не має еквівалента CDATA. При цьому є більш економічним, ніж XML, форматом з точки зору розміру даних та за рахунок читабельності.

3.2 Інфологічне проектування

Схема інформаційних потоків, яка визначає систему комунікацій та зв'язків між підрозділами вищого навчального закладу, що беруть безпосередню участь в управлінні розкладом занять, показана на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Схема інформаційних потоків

Процес формування навчальних планів складається з наступних етапів:

- створення заголовку;
- розробка графіку навчального процесу;
- створення переліку дисциплін;
- створення переліку форм державної атестації.

При створенні переліку навчальних дисциплін (рис.3.2) необхідно заповнювати наступні параметри: назва дисципліни, загальна кількість годин на вивчення дисципліни, кількість годин на лекційні, лабораторні та практичні заняття, тощо.

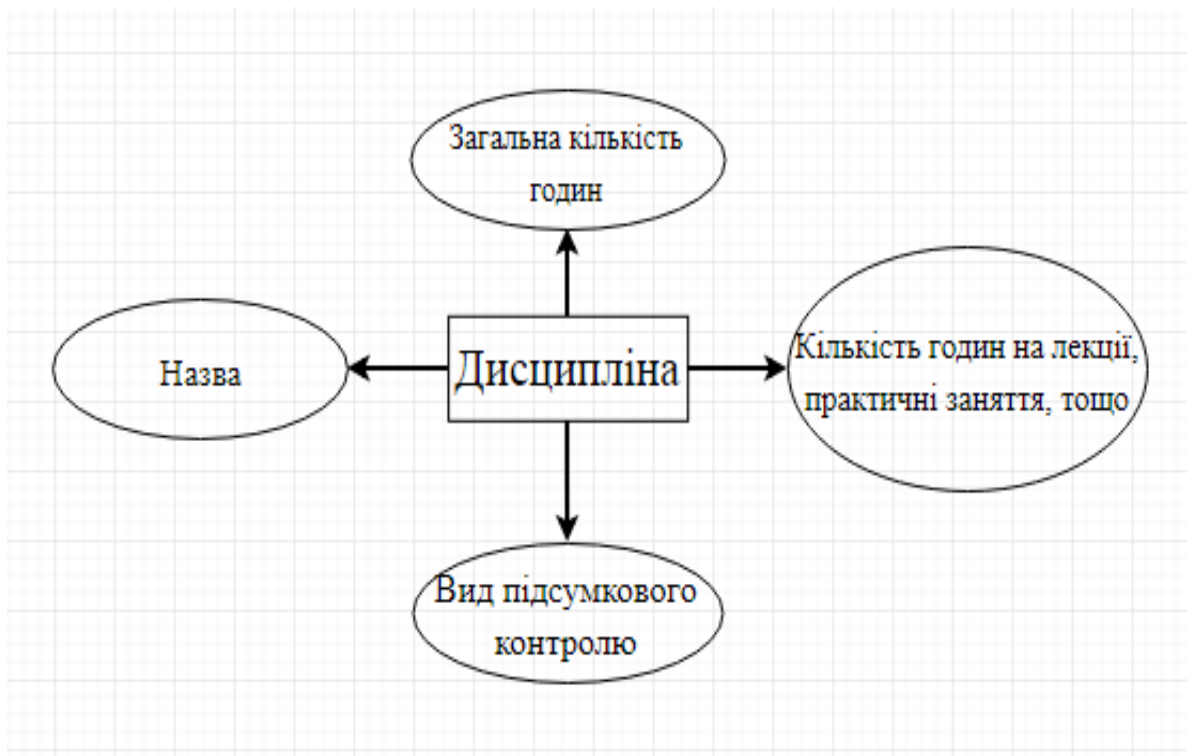


Рисунок 3.2– Структура навчальних дисциплін

Важливим параметром для чіткого розділення дисциплін на державну складову (обов'язкові навчальні дисципліни) та варіативну складову (вибіркові навчальні дисципліни) є тип дисципліни.

Заключним етапом при формуванні навчального плану є створення переліку форм державної атестації.

На основі даних, отриманих з навчального плану, формується робочий навчальний план, з використанням якого відбувається розподіл навчального навантаження на викладачів.

При формуванні індивідуального навантаження викладача потрібно послідовно виконати ряд операцій:

- розрахувати навантаження на кафедрі;
- виконати розподіл загального навантаження між викладачами;
- скласти індивідуальний план викладача.

Модель формування навчального навантаження на кафедрі та викладачів наведена на рисунку 3.3.

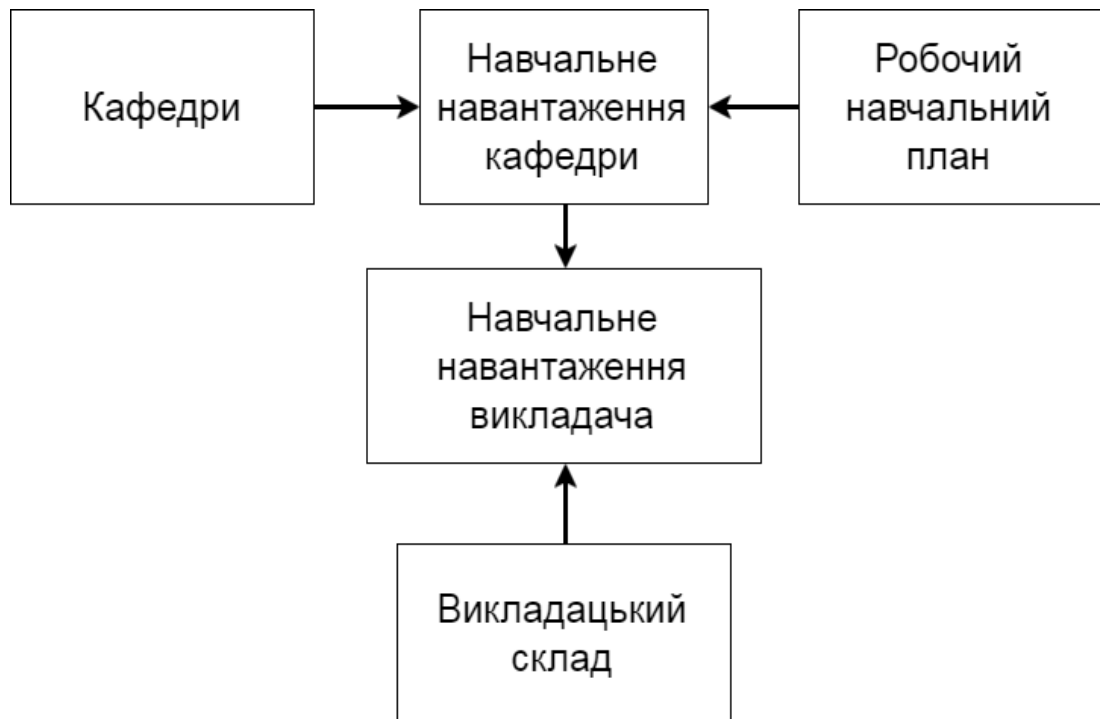


Рисунок 3.3– Модель формування навчального навантаження

В процесі виконання функції розрахунку і розподілу навчального навантаження проводиться взаємодія кафедри з навчальним відділом і деканатом.

На основі даних, отриманих з розподілу навчального навантаження викладачів та навчальних планів відбувається складання розкладу занять на поточний семестр.

3.3 Даталогічне проектування

На етапі проектування системи було створено базу даних, що складається з 13 таблиць, які містять дані про навчальні дисципліни, викладачів, академічні групи, аудиторний фонд ВНЗ, тощо.

Опис деяких основних таблиць наведено у таблиці 3.1. Схема розробленої бази даних представлена на рисунку 3.4.

При створенні бази даних було обране кодування `utf8_general_ci`. Таке кодування дозволяє зберігати в таблицях даних символи кирилиці. Всі таблиці розробленої бази даних мають тип `InnoDB`. Застосування `InnoDB` дозволяє використанню базою даних таких функцій, як транзакція, зовнішні ключі.

Таблиця 3.1– Опис деяких основних таблиць розробленої БД

Назва таблиці	Назва поля	Опис поля
Rozklad_main	Id_rozkl	Первинний ключ, унікальний ключ розкладу
	Id_audit	Зовнішній ключ, унікальний ключ аудиторії
	Id_day	Зовнішній ключ, унікальний ключ дня тижня
	Id_vid	Зовнішній ключ, унікальний ключ виду заняття
	Id_week	Зовнішній ключ, унікальний ключ виду тижня (парний/непарний)
	Id_prepod	Зовнішній ключ, унікальний ключ викладача
	Id_gr	Зовнішній ключ, унікальний ключ групи
	Id_dis	Зовнішній ключ, унікальний ключ дисципліни
	Nomer_para	Номер пари
Plan	Id_np	Первинний ключ, унікальний ключ навчального плану
	Id_fk	Зовнішній ключ, унікальний ключ форми контролю
	Id_dis	Зовнішній ключ, унікальний ключ дисципліни
	Hours	Кількість годин
	Hours_lk	Кількість годин, виділених на лекції
	Hours_pz	Кількість годин, виділених на практичні заняття
	Hours_lb	Кількість годин, виділених на лабораторні роботи
	Id_gr	Зовнішній ключ, унікальний ключ групи
	Id_prepod	Зовнішній ключ, унікальний ключ викладача
prepods	Id_prepod	Первинний ключ, унікальний ключ викладача
	FIO	Прізвище, ім'я по-батькові викладача
	Id_pos	Зовнішній ключ, унікальний ключ посади
	Id_kaf	Зовнішній ключ, унікальний ключ кафедри
discipl	Id_dis	Первинний ключ, унікальний ключ дисципліни
	Name_dis	Назва дисципліни
groups	Id_gr	Первинний ключ, унікальний ключ академічної групи
	Name_gr	Назва групи

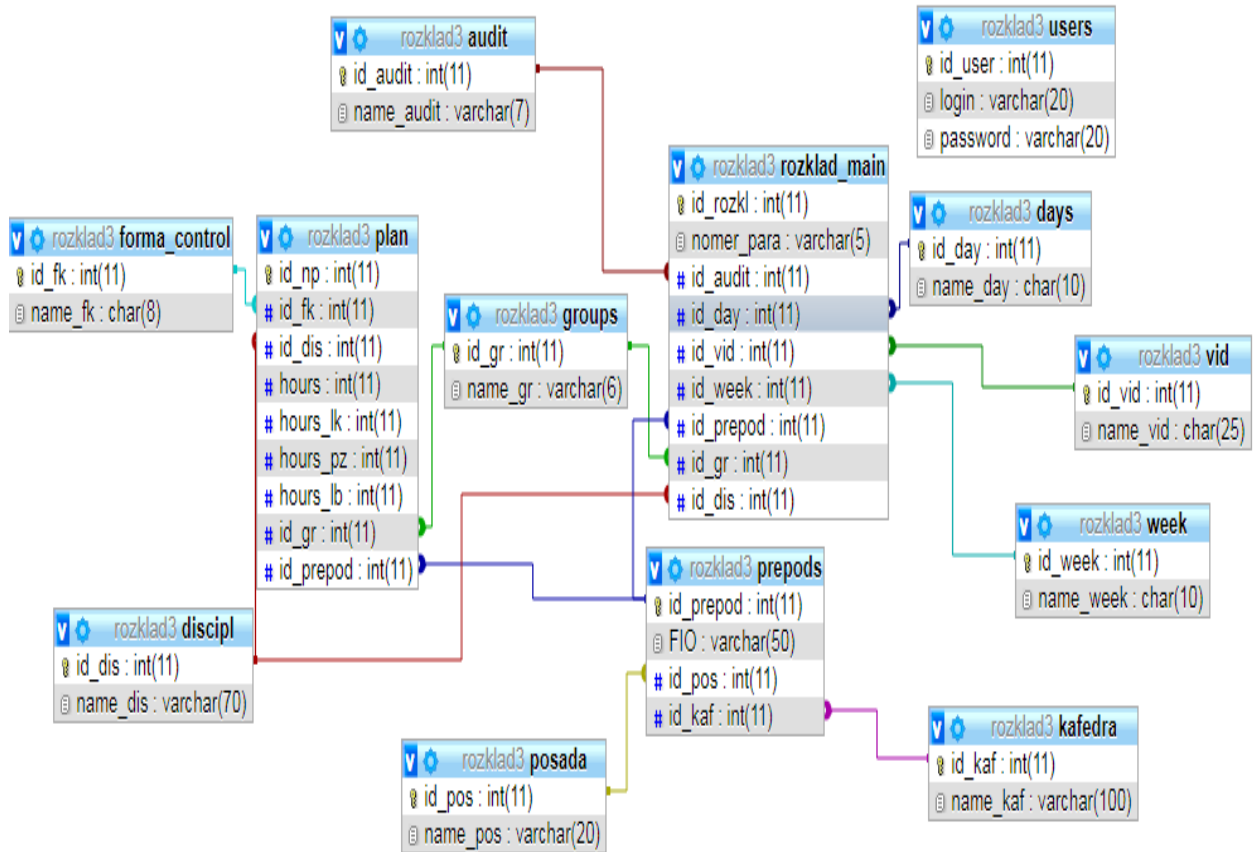


Рисунок 3.4 – Схема бази даних

3.4 Архітектура системи

Розроблена інформаційна система структурно поділяється на 2 підсистеми: підсистема адміністрування розкладу та підсистема перегляду розкладу.

Підсистема адміністрування розкладу розроблена у вигляді web-інтерфейсу. Підсистема перегляду розкладу розроблена у формі Android-додатку.

Система побудована за принципом розподіленості на основі трирівневої архітектури, що передбачає наявність у структурній моделі програмного комплексу трьох компонентів: клієнтського додатку, серверного додатку і бази даних.

Для роботи з користувачами використовується клієнтський додаток, що розташований на першому рівні. Це графічна оболонка для зв'язку з сервером додатків. Тут здійснюється процедура аутентифікації користувача і відбувається передача запитів на сервер додатків та відображення інформації. Мала завантаженість даного рівня

дозволяє використовувати на даному рівні призначені для користувача термінали, що економічно вигідно.

Сервер додатків розташовується на другому рівні. Тут зосереджена велика частина оброблюваних процедур і алгоритмів. Оскільки серверне програмне забезпечення є найбільш ресурсномістким, до технічної оснащення серверної частини пред'являються підвищені вимоги.

Сервер бази даних забезпечує зберігання даних і вноситься на третій рівень.

Схема роботи програмних технологій підсистеми адміністрування розкладу представлена на рисунку 3.5.

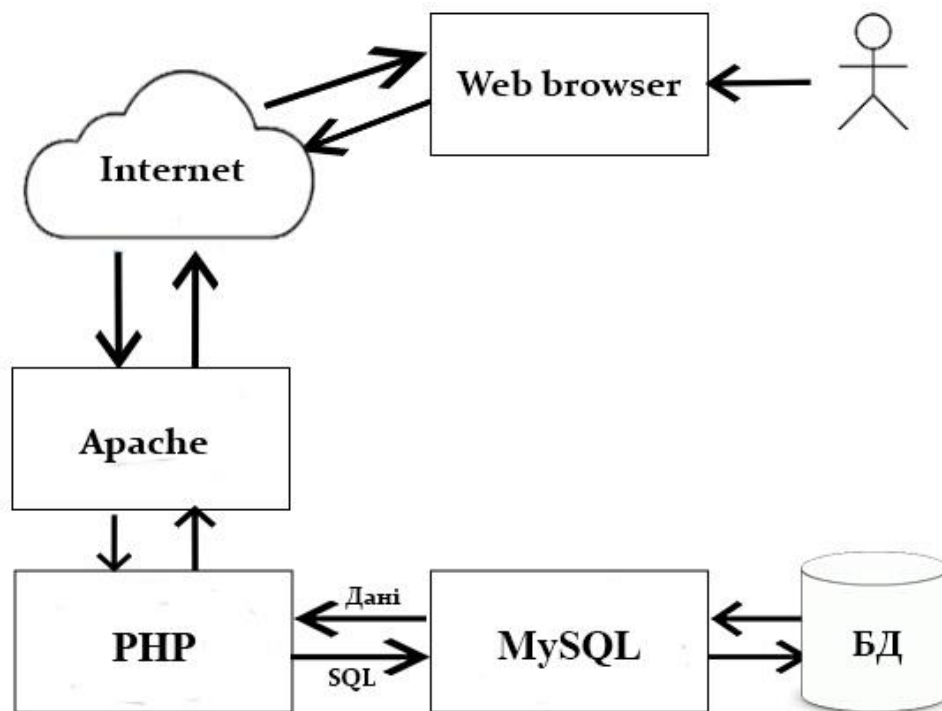


Рисунок 3.5 – Підсистема адміністрування розкладу

При розробці підсистеми перегляду розкладу занять використовується наступна програмна архітектура: Android-додаток взаємодіє з сервером, який за допомогою інтерпретатора PHP взаємодіє з базою даних та генерує json-масив. Отримані дані візуалізуються в Android-додатку. Для створення підсистеми було вирішено використовувати інтегроване середовище розробки Android Studio, що надає всі необхідні засоби для розробки мобільних додатків.

Схема роботи програмних технологій розробленої підсистеми перегляду розкладу представлена на рисунку 3.6.

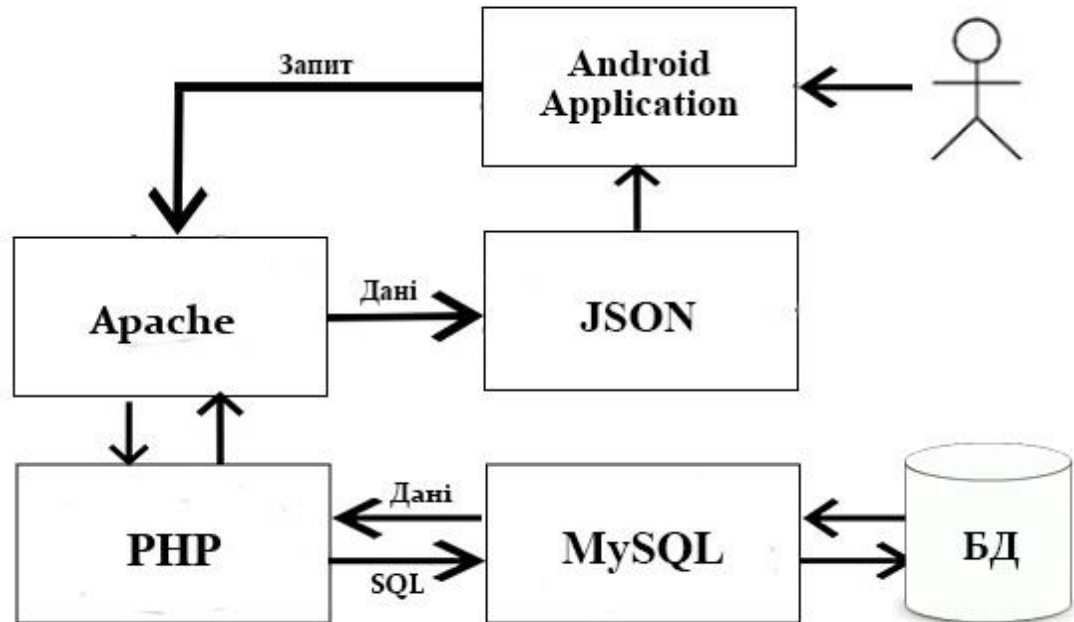


Рисунок 3.6 – Підсистема перегляду розкладу занять

Підсистема перегляду розкладу у формі Android-додатку складається з набору активностей, кожній з яких відповідає вікно додатку. Кожна активність представлена в проекті класом, реалізованим мовою Java. Кожен екран для користувача інтерфейсу представлений класом Activity і по суті є окремою формою додатка.

Функціонально, розроблений додаток складається з наведених нижче активностей.

- Основна активність містить меню та призначена для вибору користувачем категорії, що його цікавить.
- Активність SpisokKafActivity містить перелік кафедр вищого навчального закладу. Після вибору даної активності відбувається перехід в активність SpisokPrActivity, що містить перелік викладачів певної кафедри.
- В активності RaspPrActivity міститься дані про розклад занять викладача.
- Активність RaspGrActivity містить розклад занять для певної академічної групи.

3.5 Функціональні можливості системи

Підсистема адміністрування включає генерацію, редагування та публікацію у відкритий доступ коректного розкладу занять.

Також підсистема адміністрування надає користувачам можливість:

- перегляду наявного розкладу занять за групами та викладачами,
- додання запису до розкладу занять в ручному режимі;
- перегляду інформації з навчальних планів, що містить дані про дисципліну, форму контролю (залік/іспит), обсяг роботи у годинах за всіма видами навчальних занять, тощо.

Підсистема перегляду розкладу надає можливість зручного перегляду розкладу занять на семестр по групах та викладачам, а також розкладу дзвінків.

3.6 Інтерфейс розробленого додатку

Передбачається, що процесом створення розкладу керує спеціаліст навчального відділу ВНЗ або відповідальний за координації навчальних занять, тому доступ до підсистеми адміністрування розкладу повинен бути обмежений. Обмеження доступу реалізується із використанням аутентифікації користувача (див.рис 3.7).

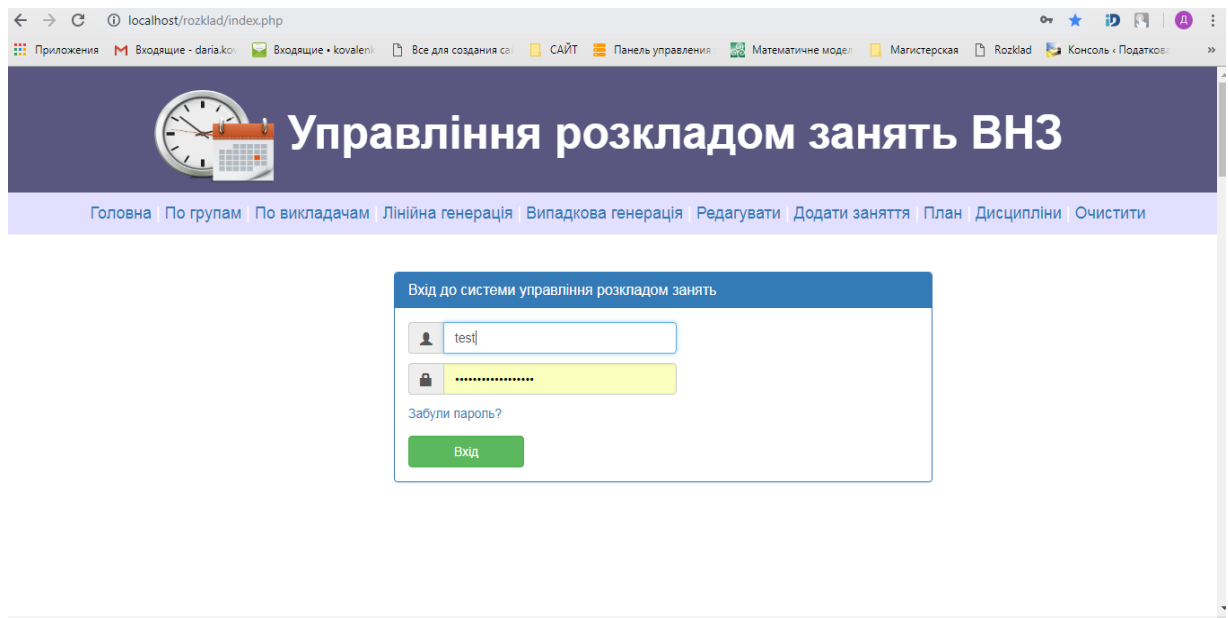
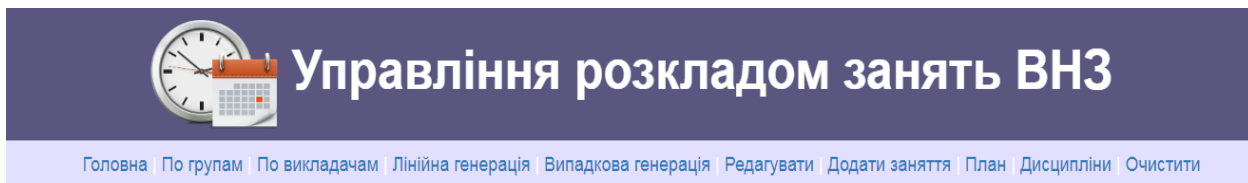


Рисунок 3.7 – Головна сторінка підсистеми адміністрування розкладу

Користувач, який пройшов аутентифікацію вводить вхідні дані для генерації розкладу, а саме:

- перелік навчальних груп;
- інформацію про викладачів (ПІБ, посада);
- дані про аудиторний фонд ВНЗ;
- перелік дисциплін, що викладаються(див. рис. 3.8-3.9);

– кількість годин по всіх видах навчальних занять (лекції, практичні заняття, лабораторні роботи) за кожною дисципліною.

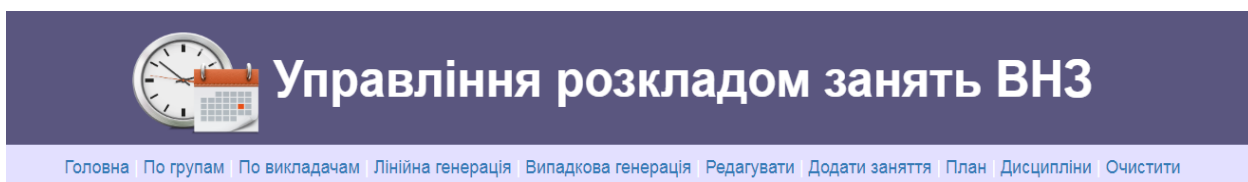


Додати дисципліну

Назва

Зберегти

Рисунок 3.8 – Додавання дисципліни



Редагувати дисципліни

Назва	Редагувати
Іноземна мова ділового спілкування	Редагувати
Інтелектуальні інформаційні системи	Редагувати
Інформаційна культура	Редагувати
Бази даних та інформаційні системи	Редагувати
Економіка і організація інноваційної діяльності	Редагувати
Економіка праці й соціально трудові відносини	Редагувати
Математична логіка та теорія алгоритмів	Редагувати

Рисунок 3.9 – Інтерфейс редагування дисциплін

Після введення необхідних даних відбувається автоматична генерація розкладу занять з можливістю подальшого корегування отриманого розкладу в ручному режимі в разі виникнення необхідності.

Забезпечена можливість формування розкладу занять двома способами: лінійна генерація та випадкова генерація.

Обравши пункт меню «Лінійна генерація», відбувається автоматичне формування розкладу занять з використанням алгоритму, описаного в розділі 2. Користувач має можливість слідкувати за процесом формування розкладу (рис.3.10)

ІД-15 - Математичний аналіз - Кондратов С.О. - ЛБ
 Найденный день недели: 1
 Условие1 выполнено. День найден
 Условие2 выполнено. Пара найдена
 Найденная аудитория: 1
 Условие3 выполнено.
 Условие4 выполнено.
 ЗАПИСАНО

ІД-15 - Математичний аналіз - Кондратов С.О. - ПЗ
 Найденный день недели: 1
 Условие1 выполнено. День найден
 Условие2 выполнено. Пара найдена
 Найденная аудитория: 1
 Условие3 выполнено.
 Условие4 выполнено.
 ЗАПИСАНО

ІД-15 - Методи оптимізації і дослідження операцій - Носкова С.А. - ЛК
 Найденный день недели: 1
 Условие1 выполнено. День найден
 Условие2 выполнено. Пара найдена
 Найденная аудитория: 1
 Условие3 выполнено.
 Условие4 выполнено.
 ЗАПИСАНО

ІД-15 - Методи оптимізації і дослідження операцій - Носкова С.А. - ПЗ
 Найденный день недели: 2
 Условие1 выполнено. День найден

Рисунок 3.10 – Інформація про згенерований розклад

Підсистема надає можливість перегляду сформованого розкладу занять за групами та викладачами (рис.3.11-3.12)

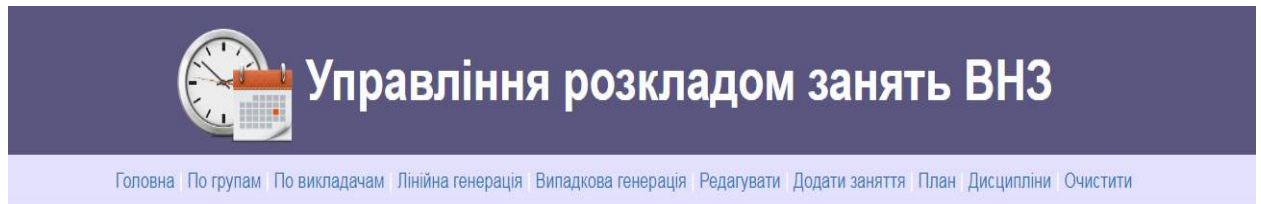
ІД-18				
Понеділок				
1	Паралельні та розподілені обчислення	ЛК	Баранов Ю.С.	У1-215
2	Паралельні та розподілені обчислення	ПЗ	Баранов Ю.С.	У1-225
3	Промислова біотехнологія	ЛК	Матейко Т.М.	У1-215
4	Промислова біотехнологія	ПЗ	Матейко Т.М.	У1-215
Вівторок				
1	Теорія ймовірностей та математична статистика	ЛК	Давиденко В.М.	У1-215
2	Теорія ймовірностей та математична статистика	ПЗ	Давиденко В.М.	У1-215
3	Математична логіка та теорія алгоритмів	ЛК	Сітак І.В.	У1-214
4	Основи технології переробки горючих копалин	ЛК	Кондратов С.О.	У1-213
Середа				
1	Основи технології переробки горючих копалин	ПЗ	Кондратов С.О.	У1-215
2	Методи оптимізації і дослідження операцій	ЛК	Матейко Т.М.	У1-215
3	Теорія керування	ЛК	Давиденко В.М.	У1-215
4	Теорія керування	ПЗ	Давиденко В.М.	У1-215
Четвер				
1	Економіка праці й соціально трудові відносини	ЛК	Давиденко В.М.	У1-215
2	Економіка праці й соціально трудові відносини	ЛБ	Давиденко В.М.	У1-225
3	Методи оптимізації і дослідження операцій	ПЗ	Матейко Т.М.	У1-225
П'ятниця				
2	Математична логіка та теорія алгоритмів	ПЗ	Сітак І.В.	У1-214

Рисунок 3.11 – Розклад занять по групам

Сітак І.В.				
Понеділок				
3	Бази даних та інформаційні системи	ЛК	ІД-17	У1-225
4	Бази даних та інформаційні системи	ПЗ	ІД-17	У1-225
Вівторок				
1	Педагогічна антропологія	ЛК	ІД-16	У1-213
2	Педагогічна антропологія	ПЗ	ІД-16	У1-213
3	Математична логіка та теорія алгоритмів	ЛК	ІД-18	У1-215
Середа				
1	Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ЛК	ІД-17	У1-225
2	Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ПЗ	ІД-17	У1-225
3	Педагогічна антропологія	ЛК	ІД-17	У1-225
4	Політологія	ЛК	ІД-15	У1-214
Четвер				
1	Політологія	ПЗ	ІД-15	У1-214
2	Педагогічна антропологія	ЛБ	ІД-17	У1-214
3	Педагогічна антропологія	ПЗ	ІД-17	У1-214
4	Основи педагогічної майстерності	ЛК	ІД-17	У1-214
П'ятниця				
1	Основи педагогічної майстерності	ПЗ	ІД-17	У1-214
2	Математична логіка та теорія алгоритмів	ПЗ	ІД-18	У1-214

Рисунок 3.12 – Розклад занять по викладачам

Реалізована можливість редагування сформованого розкладу занять у разі виникнення необхідності (рис.3.13)



Редагування розкладу занять

Група	День	№ пари	Тиждень	Дисципліна	Вид	Аудиторія	Викладач	Дії	
ІД-15	Понеділок	1	Н	Методи оптимізації і дослідження операцій	ПЗ	У1-214	Носкова С.А.	Видалити	Редагувати
ІД-17	Понеділок	1	Н	Інтелектуальні інформаційні системи	ПЗ	У1-225	Давиденко В.М.	Видалити	Редагувати
ІД-15	Понеділок	2	Н	Філософія	ПЗ	У1-214	Баранов Ю.С.	Видалити	Редагувати
ІД-17	Понеділок	2	Н	Бази даних та інформаційні системи	ЛК	У1-225	Сітак І.В.	Видалити	Редагувати
ІД-18	Понеділок	2	Н	Теорія ймовірностей та математична статистика	ЛК	У1-213	Давиденко В.М.	Видалити	Редагувати
ІД-15	Понеділок	3	Н	Інтелектуальні інформаційні системи	ЛБ	У1-214	Павлов С.В.	Видалити	Редагувати
ІД-17	Понеділок	3	Н	Педагогічна антропологія	ЛБ	У1-225	Сітак І.В.	Видалити	Редагувати
ІД-18	Понеділок	3	Н	Основи технології переробки горючих копалин	ПЗ	У1-213	Кондратов С.О.	Видалити	Редагувати

Рисунок 3.13 – Редагування згенерованого розкладу занять

Також підсистема адміністрування надає користувачам можливість додання запису до розкладу занять в ручному режимі.

При додаванні запису до розкладу занять необхідно вказати наступну інформацію: назва академічної групи, день тижня у який проводиться заняття, номер пари, назва дисципліни, прізвище викладача, номер аудиторії, вид заняття (лекція, практичне заняття, лабораторна робота), як показано на рисунку 3.14.

Група

День тижня
 Понеділок
 Вівторок
 Середа
 Четвер
 П'ятниця

Номер пари

Тиждень
 Н
 П

Назва дисципліни

Викладач

Аудиторія

Вид заняття
 ЛК
 ЛБ
 ПЗ

Рисунок 3.14 – Додавання заняття в ручному режимі

У розділі «План» користувач має можливість переглянути інформацію з навчальних планів, що містить дані про дисципліну, форму контролю (залік/іспит), обсяг роботи у годинах за всіма видами навчальних занять, тощо (рис.3.15).

Назва дисципліни	Група	ЛК	ПЗ	ЛБ	Форма контролю	ПІБ викладача	Дії
Математичний аналіз	ІД-15	28	28	28	іспит	Кондратов С.О.	Видалити
Методи оптимізації і дослідження операцій	ІД-15	28	28	0	іспит	Носкова С.А.	Видалити
Інтелектуальні інформаційні системи	ІД-15	28	0	28	іспит	Павлов С.В.	Видалити
Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ІД-15	28	28	0	іспит	Матейко Т.М.	Видалити
Філософія	ІД-15	28	28	0	іспит	Баранов Ю.С.	Видалити
Політологія	ІД-15	28	28	0	іспит	Сітак І.В.	Видалити
Інтелектуальні інформаційні системи	ІД-17	28	28	0	іспит	Давиденко В.М.	Видалити
Бази даних та інформаційні системи	ІД-17	28	28	0	іспит	Сітак І.В.	Видалити
Методи оптимізації і дослідження операцій	ІД-17	28	28	0	іспит	Баранов Ю.С.	Видалити
Математичний аналіз	ІД-17	28	28	0	іспит	Давиденко В.М.	Видалити
Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ІД-17	28	28	0	іспит	Сітак І.В.	Видалити
Філософія	ІД-17	28	28	0	іспит	Шалкін В.П.	Видалити
Педагогічна антропологія	ІД-17	28	28	28	іспит	Сітак І.В.	Видалити

Рисунок 3.15 – Перегляд інформації з навчальних планів

Форма для додавання запису до навчальних планів наведена на рисунку 3.16. При додаванні користувач має вказати назву дисципліни, академічної групи, для якої викладається дана дисципліна, форму контролю (залік/іспит), кількість годин на лекційні та практичні заняття, а також прізвище викладача.

Назва дисципліни

Програмування ▼

Група

ІД-16 ▼

Форма контролю

залік

іспит

Кількість годин на лекційні заняття

28

Кількість годин на практичні заняття

28

Викладач

Волков С.В. ▼

Зберегти

Рисунок 3.16 – Форма додавання запису до навчальних планів

Підсистема перегляду розкладу у формі Android-додатку надає користувачам можливість зручного перегляду розкладу занять на семестр по групах та викладачам, а також розкладу дзвінків.

Приклад створеного інтерфейсу користувача наведено на рисунку 3.16.

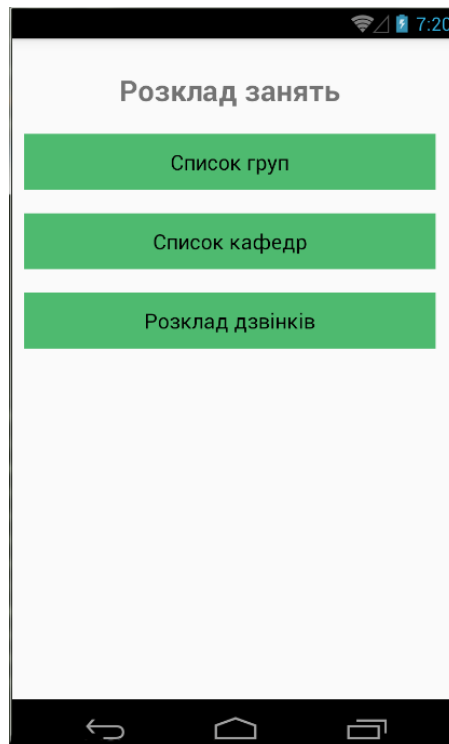


Рисунок 3.16 – Головне вікно додатку

Після вибору пункту меню «Список груп» з'являється вікно з переліком академічних груп (рис.3.17), для яких є можливість перегляду розкладу занять.



Рисунок 3.17 – Перегляд розкладу по групах

Також передбачена можливість перегляду розкладу занять для викладачів (рис.3.18). Для цього необхідно обрати пункт меню «Список кафедр», здійснити вибір кафедри та обрати прізвище викладача із запропонованого списку.



Рисунок 3.18 – Перегляд розкладу занять викладача

Висновки до розділу 3

1. Здійснено опис програмних засобів та технологій, використаних при розробці інформаційної системи управління розкладом занять у ВНЗ.
2. Проведено інфологічне проектування, створено схему інформаційних потоків, яка визначає систему комунікацій та зв'язків між підрозділами вищого навчального закладу, що беруть безпосередню участь в управлінні розкладом занять.
3. На етапі даталогічного проектування створено базу даних, що складається з 13 таблиць, які містять дані про навчальні дисципліни, викладачів, академічні групи, аудиторний фонд ВНЗ, тощо. Наведено опис основних таблиць.
4. Здійснено опис архітектури розробленої системи, визначені основні функціональні можливості підсистеми адміністрування та підсистеми перегляду розкладу занять.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ЕКОЛОГІЯ

В даному розділі проаналізовано потенційні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що можуть виникати в процесі роботи. Завданням даної магістерської роботи було дослідження методів та моделей обробки даних для управління розкладом занять ВНЗ, і як результат було створено інформаційну систему управління розкладом занять у вищому навчальному закладі.

Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера, на якому буде використовуватися розроблена інформаційна система.

4.1 Загальні питання з охорони праці

В Законі України «Про охорону праці» [43] визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

При виконанні робіт з використанням обчислювальної техніки можливий несприятливий вплив на працівників наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів: підвищений рівень електромагнітних випромінювань; підвищений рівень іонізуючих випромінювань; підвищений рівень статичної електрики; підвищена напруженість електростатичного поля; підвищена або знижена іонізація повітря; підвищена яскравість світла; підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини; статичні перевантаження кістково-м'язового апарату і динамічні локальні перевантаження м'язів кистей рук; перенапруження зорового аналізатора; розумове перенапруження; емоційні перевантаження; монотонність праці.

Залежно від умов праці, в яких застосовується ЕОМ, і характеру роботи на працівників можуть впливати також інші небезпечні і шкідливі виробничі фактори.

На всіх підприємствах, в установах, організаціях повинні створюватися безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган.

4.2 Аналіз стану умов праці

Робота над створенням інформаційної системи проходила в приміщенні Інституту хімічних технологій Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля. Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером.

4.2.1 Вимоги до приміщень

Геометричні розміри приміщення, у якому проходила робота над створенням програмного продукту зазначені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розміри приміщення

Найменування	Значення
Довжина, м	5
Ширина, м	2,5
Висота, м	3
Площа, м ²	12,5
Об'єм, м ³	37,5

Згідно з [44] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам.

Для забезпечення зручності роботи з іншими працівниками в кабінеті знаходяться стільці і журнальний стіл. Робочий процес пов'язаний з багатьма документами, теками, журналами для чого приміщення облаштоване принтером і шафою.

Для дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення та кондиціонування.

Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, встановлену на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник.

4.2.2 Вимоги до організації місця праці

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основним вимогам до організації робочого місця за [45] і відповідним фактичним значенням для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Робочий стіл на досліджуваному місці також містить достатньо простору для ніг.

Екран монітору знаходиться на відстані 0.75 м, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам.

Приміщення кабінету знаходиться на першому поверсі трьох поверхової будівлі і має об'єм 37,5 м³, площу – 12,5 м². У цьому кабінеті обладнано одне місце праці, укомплектоване персональним комп'ютером.

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18–22°C, відносна вологість — близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Шум знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентилявання приміщення — природна неорганізована, опалення — централізоване.

Розміщення вікна забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення не менше 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою люмінесцентних ламп, забезпечує рівень освітленості не менше 200 Лк.

У кабінеті є електрична мережа з напругою 220 В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК та периферійні пристрої можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин.

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В. Кабінет оснащений переносним порошковим вогнегасником.

Також у кабінеті проводять вологе прибирання та щоденно провітрюють приміщення.

4.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці

Найбільшому ризику виникнення різноманітних порушень піддаються: органи зору, м'язово-скелетна система, нервово-психічна діяльність, репродуктивна функція у жінок.

Тобто наявні наступні психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

а) фізичного перевантаження:

- статичного;

- динамічного;
- б) нервово-психічного перевантаження:
 - розумового перенапруження;
 - монотонності праці;
 - перенапруження аналізаторів;
 - емоційних перевантажень.

Рекомендовано застосування екранних фільтрів, локальних світлофільтрів (засобів індивідуального захисту очей) та інших засобів захисту, а також інші профілактичні заходи наведені в [45].

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни рекомендовано встановити додаткові регламентовані перерви:

- для розробників програм тривалістю 15 хв. через кожну годину роботи;
- для операторів персональних комп'ютерів тривалістю 15 хв. через дві години роботи.

4.3 Виробнича санітарія

На підставі аналізу небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації), пожежної безпеки можуть бути вирішені питання необхідності забезпечення працюючих достатньою кількістю освітлення, вентиляції повітря, організації заземлення, тощо.

4.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу

Роботу, пов'язану з використанням ЕОМ, виконують із забезпеченням виконання НПАОП 0.00.-1.28-10 «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин»[46]. Роботу за проектом виконують у кабінеті чи інших приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема персональні комп'ютери (ПК) та периферійні пристрої.

Основними робочими характеристиками персонального комп'ютера є наступні:

- робоча напруга $U = +220\text{В} \pm 5\%$;
- робочий струм $I = 2\text{А}$;
- споживана потужність $P = 350\text{Вт}$.

Робочі місця мають відповідати вимогам Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 [45].

За умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, забруднення повітря шкідливими речовинами, шум, вібрація, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісна оцінка	Нормативні документи
1	2	3	4
фізичні			
- підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ, принтерів, сканерів чи/або серверного обладнання для роботи	2	ДСН 3.3.6.042-99[47]
- підвищена або знижена вологість повітря	-//-	2	ДСН 3.3.6.042-99[47]
- підвищений рівень іонізуючого випромінювання в робочій зоні	-//-	2	ДСН 3.3.6.042-99[47] ГОСТ 12.1.006-84[48]
- підвищений рівень електромагнітного випромінювання	-//-	2	ГОСТ 12.1.006-84[48]
- підвищений рівень статичної електрики	-//-	2	ГОСТ 12.1.030-81[49]
- підвищена напруженість електричного поля	-//-	2	ГОСТ 12.1.006-84[48]
психофізіологічні:			
- нервово-психічна перевантаження (розумове, перенапруження аналізаторів-зорових)	- пошук інформації для постановки теми; - пошук та аналіз аналогів і літератури; - пошук наявних технологій, моделювання та аналіз алгоритмів; - виконання роботи за темою диплома, тестування; - оформлення роботи	4	НПАОП 0.00-1.28-10[46] ДСанПіН 3.3.2.007-98[45]

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4
- фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці (організації місця праці-сидіння користувача,) та організації робочого часу - безпервна робота)	2	НПАОП 0.00-1.28-10[45] ДСанПіН 3.3.2.007-98[45]

4.3.2 Пожежна безпека

Пожежна безпека при застосуванні персонального комп'ютера забезпечується:

- 1) системою запобігання пожежі,
- 2) системою протипожежного захисту,
- 3) організаційно-технічними заходами.

Згідно [50] приміщення, у якому проводиться розробка та експлуатація системи, площею 12,5 м², відноситься до категорії "В" (пожежонебезпечної) та для протипожежного захисту в ньому проектом передбачено устаткування автоматичною пожежною сигналізацією і застосуванням первинних засобів пожежогасіння.

4.3.3 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки.

ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три-провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке

заземлюється - заземлюючий провідник.

4.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища

4.4.1 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря.

В даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, тому воно належить до категорії робіт Ia. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають [47] і наведені в табл. 4.3:

Таблиця 4.3 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

Період року	Категорія робіт	Температура С ⁰	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легка-1 а	22 - 24	40 – 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 - 25	40 – 60	0,1

Дане приміщення обладнане системами опалення та кондиціонування повітря.

У приміщенні на робочому місці забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до [47]. Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати [47]. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви в роботі співробітників, з метою його провітрювання.

4.4.2 Освітлення

Освітленість приміщення має велике значення при роботі на персональному комп'ютері. Основний потік природного світла при цьому повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працівника.

У проекті, що розробляється, передбачається використовувати суміщене освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення.

Штучне освітлення створюється люмінесцентними лампами.

При експлуатації ЕОМ виконується зорова робота IV в розряді точності (середня точність). При цьому нормована освітленість на робочому місці (E_n) рівна 200 лк. Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

Розрахунок освітлення.

Світловий коефіцієнт приймається в межах 1/6 - 1/10:

$$\sqrt{a^2 + b^2} \cdot S_b = (1/8 \div 1/10) \cdot S_n \quad (4.1)$$

де S_b – площа віконних прорізів, м²;

S_n – площа підлоги, м².

$$S_n = a \cdot b = 5 \cdot 2,5 = 12,5 \text{ м}^2$$

$$S_b = 1,79 \text{ м}^2$$

У кабінеті знаходиться 1 вікно площею 1,79 м².

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5 м, ширина 2,5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5400 лм кожна.

Розрахунок штучного освітлення проводиться по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників n проводиться з використанням формули (4.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M} \quad (4.2)$$

де E – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

S – освітлювана площа, м²; $S = 12,5 \text{ м}^2$;

Z – поправочний коефіцієнт світильника ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та ДРЛ; $Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп) приймаємо рівним 1,1;

K – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

U – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

F – світловий потік лампи – 5400лм (для ЛБ-80).

Підставивши числові значення у формулу (4.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 \cdot 12,5 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{5400 \cdot 0,575 \cdot 2} \approx 1$$

Отже, необхідно використати 1 світильник, що складається з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт, напругою – 220 В.

4.4.3 Шум та вібрація, електромагнітне випромінювання

Рівень шуму, що супроводжує роботу користувачів персональних комп'ютерів, коливається у межах 50–65 дБА [51]. Шум такої інтенсивності на тлі високого ступеня напруженості праці негативно впливає на функціональний стан користувачів.

У приміщенні з ЕОМ коректований рівень звукової потужності не перевищує 45 дБА. Оскільки рівень шуму не перевищує гранично допустимих величин, які встановлені санітарними нормами, заходи для зниження шуму не проводяться.

Вібрація на робочому місці в приміщенні, що розглядається, відповідає нормам [51]. Допустимий рівень вібрацій на робочому місці: для 1 ступеня шкідливості до 3 дБ; для 2-3 - 1-6 дБ; для 3 - більше 6 дБ.

Для захисту від електромагнітного випромінювання передбачаються наступні заходи:

- 1) застосування нових плазмових моніторів,
- 2) віддалення робочого місця не менше, ніж на 0,4-0,5 м, оскільки напруженість електричного поля зменшується при віддаленні від джерела поля,
- 3) встановлення раціональних режимів роботи персоналу (обмеження часу перебування),
- 4) раціональне розміщення в робочому приміщенні устаткування, що випромінює електромагнітну енергію.

4.4.4 Вентилювання

У приміщенні, де знаходяться ЕОМ, повітрообмін реалізується за допомогою природної організованої вентиляції (вентиляційні шахти). Цей метод забезпечує приток потрібної кількості свіжого повітря, що визначається в СНіП (30 м³ на годину на одного працюючого).

Також проводиться провітрювання приміщення, тривалість якого не менше 10 хв. Найкращий обмін повітря здійснюється при наскрізному провітрюванні.

4.5 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій

Заходи безпеки під час експлуатації персонального комп'ютера та периферійних пристроїв, відповідно до санітарно-гігієнічних нормативів та правил експлуатації обладнання передбачають:

- правильне організування місця праці та дотримання оптимальних режимів праці та відпочинку під час роботи з ПК;
- експлуатацію сертифікованого обладнання;
- дотримання заходів електробезпеки;
- забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату;
- забезпечення раціонального освітлення місця праці (освітленість робочого місця не перевищувала 2/3 нормальної освітленості приміщення);
- облаштовуючи приміщення для роботи з ПК, потрібно передбачити припливно-втяжну вентиляцію або кондиціювання повітря;
- зниження рівня шуму та вібрації.

Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі).

Загальний опір захисного заземлення визначається за формулою:

$$R_{ззп} = \frac{R_з \cdot R_n}{R_n \cdot n \cdot \eta_з + R_з \cdot \eta_n}, \quad (4.3)$$

де $R_з$ - опір заземлення, Ом;

R_n - опір опори, яке з'єднує заземлювачі, Ом;

n - кількість заземлювачів;

$\eta_з$ - коефіцієнт екранування заземлювача; приймається в межах 0,2 ÷ 0,9; $\eta_n = 0,7$

$\eta_{ш}$ - коефіцієнт екранування сполучної стійки; приймається в межах $0,1 \div 0,7$; $\eta_{ш} = 0,5$;

Опір заземлення визначається за формулою:

$$R_3 = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right), \quad (4.4)$$

де ρ - питомий опір ґрунту, залежить від типу ґрунту, Ом·м;

для піску - $400 \div 700$ Ом·м; приймаємо $\rho = 400$ Ом·м;

l - довжина заземлювача, м; для труб - 2-3 м; $l = 3$ м;

d - діаметр заземлювача, м; для труб - 0,03-0,05 м; $d = 0,05$ м;

t - відстань від середини забитого в ґрунт заземлювача до рівня землі, м; $t = 2$ м.

$$R_3 = \frac{400}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 110, \text{ Ом}$$

Опір смуги, що з'єднує заземлювачі, визначається за формулою:

$$R_{ш} = \frac{\rho}{2\pi \cdot L} \cdot \ln \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot t^1}, \quad (4.5)$$

де L - довжина смуги, що з'єднує заземлювачі (м) і приблизно дорівнює периметру будівлі: $P_{б\text{уд.}} = 42 \cdot 2 + 38 \cdot 2 = 160$ м; $L = 160$ м;

b - ширина смуги, м; $b = 0,03$ м;

t_1 - глибина заземлення від рівня землі, м; $t_1 = 0,5$ м.

$$R_n = \frac{400}{2 \cdot 3,14 \cdot 160} \cdot \ln \frac{2 \cdot 160^2}{0,03 \cdot 0,5} = 5,99, \text{ Ом}$$

Кількість заземлювачів захисного заземлення визначається за формулою:

$$n = \frac{2 \cdot R_3}{4 \cdot \eta_3}, \quad (4.6)$$

де 4 - допустимий загальний опір, Ом;

2 - коефіцієнт сезонності.

Визначаємо загальний опір захисного заземлення:

$$R_{\text{ззп}} = \frac{110 \cdot 5,99}{5,99 \cdot 79 \cdot 0,7 + 110 \cdot 0,5} = 1,7 \text{ Ом}$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова: $R_{\text{ззп}} < 4 \text{ Ом}$.

4.6 Охорона навколишнього природного середовища

Основним екологічним аспектом в процесі діяльності за спеціальністю «Комп'ютерні науки» є процеси впливу на атмосферне повітря та поводження з відходами, що утворюються, збираються, розміщуються, утилізацію тощо в ІТ галузі.

В процесі розробки інформаційної системи управління розкладом занять, що є темою магістерської роботи, вплив на навколишнє природне середовище практично не здійснюється.

Вплив на атмосферне повітря при нормальних умовах праці майже не відбувається, оскільки в приміщенні немає джерел викиду забруднюючих речовин в повітря робочої зони.

Нижче надано перелік відходів ІТ галузі, що можуть утворюватися в процесі розробки та експлуатації системи:

- батарейки та акумулятори (малі) -III клас небезпеки;
- змінні носії інформації - IV клас небезпеки;
- відходи друкуючих пристроїв - IV клас небезпеки;
- макулатура - IV клас небезпеки.

З метою визначення та прогнозування впливу відходів на навколишнє природне середовище, своєчасного виявлення негативних наслідків, їх запобігання відповідно до Закону України «Про відходи» повинен здійснюватися моніторинг місць утворення, зберігання, і видалення відходів. Відомості про місце утворення та місце розташування відходів зазначаються на «План-схемі місця розміщення відходів організації / виробництва».

Висновки до розділу 4

1. Проведено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, які здійснюють вплив на працівника, що використовує персональний комп'ютер.
2. Наведено параметри і деякі характеристики приміщення, використаного для роботи над проектом з теми магістерської роботи. Встановлено, що дане приміщення повністю відповідає нормативним основним вимогам до організації робочого місця.
3. Надано інформацію щодо пожежної безпеки та електробезпеки.
4. Здійснено опис гігієнічних вимог до параметрів виробничого середовища. Наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері.
5. Визначені основні екологічні аспекти впливу на навколишнє природне середовище.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз проблеми управління розкладом занять у вищих навчальних закладах. Встановлено, що задача складання розкладу є одним з найбільш поширених завдань в плануванні і оптимізації навчального процесу у вищих навчальних закладах. На сьогоднішній день зроблено велику кількість постановок цієї задачі, що мають різну ступінь суворості математичної формалізації, запропоновані різні методи і алгоритми розв'язання, розроблені численні інформаційні системи для управління розкладом занять, в тому числі і представлені на ринку комерційні системи. Проте, можливо констатувати, що на теперішній час відсутні загально визнані та незаперечні математичні моделі, методи та алгоритми розв'язання, особливо для задач великої розмірності.

2. Здійснено огляд наукових робіт, зокрема, дисертаційних досліджень, спрямованих на вирішення завдання складання розкладу. Кількість публікацій як вітчизняних, так і зарубіжних авторів в періодичних наукових виданнях і працях конференцій за тематикою складання розкладу занять у вищих навчальних закладах, представлених у відкритому доступі, збільшується протягом ряду років, що свідчить про актуальність даного питання. Підводячи підсумки проведеного аналізу можна зробити висновок, що значна кількість робіт присвячена розв'язанню задачі складання розкладу занять з використанням сучасних обчислювальних технологій та методів, зокрема генетичних алгоритмів. Проте варто зазначити, що реалізація цих методів є досить ресурсномістким процесом, який, враховуючи кількість заданих обмежень при розв'язанні задачі, часто не приводить до отримання прийняттого результату.

3. Проведено огляд існуючих методів обробки даних для автоматизації формування розкладу занять вищого навчального закладу, до яких належать:

- метод лінійного цілочисельного програмування;
- метод імітаційного моделювання;
- метод розфарбовування графу;
- метод імітації відпалу;
- генетичний алгоритм.

Після проведення огляду основних аспектів існуючих методів складання розкладу, було виявлено, що кожен метод має як сильні, так і слабкі сторони, і вибір оптимального варіанту відбувається виходячи з конкретно поставленого завдання та його специфіки.

4. Проаналізовано функціональні можливості програмних засобів для управління навчальним процесом, що представлені на вітчизняному ринку. Визначено переваги і

недоліки інформаційних систем, створених незалежними розробниками та інформаційних системи власної розробки вищого навчального закладу.

5. Виявлено основні сутності задачі складання розкладу занять і виконана їх формалізація. Представлено математичну модель складання розкладу занять у ВНЗ. У моделі враховані обов'язкові обмеження: заняття з одним і тим же викладачем, які проводяться з однією і тією ж групою в одній і тій же аудиторії повинні бути призначені на різні інтервали часу; виконання всіх аудиторних робіт протягом усього планового періоду; відсутність «вікон» для груп студентів. Сформульована задача складання розкладу занять для вищого навчального закладу.

6. Розроблено алгоритм для розв'язання задачі складання розкладу занять на основі методів імітаційного моделювання та лінійного програмування з використанням жорстких обмежень:

- один лектор повинен в один час проводити лекцію лише в одній аудиторії;
- одна група в будь-який час може мати тільки одне заняття;
- одна аудиторія в будь-який момент може використовуватися тільки під одне заняття.

7. Проведено експерименти з використанням статичних початкових даних. Виявлено, що в даному випадку відбувається лінійне заповнення даних, при якому всі види занять з певної дисципліни переважно проводяться в один день. Подібний варіант складання розкладу в більшості випадків є прийнятним, оскільки враховує наступні аспекти:

- практичні та лабораторні заняття з певної дисципліни доцільно проводити після лекційних занять;
- не рекомендується проводити більше трьох практичних або/та лабораторних занять на день;
- в процесі формування розкладу необхідно рівномірно розподіляти кількість занять за днями тижня, бажано уникати наявності «вікон» для академічних груп та викладачів.

8. Здійснена модифікація даного алгоритму, при якому початкові дані для формування розкладу (поточний день тижня, номер пари та аудиторії) задаються випадковим чином з врахуванням заданих обмежень. Такий варіант формування розкладу забезпечує розподіл навчального навантаження протягом всього тижня, проте допускає наявність «вікон» для академічних груп, що суперечить обмеженню, описаному в розглянутій математичній моделі.

9. Проведено порівняльний аналіз розкладу занять, сформованого за допомогою алгоритму з використанням статичних початкових даних та початкових даних, заданих випадковим чином.

10. Розроблено інформаційну систему для автоматизації управління розкладом занять вищого навчального закладу, з наступними функціональними можливостями:

- автоматизація процесу складання розкладу занять;
- корегування розкладу занять;
- редагування інформації про основні об'єкти розкладу: викладачі, дисципліни, навчальні групи, аудиторний фонд, навчальний план, тощо.

Створена інформаційна система структурно поділяється на 2 підсистеми: підсистема адміністрування розкладу та підсистема перегляду розкладу.

Підсистема адміністрування включає генерацію, редагування та публікацію у відкритий доступ коректного розкладу занять. Передбачається, що процесом створення розкладу керує спеціаліст навчального відділу ВНЗ, тому доступ до цієї підсистеми є обмеженим. Для розробки підсистеми адміністрування розкладу були обрані Інтернет-технології, які дозволяють реалізувати описані вище функціональні можливості. Для зберігання даних на сервері була обрана система керування базами даних MySQL. Для створення зручного інтерфейсу користувача обрано мову програмування JavaScript та інструменти формування гіпертекстових сторінок HTML та CSS. Реалізація бізнес-логіки на стороні сервера забезпечується мовою PHP.

Розроблено підсистему перегляду розкладу у формі додатку для пристроїв на базі операційної системи Android, що надає користувачам можливість зручного перегляду розкладу занять на семестр по групах та викладачам, а також розкладу дзвінків.

11. Результати даної магістерської роботи можуть бути використані в вищих навчальних закладах у процесі формування розкладу занять. Використання створеної інформаційної системи забезпечує полегшення роботи спеціалістів, що відповідають за створення розкладу, а також підвищення якості формування розкладу занять у вищому навчальному закладі.

Програмні технології, які були застосовані у процесі розробки відповідають сучасним тенденціям розвитку інформаційних технологій та є гнучкими до модифікації та розширення, що надає можливості для подальшого розвитку у бік розширення функціональних можливостей інформаційної системи.

Можна запропонувати наступні варіанти покращення отриманих результатів:

- провести оптимізацію розробленого алгоритму шляхом врахування мотивованих побажань викладачів щодо розкладу занять;
- забезпечити можливість експорту сформованого розкладу занять та даних з навчальних планів у формати Excel та pdf.

12. Основні положення та результати магістерської роботи були опубліковані в 4 наукових працях, серед яких 1 стаття у науковому фаховому виданні України, 3 тези доповідей.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко Д.А. Моделі підготовки та обробки даних в системі управління навчальним навантаженням ВНЗ / Д.А. Коваленко, М.В. Нестеров // ІТ-Ідея-2017: збірник науково-практичних праць. Сєверодонецьк : Вид-во Східноукр. ун-ту ім. В. Даля, 2017. – С. 56-59.
2. Коваленко Д.А. Інформаційна система розкладу занять вищого навчального закладу / Д.А. Коваленко, С.В.Волков //«Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів». Матеріали ІV Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Рубіжне, 23-27 квітня 2018 року) – Рубіжне: видавець О. Зень, 2018.–с.271-274
3. Волков С.В. Інформаційна система генерації та доступу до розкладу навчальних занять у комп'ютерних класах вищого навчального закладу / С.В. Волков, Д.А. Коваленко. // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2018. – №6 (247). – С. 31–37.
4. Коваленко Д.А. Інформаційна технологія підготовки та обробки даних для управління розкладом занять ВНЗ/ Д.А. Коваленко, С.В. Волков // ІТ-Ідея-2018: збірник науково-практичних праць. Сєверодонецьк : Вид-во Східноукр. ун-ту ім. В. Даля, 2018. – С. 46-47.
5. Бєвз С. В. Автоматизація процесу формування розкладу сесії / С.В. Бєвз, В. В. Войтко, С. М. Бурбєло // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. — 2009. — № 2 (18). — С. 5-12.
6. Моркун В.С., Розробка системи управління ресурсами вишу при складанні розкладу занять// Гірничий вісник. – 2015. – № 99.– с. 159-164.
7. Астахова И.Ф. Составление расписания учебных занятий на основе генетического алгоритма/ И.Ф. Астахова, А.М. Фирас// Вестник ВГУ. – (Серия «Системный анализ и информационные технологии»). – 2013. – №2. – С. 93 – 99.
8. Yazdani M. ALGORITHMS FOR UNIVERSITY COURSE SCHEDULING PROBLEMS / M. Yazdani, E. Zeinali, B. Naderi. // Technical gazette. – 2017. – №2. – С. 241–247.
9. Tanomaru J. Staff Scheduling by a Genetic Algorithm with Heuristic Operators [Електронний ресурс] / Julio Tanomaru. – 1995. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/nepomuceno/00489191.pdf>.

10. Глибовец Н. Н. Генетические алгоритмы и их использование для решения задачи составления расписания / Н. Н. Глибовец, С. А. Медвидь. // Кибернетика и системный анализ. – 2003. – №1. – С. 95–108.
11. Ni J. Genetic Algorithm and its Application in Scheduling System / J. Ni, N. Yang. // TELKOMNIKA, Vol. 11. – 2013. – №4. – С. 1934–1939.
12. Композиционный генетический алгоритм составления расписания учебных занятий / Ю. С. Кабальнов, Л. И. Шехтман, Г. Ф. Низамова, Н. А. Земченкова. // Вестник УГАТУ. – 2006. – №2. – С. 99–107.
13. Erben W. A genetic algorithm solving a weekly course-timetabling problem [Электронный ресурс] / W. Erben, J. Keppler // First International Conference Edinburgh, U.K., August 29 - September 1, 1995. – 1996. – Режим доступа до ресурсу: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F3-540-61794-9_60#page-1.
14. Низамова Г.Ф. Агрегативные генетические алгоритмы составления расписания учебных занятий // Системы управления и информационные технологии. – 2006. – № 2. – С. 170-173
15. Meysam S. K. Hybrid Genetic Algorithms for University Course Timetabling [Электронный ресурс] / S. K. Meysam, S. A. Mohammad // IJCSI International Journal of Computer Science Issues., – 2012. – Режим доступа до ресурсу: <http://ijcsi.org/papers/IJCSI-9-2-2-446-455.pdf>.
16. Клеванский Н.Н. Формирование расписания занятий высших учебных заведений/ Н.Н.Клеванский// Образовательные ресурсы и технологии-2015'1(9) - С. 34-44.
17. Соуса Ф. Повністю евристичний розклад занять, керований побажаннями студентів/ Ф. Соуса, А. Алвес/ Наукові праці ВНТУ. – 2009. – №2. – С. 1 – 4.
18. Семенов С.П. Сравнительный анализ подходов к автоматизации составления расписаний учебных занятий в образовательных учреждениях/ С.П. Семенов, Я.Б. Татаринцев// Известия Алтайского государственного университета. – 2010. – С. 103 – 105.
19. Леонова М. В. Моделювання задач складання розкладу занять у ВНЗ: огляд та різні підходи до розв'язування / М. Леонова // Вісник Запорізького національного університету. – 2013. – № 1. – С. 52 – 59.
20. Lewis R. Metaheuristics for University Timetabling Problem : дис. докт / Lewis Rhydian – Edinburgh, 2006. – 180 с.

21. Wangmaeteekul P. Using Distributed Agents to Create University Course Timetables Addressing Essential & Desirable Constraints and Fair Allocation of Resources : дис. докт. / Pennee Wangmaeteekul. – Durham, 2011. – 178 с.
22. Marte M. Models and Algorithms for School Timetabling – A ConstraintProgramming Approach : дис. докт / Michael Marte. - München, 2002. – 127 с.
23. Томашевський В. М. Складання розкладів занять у дистанційних системах навчання / В. М. Томашевський, Ю. Л. Новіков, П. А. Камінська. // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: збірник наукових праць. – 2010. – №52. – С. 118–130.
24. Калашников А.В. Параллельный алгоритм имитации отжига для построения многопроцессорных расписаний / А.В. Калашников, В.А. Костенко // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2008. – № 3. – С. 101-110
25. Пакет програм «Деканат» [Електронний ресурс] // Режим доступу URL <http://www.politek-soft.kiev.ua/index.php?do=products&product=deanery>
26. Автоматизована система управління вищим навчальним закладом III-IV рівня акредитації [Електронний ресурс] // Режим доступу URL <http://www.unitex.com.ua/products/commercial-software/automated-system-for-higher-education-institution/>
27. Галактика РУЗ - Автоматизированное формирование расписания занятий для образовательных учреждений [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://galaktika.ua/ruz/>.
28. Композиционный генетический алгоритм составления расписания учебных занятий / Ю. С.Кабальнов, Л. И. Шехтман, Г. Ф. Низамова, Н. А. Земченкова. // Вестник УГАТУ. – 2006. – №2. – С. 99–107.
29. MySQL [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу <https://uk.wikipedia.org/wiki/MySQL>
30. PhpMyAdmin [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://en.wikipedia.org/wiki/PhpMyAdmin>.
31. Маклафлин Б. PHP и MySQL. Исчерпывающее руководство. / Б. Маклафлин. – Санкт-Петербург: Питер, 2013. – 512 с.
32. JavaScript [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/JavaScript>.
33. CSS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/CSS>.

34. Android Studio [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Android_Studio.
35. Гриффитс Д. Head First. Программирование для Android / Д. Гриффитс, Д. Гриффитс., 2016. – 704 с. – («Head First O'Reilly»).
36. Java Programming [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikibooks.org/wiki/Java_Programming.
37. JSON [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.json.org/>.
38. Макфарланд Д. JavaScript и jQuery: исчерпывающее руководство / Дэвид Макфарланд [пер. с англ. М. А. Райтмана]. – Москва: Эксмо, 2015. – 880 с.
39. Маклафлин Б. PHP и MySQL. Исчерпывающее руководство. / Б. Маклафлин. – Санкт-Петербург: Питер, 2013. – 512 с.
40. Боуман С. Практическое руководство по SQL. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2002. – 352 с.
41. PHP и MySQL [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.php-su/mysql/>.
42. Управление сессиями в PHP [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://php.net/manual/ru/book.session.php>.
43. Закон України Про охорону праці
44. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
45. ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»
46. НПАОП 0.00-1.28-10 Правила охорони праці під час експлуатації електронно- обчислювальних машин
47. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
48. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
49. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление

50. НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»
51. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»
52. Методичні вказівки до виконання та захисту магістерської роботи за спеціальностями 122 "Комп'ютерні науки та інформаційні технології", 123 "Комп'ютерна інженерія" (для студентів денної та заочної форм навчання) / Уклад.: СкаргаБандурова І.С., Рязанцев О.І., Барбарук В.М., Щербакова М.Є. – Сєверодонецьк: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. – 80 с.

Додаток А
Програмний код

A.1 Програмний код Index.php

```
<?php session_start();?>
<?php include "blocks/header.php";?>

<?php ini_set('error_reporting', E_ALL);
ini_set( 'display_errors', 1 );?>

<?php include "blocks/bd.php";?>

<div id="content">

<?php If(isset($_GET['id']))
{
    $id = $_GET['id'];
}else{
    $id = 0;
}
switch($id){

case '0': include 'auth.php'; break;
case '1': include 'timetable-prepod.php'; break;
case '2': include 'plan.php'; break;
case '3': include 'rozklad_prep.php'; break;
case '4': include 'discipl_edit.php'; break;
case '5': include 'dovidnyk_menu.php'; break;
case '6': include 'all_rasp.php'; break;
case '7': include 'rozklad_menu.php'; break;
case '8': include 'exit.php'; break;
case '9': include 'check.php'; break;
case '10': include 'delete-timetable.php'; break;
```

```

case '11': include 'test_array.php'; break;*/
case '12': include 'plan_add.php'; break;
case '13': include 'discipl_edit.php'; break;
case '14': include 'discipl_update.php'; break;
case '15': include 'generate-timetable.php'; break;
}
?>
</div>
<?php include "blocks/footer.php"; ?>

```

A.2 Програмний код Generate-timetable.php

```

<?php
include "blocks/header.php";
include "blocks/bd.php";
include "queries.php";

$sql = "DELETE FROM rozklad_main";
$result = mysqli_query($db, $sql);
echo "Очищено";

$sql = "SELECT plan.*, prepods.FIO AS N, discipl.name_dis AS D, groups.name_gr AS G
        FROM plan
        JOIN prepods ON plan.id_prepod = prepods.id_prepod
        JOIN discipl ON plan.id_dis = discipl.id_dis
        JOIN groups ON plan.id_gr=groups.id_gr
        ORDER BY groups.id_gr
        ";
$result = mysqli_query($db, $sql);

while ($row = mysqli_fetch_assoc($result)){

    /* початкові умови */
    $maxCountPara = 4;

```

```

$lastDay = 5;
$currentDay = 1;
$currentPara = 1;
$currentAuditory = 1;
$lastAuditory = 4;

$SidDiscipline = $row["id_dis"];
$SidGroup = $row["id_gr"];
$SidPrepod = $row["id_prepod"];
$DisciplineName = $row["D"];
$GroupName = $row["G"];
$PrepodName = $row["N"];

/* Визначення кількості пар на тиждень */
/* ЛК */
$lk = intval($row["hours_lk"]) / 28;
/* ПЗ */
$pz = intval($row["hours_pz"]) / 28;
/* ЛБ */
$lb = intval($row["hours_lb"]) / 28;

for($j=1; $j<=$lk; $j++) {
    echo "$GroupName - $DisciplineName - $PrepodName - ЛК <br>";
    Search(1);
}
for($j=1; $j<=$lb; $j++) {
    echo "$GroupName - $DisciplineName - $PrepodName - ЛБ <br>";
    Search(2);
}
for($j=1; $j<=$pz; $j++) {
    echo "$GroupName - $DisciplineName - $PrepodName - ПЗ <br>";
    Search(3);
}
}

```

```

function Search($paraType){
    global $idGroup;
    global $currentDay;
    global $currentPara;
    global $idDiscipline;
    global $idPrepod;
    global $currentAuditory;
    global $lastAuditory;
    global $maxCountPara;
    global $lastDay;
    global $db;

    if(isset($_GET['rand'])){
        $currentDay = rand(1,$lastDay);
        $currentPara = rand(1,$maxCountPara);
        $currentAuditory = rand(1,$lastAuditory);
    }
    else{
        $currentDay = 1;
        $currentPara = 1;
        $currentAuditory = 1;
    }
    $placeFound = false;
    $iteration = 0;

    do{
        /* Перевірка 1. День тижня */
        $currentDay = calculateDay($idGroup, $currentDay);
        echo "Найдений день недели: " . $currentDay . "<br>";
        if ($currentDay != 0) {
            $placeFound = true;
            echo "Условие1 выполнено. День найден<br>";
        }
    }

```

```

else {
    $currentDay=1;
    $placeFound = false;
    continue;
}
/* Перевірка 2. Номер пари */
$currentPara = calculatePara($idGroup, $currentDay, $currentPara);
echo "Найденная пара: " . $currentPara . "<br>";
if ($currentPara != 0) {
    $placeFound = true;
    echo "Условие2 выполнено. Пара найдена<br>";
}
else {
    $currentDay++;
    $currentPara = 1;
    $placeFound = false;
    continue;
}

/* Перевірка 3. Вільна аудиторія */
$currentAuditory = calculateAuditory($currentAuditory, $currentDay,
$currentPara);
echo "Найденная аудитория: " . $currentAuditory . "<br>";

if ($currentAuditory != 0) {
    $placeFound = true;
    echo "Условие3 выполнено. <br>";
}
else {
    $currentPara++;
    $placeFound = false;
    continue;
}
/* Перевірка 4. Викладач */

```



```

if (isFreePrepod ($idPrepod, $currentDay, $currentPara)){
    $placeFound = true;
    echo "Условие4 выполнено. <br>";
}
else {
    $currentPara++;
    $placeFound = false;
    //continue;
}

/* Проверка 5. Заборона проведення 2-х пар однієї дисципліни в 1 день */
if (isNotTwoParas ($idGroup, $currentDay, $idDiscipline)){
    $placeFound = true;
    echo "Условие5 выполнено. <br>";
}
else {
    $currentDay++;
    $placeFound = false;
}

$iteration++;
if ($iteration >= 155){
    $placeFound = true;
    echo "СОСТАВЛЕНИЕ ПРЕРВАНО ИЗ-ЗА БОЛЬШОГО ЧИСЛА
ИТЕРАЦИЙ! ";
    die();
}
} while (!$placeFound);

$sql = "
INSERT INTO rozklad_main
(nomer_para, id_audit, id_day, id_vid, id_week, id_prepod, id_gr, id_dis)
VALUES

```

```

                ($currentPara,    $currentAuditory,    $currentDay,    $paraType,    1,
$SidPrepod,$SidGroup,$SidDiscipline);
        ";
        $result = mysqli_query($db, $sql);

        echo "ЗАПИСАНО <br>";

    }

```

A.3 Программный код Timetable-prepod.php

```
<?php
```

```
include "blocks/header.php";
```

```
include "blocks/bd.php";
```

```
$sql = "
```

```

    SELECT name_day, name_gr, nomer_para, name_dis, name_audit, FIO, name_vid
    FROM rozklad_main
        JOIN audit ON rozklad_main.id_audit = audit.id_audit
        JOIN prepods ON rozklad_main.id_prepod = prepods.id_prepod
        JOIN discipl ON discipl.id_dis = rozklad_main.id_dis
        JOIN days ON days.id_day = rozklad_main.id_day
        JOIN groups ON groups.id_gr=rozklad_main.id_gr
        JOIN vid ON vid.id_vid=rozklad_main.id_vid
    ORDER BY prepods.id_prepod, days.id_day ASC , rozklad_main.nomer_para ASC
";

```

```
$currentPrepod = "";
```

```
$currentDay = "";
```

```
$res = mysqli_query( $db, $sql );
```

```
while ($row = mysqli_fetch_array($res)) {
```

```

if ($currentPrepod != $row["FIO"]){
    $currentPrepod = $row["FIO"];
    echo '</table>';
    echo '<table class="timetable">';
    echo '<tr><td class="group" colspan="5">';
    echo $currentPrepod;
    echo '</td></tr>';
}

if ($currentDay != $row["name_day"]){
    $currentDay = $row["name_day"];
    echo '<tr><td class="day" colspan="5">';
    echo $currentDay;
    echo '</td></tr>';
}

echo '<tr>';
echo '<td class="para">' . $row["nomer_para"] . '</td>';
echo '<td class="disc">' . $row["name_dis"] . '</td>';
echo '<td class="vid">' . $row["name_vid"] . '</td>';
echo '<td class="fio">' . $row["name_gr"] . '</td>';
echo '<td class="audit">' . $row["name_audit"] . '</td>';
echo '</tr>';

}

```

Додаток Б
Слайди комп'ютерної презентації

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ

**Моделі та інформаційна технологія
підготовки та обробки даних для
управління розкладом занять ВНЗ**

Студентка гр. КН-17зм Коваленко Д.А.
Науковий керівник доц. Щербакова М.Є.

Рисунок Б.1 – Титульний лист

Актуальність

Задача складання розкладу занять є одним з найбільш поширених завдань в плануванні і оптимізації навчального процесу у вищих навчальних закладах.

На сьогоднішній день відсутні загальновизнані та незаперечні математичні моделі, методи та алгоритми розв'язання, особливо для задач великої розмірності.

Автоматизувати процес складання розкладу занять досить складно через неоднозначність параметрів оптимізації.

Рисунок Б.2 – Актуальність

Мета роботи

Метою магістерської роботи є розробка і дослідження математичних моделей, методів, алгоритмів, програмних модулів і комплексів для вирішення завдання автоматизації складання розкладів навчальних занять з урахуванням обмежень, що відображають реальні умови планування і організації навчальної діяльності вищих навчальних закладів.

Рисунок Б.3 – Мета роботи

Завдання дослідження

- проведення огляду наукових досліджень, спрямованих на вирішення завдання складання розкладу;
- аналіз існуючих методів обробки даних для автоматизації формування розкладу занять вищого навчального закладу;
- аналіз математичної моделі та формалізація задачі складання розкладу занять;
- розробка алгоритму складання розкладу занять на основі існуючих методів;
- розробка інформаційної системи управління розкладом занять у вищому навчальному закладі.

Рисунок Б.4 – Завдання дослідження

Постановка задачі

В якості вихідної інформації використовується множина навчальних дисциплін, академічних груп, викладачів, аудиторій (A) та множина часових інтервалів (T).

Розклад навчальних занять можна повністю визначити двома векторами α і τ :

$$\begin{aligned}\alpha &= (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i, \dots, \alpha_{N_c}), \\ \tau &= (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_i, \dots, \tau_{N_t})\end{aligned}\quad (1)$$

Де $\alpha_i \in A$ - код аудиторії, призначеної циклу занять z_i , $\tau_i \in T$ - код пари, що призначена першому заняттю з циклу занять $z_i, i = \overline{1, N_c}$.

Рисунок Б.5 – Постановка задачі

Для заданих множин аудиторій (A), пар (T), навчальних занять (Z) потрібно знайти такий розклад (1), яке задовольняє обмеженням і мінімізує значення критерію P втрат «якості» розкладу.

$$P = f(\alpha, \tau) = \sum_{i=1}^N c_i w_i(\alpha, \tau) \quad (2)$$

Де c_i – коефіцієнт штрафу за невиконання і-ї вимоги, w_i – оцінка, що визначає ступінь невиконання і-ї вимоги.

Рисунок Б.6 – Постановка задачі

Огляд існуючих методів

- метод лінійного цілочисельного програмування
- метод імітаційного моделювання
- метод розфарбовування графу
- метод імітації відпалу
- генетичні алгоритми

Рисунок Б.7 – Огляд існуючих методів

Вимоги до алгоритму

- розклад занять формується з розрахунку не більше 4 пар на день;
- розклад складається на п'ятиденний навчальний тиждень;
- формування розкладу відбувається з врахуванням всіх введених обмежень;
- вказівка бажаних аудиторій для проведення занять у певних групах.

Рисунок Б.8 – Вимоги до алгоритму

Жорсткі обмеження:

- один лектор повинен в один час проводити лекцію лише в одній аудиторії;
- одна група в будь-який час може мати тільки одне заняття;
- одна аудиторія в будь-який момент може використовуватися тільки під одне заняття.

Нежорсткі обмеження:

- мінімізація кількості «вікон» в індивідуальних розкладах студентів та викладачів.

Рисунок Б.9 – Обмеження

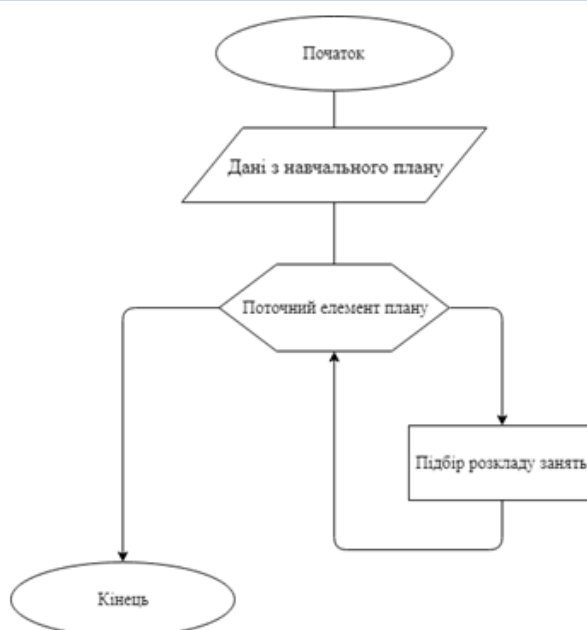
Блок-схема алгоритму

Рисунок Б.10 – Блок-схема алгоритму

Приклад використання

ІД-17			
Понеділок			
1	Інтелектуальні інформаційні системи	ЛК	Давиденко В.М.
2	Інтелектуальні інформаційні системи	ПЗ	Давиденко В.М.
3	Програмування	ЛК	Сітак І.В.
4	Програмування	ПЗ	Сітак І.В.
Вівторок			
1	Методи оптимізації і дослідження операцій	ЛК	Баранюк Ю.С.
2	Методи оптимізації і дослідження операцій	ПЗ	Баранюк Ю.С.
3	Математичний аналіз	ЛК	Давиденко В.М.
4	Математичний аналіз	ПЗ	Давиденко В.М.
Середа			
1	Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ЛК	Сітак І.В.
2	Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ПЗ	Сітак І.В.
3	Філософія	ЛК	Шалєн В.П.
4	Філософія	ПЗ	Шалєн В.П.
Четвер			
2	Педагогічна антропологія	ЛК	Сітак І.В.
3	Педагогічна антропологія	ПЗ	Сітак І.В.
4	Педагогічна антропологія	ПЗ	Сітак І.В.

ІД-16			
Понеділок			
1	Інформаційна культура	ПЗ	Малецько Т.М.
2	Фармацевтичне право	ПЗ	Баранюк Ю.С.
3	Природоохоронне законодавство та екологічне право	ЛК	Давиденко В.М.
Вівторок			
2	Природоохоронне законодавство та екологічне право	ПЗ	Давиденко В.М.
3	Інформаційна культура	ПЗ	Малецько Т.М.
4	Основи педагогічної майстерності	ЛК	Давиденко В.М.
Четвер			
2	Політологія	ЛК	Малецько Т.М.
3	Педагогічна антропологія	ЛК	Сітак І.В.
4	Інформаційна культура	ЛК	Малецько Т.М.
П'ятниця			
1	Педагогічна антропологія	ПЗ	Сітак І.В.
2	Основи педагогічної майстерності	ПЗ	Давиденко В.М.
3	Політологія	ПЗ	Малецько Т.М.
4	Фармацевтичне право	ЛК	Баранюк Ю.С.

Рисунок Б.11 – Приклад використання алгоритму

Розклад занять, сформований з використанням початкових даних, заданих випадковим чином.

ІД-17			
Понеділок			
1	Педагогічна антропологія	ПЗ	Сітак І.В.
2	Педагогічна антропологія	ЛК	Сітак І.В.
4	Філософія	ЛК	Шалєн В.П.
Вівторок			
1	Педагогічна антропологія	ПЗ	Сітак І.В.
4	Методи оптимізації і дослідження операцій	ПЗ	Баранюк Ю.С.
Середа			
1	Філософія	ПЗ	Шалєн В.П.
2	Програмування	ЛК	Сітак І.В.
3	Інтелектуальні інформаційні системи	ПЗ	Давиденко В.М.
4	Програмування	ПЗ	Сітак І.В.
Четвер			
3	Методи оптимізації і дослідження операцій	ЛК	Баранюк Ю.С.
4	Інтелектуальні інформаційні системи	ЛК	Давиденко В.М.
П'ятниця			
1	Математичний аналіз	ЛК	Давиденко В.М.
2	Математичний аналіз	ПЗ	Давиденко В.М.
3	Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ЛК	Сітак І.В.
4	Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка	ПЗ	Сітак І.В.

Допускає наявність «вікон» для академічних груп.

Рисунок Б.12 – Використання алгоритму

Порівняльний аналіз розкладу занять, сформованого за допомогою алгоритму з використанням статичних початкових даних (Спосіб №1) та початкових даних, заданих випадковим чином (Спосіб №2)

Критерій	Спосіб №1	Спосіб №2
Відсутність накладок для навчальних груп	+	+
Відсутність накладок для аудиторій.	+	+
Відсутність накладок для викладачів.	+	+
Відсутність «вікон» для груп студентів.	+	-
Число проведених пар протягом дня для кожної навчальної групи не повинне перевищувати задане.	+	+
Проведення запланованих на семестр занять в повному обсязі	+	+
Рівномірність розподілу навчального навантаження для академічних груп протягом тижня	+	+
Рівномірність розподілу навчального навантаження для викладачів протягом тижня	+	-

Рисунок Б.13 – Порівняльний аналіз

Структура інформаційної системи

Підсистема адміністрування розкладу

Включає генерацію, редагування та публікацію у відкритий доступ коректного розкладу занять.

Надає можливість:

- ✓ перегляду розкладу занять за групами та викладачами
- ✓ додання запису до розкладу занять в ручному режимі
- ✓ перегляду інформації з навчальних планів.

Підсистема перегляду розкладу

Реалізована в формі Android-додатку

Надає можливість:

- ✓ перегляду розкладу занять на семестр по групам та викладачам
- ✓ перегляду розкладу дзвінків.

Рисунок Б.14 – Структура інформаційної системи

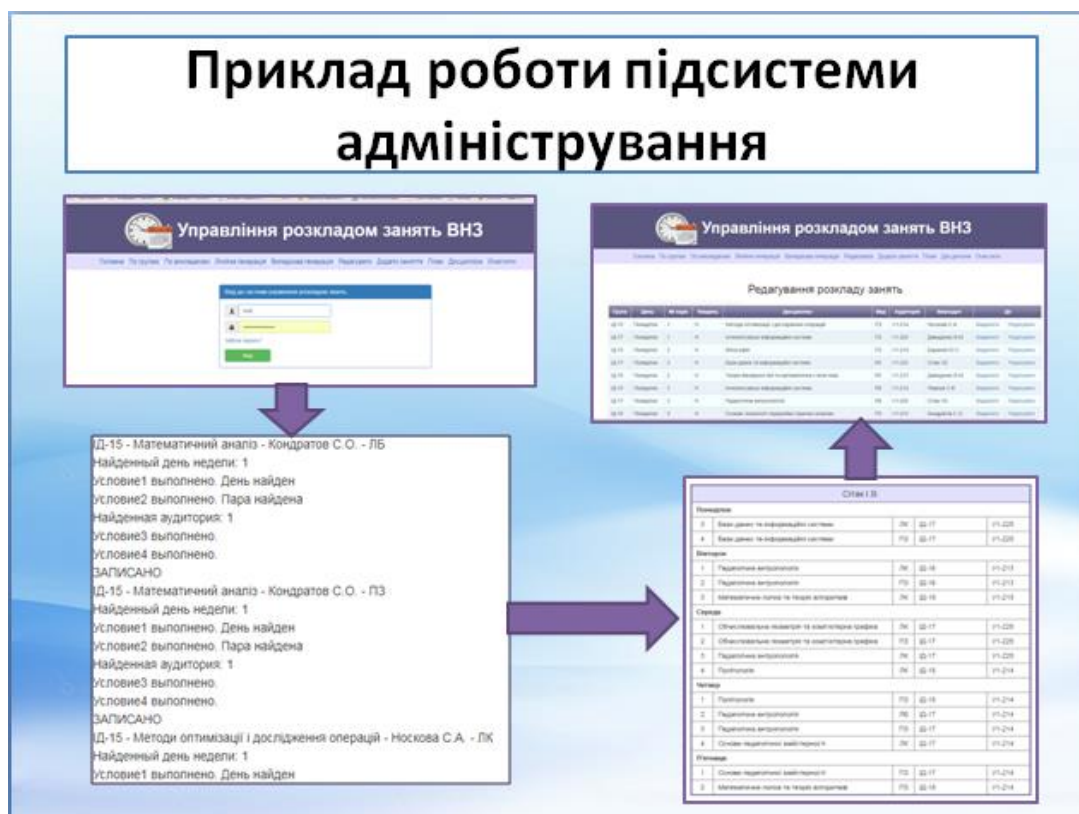


Рисунок Б.15 – Приклад роботи підсистеми адміністрування

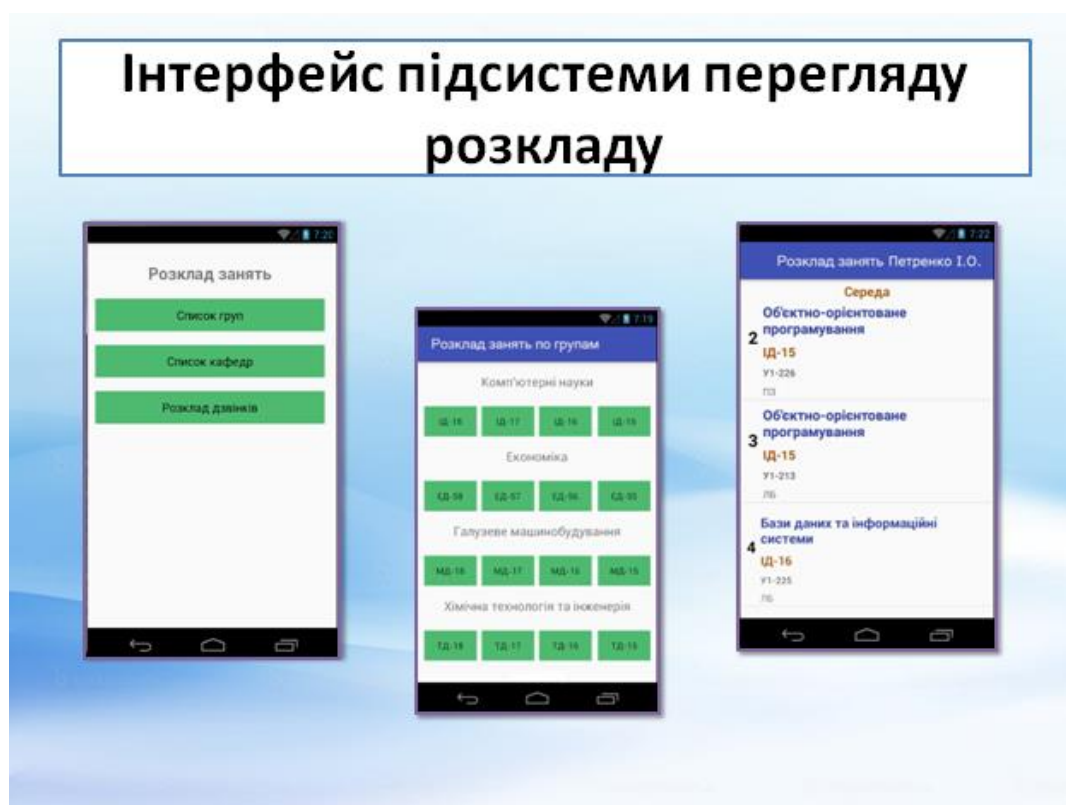


Рисунок Б.16 – Інтерфейс підсистеми перегляду розкладу

Висновки

- ✓ Проведено аналіз проблеми управління розкладом занять у вищих навчальних закладах.
- ✓ Розроблено алгоритм для розв'язання задачі складання розкладу занять на основі існуючих методів, що дозволяє підвищити якість та зручність у процесі управління розкладом.
- ✓ Розроблено інформаційну систему для автоматизації управління розкладом занять вищого навчального закладу.
- ✓ Результати даної магістерської роботи можуть бути використані в вищих навчальних закладах у процесі формування розкладу занять.

Рисунок Б.17 – Висновки