

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет радіоелектроніки, комп'ютерних систем та інфокомунікацій

Кафедра радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і
технологій

**Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи**

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Розробка математичного та інформаційного забезпечення
автоматизованої системи підбору спортивного харчування»

ХАІ.502.564М.23О.163.1905034 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу групи №564М
Галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність 163 Біомедична інженерія
Освітня програма «Біомедична
інформатика та радіоелектроніка»

(код і найменування напряму підготовки)

Давішній К.В.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: проф. Висоцька О.В.

(прізвище й ініціали)

Рецензент: проф. Косуліна Н.Г.

(прізвище й ініціали)

Харків – 2024

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет радіоелектроніки, комп'ютерних систем та інфокомунікацій
(повне найменування)

Кафедра радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій
(повне найменування)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Галузь знань 16 Хімічна інженерія та біоінженерія

Спеціальність 163 Біомедична інженерія
(код та найменування)

Освітня програма Біомедична інформатика та радіоелектроніка
(найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувачка кафедри

О.В. Висоцька
(підпис) (ініціали та прізвище)
«10» жовтня 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Давішній Кирило Віталійович
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка математичного та інформаційного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування.
керівник кваліфікаційної роботи Висоцька О. В., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету № 1873 -уч від «10» жовтня 2023 року.

2. Термін подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 16.01.2024

3. Вихідні дані до роботи: метод багатокритеріальної оптимізації, енергетична цінність продуктів харчування та інші їх характеристики та властивості; раціони харчування спортсменів, їх біологічна цінність; параметри поживних речовин; особливості та плани тренувань; індивідуальні фізіологічні особливості організму; методичні основи побудови інформаційних та біотехнічних систем.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати):

4.1 Аналітичний огляд методів та засобів підбору спортивного харчування.

4.2 Розробка математичного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування.

4.3 Розробка інформаційного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування.

4.4 Реалізація розробленого методу підбору спортивного харчування.

5. Перелік графічного матеріалу

5.1 Енерговитрати спортсменів, калорійність їжі та вміст вітамінів в продуктах харчування (плакат, арк. А4).

5.2 Структурна схема методу підбору спортивного харчування (плакат, арк. А4)

5.3 Діаграма IDEF0 «Робота автоматизованої системи підбору спортивного харчування», нульовий рівень (плакат, арк. А4).

5.4 Діаграма прецедентів автоматизованої системи підбору спортивного харчування (плакат, арк. А4).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Усі розділи	Висоцька О. В., зав.каф.	10.10.23	16.01.24

Нормоконтроль _____ В.М. Олійник «16» січня 2024 р.
(підпис) (ініціали та прізвище)

7. Дата видачі завдання «10» жовтня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання.	10.10.23	
2	Аналітичний огляд методів та засобів підбору спортивного харчування.	11.10.23-1.11.23	
3	Розробка математичного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування.	2.11.22 – 13.11.22	
4	Розробка інформаційного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування	14.11.22 – 25.11.22	
5	Реалізація розробленого методу підбору спортивного харчування.	26.11.23 – 15.01.24	
7	Нормоконтроль, передзахист та усунення недоліків.	16.01.24 – 23.01.24	
8	Захист роботи.	24.01.2024	

Здобувач вищої освіти _____

К. В. Давішній

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____

О.В. Висоцька

(підпис)

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра: 95 с., 31 рис., 6 табл., 4 дод., 40 дж.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНЕ, ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНЕ, МНОЖИНА ПАРЕТО, ПЛАН ТРЕНУВАННЯ, ПЛАН ХАРЧУВАННЯ.

Об'єкт дослідження – процес підбору спортивного харчування.

Предмет дослідження – методи та засоби підбору спортивного харчування.

Мета роботи – розробка математичного та інформаційного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування.

Методи дослідження – метод розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації на основі побудови множини Парето, аналітичні методи, методичні основи побудови інформаційних та біотехнічних систем.

Проведено аналітичний огляд методів та засобів підбору спортивного харчування. Розроблено математичне забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування, метод підбору спортивного харчування та інформаційне забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування. Розроблений метод реалізовано у програмному додатку підбору спортивного харчування.

ABSTRACT

Explanatory note to the qualification work of the master: 95 p., 31 fig., 6 tabl., 4 app., 40 ref.

EXERCISE PLAN, INFORMATION SUPPORT, MATHEMATICAL SUPPORT, NUTRITION PLAN, PARETO MULTIPLE.

The object of research is the process of selecting sports nutrition.

The subject of research is methods and means of selecting sports nutrition.

The purpose of the work is the development of mathematical and information support for an automated system for selecting sports nutrition.

Research methods – the method of solving multi-criteria optimization problems based on the construction of the Pareto set, analytical methods, methodical foundations of the construction of information and biotechnical systems.

An analytical review of the methods and means of selecting sports nutrition was conducted. Mathematical support for the automated system of selecting sports nutrition, the method of selecting sports nutrition and informational support for the automated system of selecting sports nutrition have been developed. The developed method is implemented in the software application for selecting sports nutrition.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ПІДБОРУ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ	11
1.1 Особливості раціонального харчування спортсменів	11
1.2 Особливості харчування спортсменів при зменшенні маси тіла	14
1.3 Особливості харчування спортсменів при наборі маси тіла.....	19
1.4 Ключові особливості концепції інформаційної підтримки спортивного харчування.....	21
1.5 Аналітичний огляд математичних підходів до розрахунку мікроелементів індивідуального раціону користувача.....	22
1.5.1 Формула калорійності ВООЗ.....	22
1.5.2 Формула калорійності Харріса – Бенедикта.....	23
1.5.3 Формула Міффіна-Са н Жеора.....	23
1.5.4 Формула калорійності Кетч – МакАрдл.....	24
1.6 Аналітичний огляд математичних підходів до формування раціону спортсмена.....	27
1.7 Аналітичний огляд засобів інформаційної підтримки у сфері спортивного харчування.....	30
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДБОРУ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ	40
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДБОРУ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ	55

3.1 Аналіз програмного забезпечення інформаційної підтримки підбору спортивного харчування.....	55
3.2 Розробка інформаційного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування.....	58
РОЗДІЛ 4. РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕНОГО МЕТОДУ ПІДБОРУ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ	66
4.1 Формування та вимоги до програмного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування	66
4.1.1 Вимоги до функціональних характеристик.....	66
4.1.2 Вимоги до інформаційної та програмної сумісності	68
4.1.3 Стадії та етапи розробки.....	68
4.2 Обґрунтування вибору мови програмування.....	69
4.3 Алгоритм роботи автоматизованої системи підбору спортивного харчування.....	71
4.4 Розробка інтерфейсу автоматизованої системи підбору спортивного харчування.....	75
ВИСНОВКИ.....	82
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	84
ДОДАТОК А Енерговитрати спортсменів, калорійність їжі та вміст вітамінів в продуктах харчування	88
ДОДАТОК Б Структурна схема методу підбору спортивного харчування ..	90
ДОДАТОК В Діаграма IDEF0 «Робота автоматизованої системи підбору спортивного харчування», нульовий рівень	92
ДОДАТОК Г Діаграма прецедентів	94

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

БЖВ – білки, жири і вуглеводи.

БМ – базовий метаболізм.

ІС – інформаційна система.

ЛФК – лікувальна фізична культура.

ПД – перша допомога.

ПК – персональний комп'ютер.

ВСТУП

Актуальність роботи. Харчування є найважливішою фізіологічною потребою організму. Воно необхідне для побудови та безперервного оновлення клітин та тканин; надходження енергії для поповнення енергетичних витрат організму та речовин, з яких утворюються ферменти, гормони, інші регулятори обмінних процесів та життєдіяльності. Обмін речовин, функція та структура всіх клітин, тканин та органів залежить від характеру харчування. Харчування – це складний процес надходження, перетравлення, всмоктування та засвоєння в організмі харчових речовин. Крім цього, харчування розглядається як активний фактор, що сприяє збереженню здоров'я, профілактиці захворювань, забезпеченню природних процесів зростання та розвитку та розширенню меж адаптації до систематичних фізичних навантажень [1-2].

Аналіз фактичного харчування спортсменів у різних видах спорту протягом ряду років виявляє традиційні порушення, пов'язані з недостатньою забезпеченістю організму незамінними компонентами їжі – вітамінами, мікроелементами та поліненасиченими жирними кислотами тощо. До того ж сучасному спорту притаманні інтенсивні фізичні навантаження під час тренувань та змагань, висока нервовоемоційна напруга боротьби, націленість на рекордні спортивні результати. Процес підготовки до змагань вимагає від спортсмена величезних витрат часу і включає, як правило, дво- чи триразові щоденні тренування, залишаючи все менше можливостей для відпочинку та повного відновлення фізичної працездатності [3-4]. У зв'язку з цим проблема раціоналізації харчування на основі його щоденної оперативної оцінки та своєчасної оптимізації з урахуванням спортивної спеціалізації, завдань та умов проведення тренувального процесу продовжує привертати увагу вчених.

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є розробка математичного та інформаційного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування.

Для досягнення поставленої мети в магістерській роботі необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз відомих методів та засобів підбору спортивного харчування;
- розробити математичне забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування;
- розробити інформаційне забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування;
- провести реалізацію розробленого метода підбору спортивного харчування.

Об'єктом дослідження є процес підбору спортивного харчування.

Предметом дослідження є методи та засоби підбору спортивного харчування.

Методи дослідження. Методами дослідження є метод розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації на основі побудови множини Парето, аналітичні методи, методичні основи побудови інформаційних та біотехнічних систем.

Наукова новизна отриманих результатів. Розроблено метод підбору спортивного харчування, що базується на методі розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації на основі побудови множини Парето, враховує раніше не досліджені в комплексі особливості формування збалансованого раціону харчування спортсменів, що дозволяє підвищити ефективність тренувального процесу, знизити ризики розвитку негативних наслідків.

Практичне значення отриманих результатів. На базі запропонованого методу підбору спортивного харчування, розроблено програмний засіб, який дозволяє створювати плани харчування та тренувань для спортсменів.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ПІДБОРУ ХАРЧОВОГО РАЦІОНУ ЛЮДИНИ

1.1 Особливості раціонального харчування спортсменів

Значення раціонального харчування спортсменів та рекомендації щодо нього були вивчені багатьма фахівцями. Вивченню якісного складу продуктів харчування присвячені дослідження таких російських учених, як Дружніна А.І., Скуріхін І. М., Нечаєв А. П. Подібна проблема розглядається світовим експертом у галузі дієтичного харчування Т. Інклдоном. У своїх роботах вони розглядають основні компоненти продуктів харчування, їх вплив на організм людини, а також оптимальний режим їжі для спортсменів. Але не вдалося знайти наукових праць, присвячених проблемі споживання так званого «спортивного харчування», не проаналізовано якісний склад компонентів цих продуктів і, тим більше, не розглянуто їх вплив на організм людини.

Рекомендації з харчування спортсменів повинні ґрунтуватися як на експериментальних дослідженнях впливу фізичних навантажень на деякі показники стану регулюючих систем та обміну речовин в організмі тварин, так і на вивченні особливостей біохімічних та фізіологічних процесів при фізичних навантаженнях самих спортсменів [5]. Принципи побудови харчування спортсменів можуть бути сформульовані так:

1. Постачання спортсменів необхідною кількістю енергії, що відповідає її витрачання в процесі фізичних навантажень.

2. Дотримання принципів збалансованого харчування, стосовно певних видів спорту та інтенсивності навантажень [6].

Наука про харчування розглядає багато питань, з яких першорядними вважають такі:

- які хімічні речовини та в яких кількостях повинні надходити в організм з їжею для його зростання, відтворення та здійснення інших життєво важливих функцій;

- до яких наслідків призводить відсутність або, навпаки, надлишок надходження з їжею поживних речовин;
- у чому полягає конкретна біологічна роль кожного з поживних речовин;
- які продукти та в яких кількостях потрібні для задоволення потреб організму в поживних речовинах [7].

Збалансоване харчування – основа здоров'я та гарного самопочуття. Не можна не відзначити, що проблемам раціонального харчування у розвинених країнах приділяється багато уваги. Наукові інститути займаються дослідженнями за підтримки держави, харчова промисловість враховує результати досліджень і в багатьох країнах прийнято норми оптимального споживання поживних речовин населенням.

Організація ефективного тренувального процесу є досить комплексним та складним завданням. При складанні тренувального плану враховується велика кількість факторів, які по-різному здатні впливати на ефективність тренувань в цілому. Різниця проблем обумовлена особливостями спортсмена (його параметри, показники, можливості, харчування). Тільки після оцінки всіх цих проблем можна буде організувати ефективний тренувальний процес. Він також має вирішувати низку важливих завдань:

- повинен забезпечуватися індивідуальний підхід;
- повинні покращуватись функціональні показники спортсмена;
- повинні покращуватись результати спортсмена;
- енергія має повною мірою відновлюватися після тренувань.

Продукти харчування необхідно вибирати таким чином, щоб вони відповідали харчовій піраміді, яка лежить в основі здорового харчування (рис. 1.1). Раціональна дієта для спортсменів повинна включати певну кількість продуктів, що належать до кожної групи харчової піраміди. Збільшення кількості продуктів у раціоні, що належать до тієї чи іншої групи, зумовлено енергетичними потребами, специфікою виду спорту, спрямованістю та величиною фізичних навантажень [8].



Рисунок 1.1 – Піраміда здорового харчування

Згідно з рекомендаціями дієтологів, найбільш сприятливе співвідношення основних вуглеводів, жирів та білків у добовому раціоні дорослої людини складатиме 1: 1: 4. При цьому на частку вуглеводів має припадати близько 50–55 %, жирів – 30–35 %, білків – 10–15. % загальної калорійності раціону харчування (рис. 1.2).

Для спортсменів співвідношення вуглеводів, жирів та білків має бути скориговано з урахуванням виду спорту, обсягу та інтенсивності виконуваної роботи. Наприклад, при тренуваннях на витривалість є доцільним невелике скорочення споживання білків (до 10–12 %) на тлі підвищеного споживання вуглеводів (до 60–70 %). При навантаженнях швидко-силового характеру та наборі м'язової маси слід збільшити споживання білків (до 20–25 %) за відповідного зниження споживання вуглеводів та жирів (рис. 1.2) [9].

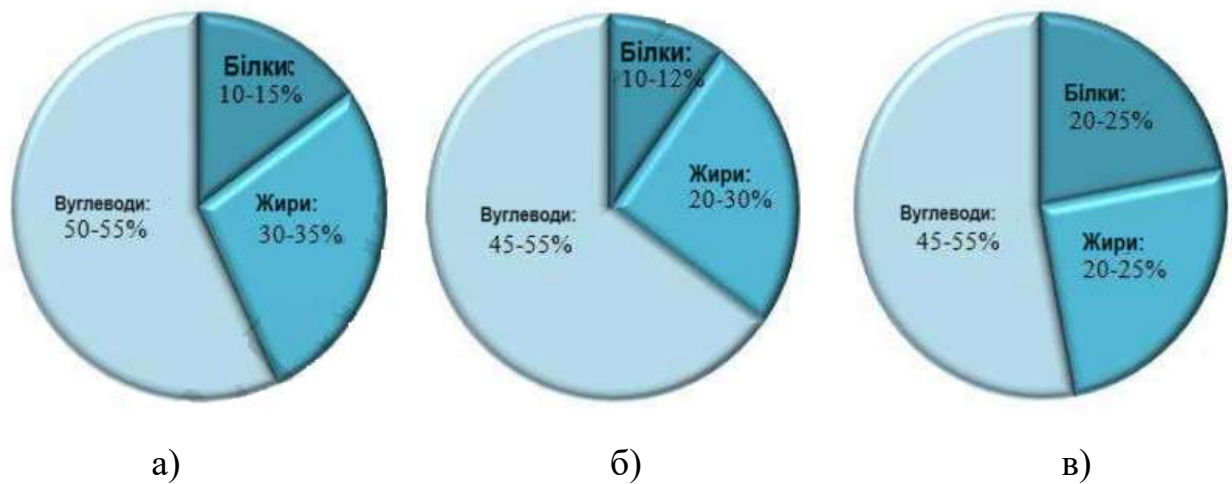


Рисунок 1.2 – Співвідношення вуглеводів, жирів та білків у харчовому раціоні: а) не спортсмени; б) аеробна спрямованість навантажень; в) швидко-силово спрямованість навантажень.

1.2 Особливості харчування спортсменів при зменшенні маси тіла

Підтримка певної маси тіла спортсмена є важливою умовою для прояву високої спеціальної працездатності у видах спорту, в яких змагання проводяться в різних вагових категоріях: бокс, боротьба, важка атлетика тощо. У ряді видів спорту (спортивна) і художня гімнастика, акробатика, фігурне катання на ковзанах, синхронне плавання, спортивні танці і т. д.), хоч і не використовується поняття «вагова категорія», але передбачається певний тип статури і, як правило, невелика маса тіла спортсмена. Оскільки у цих видах спорту оцінюється естетичність виконання специфічних фізичних вправ, то зовнішні дані спортсмена може бути важливим чинником у досягненні високого спортивного результату [10].

Найчастіше спортсмени стикаються з проблемою зниження та утримання маси тіла. При цьому, як правило, зниження маси тіла пов'язане зі втратою жирового компонента та збереженням худого (безжирового) компонента маси тіла. Рекомендовані діапазони жиру становлять 15–18 % для нетренованих чоловіків і 20–25 % для жінок. Оптимальні діапазони для

спортсменів становлять 8-12% для чоловіків та 10-20% для жінок. Рівні вмісту жиру, що свідчать про потенційний ризик для здоров'я, такі: <4% у чоловіків і <10% у жінок. Оптимальний склад тіла залежить від статі спортсмена та обраного виду спорту.

Підтримка оптимальної маси тіла обумовлена щоденною витратою енергії та її поповненням. Маса тіла можна ефективно регулювати правильним підбором харчового раціону та харчового режиму. Як було сказано вище, у період найбільш напружених тренувальних мікроциклів добова витрата енергії може досягати 4000-7000 ккал. У період відновлювальних мікроциклів, коли сумарний обсяг навантажень менший, витрата енергії нижча – 3000–4000 ккал. Тому харчовий раціон у різних мікроциклах має відповідати реальним енерговитратам, а співвідношення білків, жирів та вуглеводів у раціоні слід коригувати відповідно до основної спрямованості тренувального процесу. Так, наприклад, у ударних мікроциклах щоденне споживання вуглеводів висококваліфікованими спортсменами може становити 800–900 г і більше, у відновлювальних мікроциклах – не більше 350–500 г.

Зниження маси тіла – складний та трудомісткий процес, що залежить від індивідуальних особливостей організму. Не може бути ідеальної універсальної дієти для зниження маси, і в кожному конкретному випадку потрібен індивідуальний підхід, що враховує особливості організму та тренувального процесу. При цьому основними загальними принципами зниження маси тіла є:

- виконання фізичних вправ;
- скорочення кількості споживаної їжі;
- зниження калорійності харчового раціону;
- зменшення кількості споживаних рідин та солі;
- відвідування лазні, сауни.

Раціональне зниження маси тіла має передбачати досягнення стабільного ефекту та не порушувати процес підготовки спортсменів. Існують різні підходи до зниження маси тіла:

- рівномірний – щоденно скидається однакова кількість кілограмів протягом усього періоду згонки;
- формований – протягом перших двох днів маса тіла знижується на 40–50 % від необхідної величини зниження;
- інтервальний – на початку процесу згонки маса форсовано знижується (на 1–3 кг), наступні кілька днів маса утримується на досягнутому рівні, потім знову маса форсовано знижується;
- поступово наростаючий – з кожним днем втрати маси тіла збільшуються;
- хвилеподібний – на тлі поступового зниження маси тіла на деякий час допускається її помірне збільшення;
- форсований – необхідна маса тіла знижується за 1–3 дні до змагань;
- тривалий – маса знижується протягом кількох місяців за рахунок режиму тренувань та раціону харчування [11].

Одним із основних підходів до зниження маси тіла є одночасне застосування гіпокалорійних (низькокалорійних) раціонів та збільшення фізичних навантажень. Ціль низькокалорійного раціону – знизити споживання їжі (енергії), зменшити запаси жиру в організмі, але зберегти спортивну працездатність. Рекомендований темп для безпечного зниження маси тіла становить близько 0,2–0,5 кг на тиждень, що відповідає зниженню енергоспоживання на 250–500 ккал на добу, тобто зменшенню калорійності раціону в середньому на 10–25 %. Поступове зниження маси тіла забезпечується споживанням вуглеводів у кількості не більше ніж 5 г на 1 кг маси тіла на добу, білка – не більше 1 г/кг на добу, жиру – близько 20 % загальної кількості енергії, а також помірним споживанням рідини. Такий підхід дозволяє скоротити масу тіла за рахунок жирового компонента, не торкаючись м'язової тканини.

Різде зниження калорійності споживаної їжі неприпустимо. Якщо калорійність харчування спортсмена стає менше 1800-1900 ккал на добу, то неможливо адекватне енергозабезпечення фізичної діяльності в ході

інтенсивних тренувань, а також необхідне заповнення запасів м'язового глікогену. При дуже низькокалорійних раціонах (близько 800 ккал на добу), а також низькокалорійних раціонах, які використовуються протягом тривалого часу, значну частину втрат маси тіла становлять втрати білка.

За швидкістю зниження маси тіла виділяють поступове зниження (відбувається протягом кількох місяців), помірне (кілька тижнів) та швидке (кілька діб).

Найпоширеніший метод швидкого зниження маси тіла спортсмена перед змаганнями – дегідратація (зневоднення). Даний метод полягає у використанні прийомів, що впливають на втрати води шляхом підвищеного потовиділення (сауна, лазня, спеціальний одяг тощо) та сечовиділення (застосування діуретиків). Великі втрати маси тіла протягом нетривалого часу за рахунок зневоднення суттєво знижують аеробну та анаеробну продуктивність організму, швидкісно-силові можливості, ефективність змагальної діяльності. Знижується кількість глікогену в м'язах, обсяг худой тканини при незмінній кількості жиру, з організму виводяться водорозчинні вітаміни та мінеральні речовини. Такі методи призводять до зменшення об'єму крові, підвищення артеріального тиску, втрати еритроцитів, порушення функцій нирок та процесів терморегуляції. В результаті порушується водно-сольовий баланс і може погіршитись самопочуття. У таких умовах тижневе зниження маси тіла спортсмена не повинно перевищувати 1-1,5 кг [3].

У разі централізованої підготовки спортсменів використовується раціонний метод згонки маси, який включає два періоди:

- 1) підготовчий період тривалістю 2 дні, прийом їжі 3-4 рази на день, обмеження в раціоні харчування калорійних гарнірів, картоплі, борошняних та кондитерських виробів, продуктів з великим вмістом цукру (солодкі фрукти, виноград, банани, фініки), мінеральної води, зниження калорійності харчового раціону до 1800-2000 ккал, зменшення в раціоні харчування кількості продуктів, що підвищують апетит (прянощів, соусів тощо);

2) період зменшення маси тривалістю від 10 днів, що складається з трьох етапів:

- початковий (2 дні) - триразове харчування, відсутність борошняного в раціоні, зменшення споживання рідини на 50%, зменшення споживання солі, помірне обмеження вживання жирів тваринного походження (в раціон включають як нежирну рибу, нежирні сорти м'яса, знежирений сир, сирі овочі, фрукти);

- основний (7 днів) – дворазове харчування, відсутність гарнірів у раціоні;

- заключний - чергування раціонів початкового та основного етапів.

Застосування цього підходу дозволяє спортсмену за 10-20 днів до змагань скинути 2-3 кг. При цьому спортсмен не має великих труднощів у дотриманні встановленого режиму, і його організм швидко пристосовується до нової маси.

При досягненні бажаної маси тіла не слід різко змінювати раціон харчування. Масу потрібно постійно контролювати, зважуючись завжди в однакових умовах: вранці після туалету, натще. Досягнуту оптимальну масу тіла можна ефективно регулювати правильним підбором харчового раціону та харчового режиму. Для підтримки оптимальної маси тіла як обов'язковий і регулярний компонент фізичної активності повинні бути включені аеробні вправи та силові тренування, так як їх наявність є абсолютною вимогою для спалювання жиру та підтримки м'язової маси.

Нерідко прагнення зменшити масу тіла призводить до виключення жирів із раціону. При цьому, як правило, збільшується кількість вуглеводів, що споживаються. Такий підхід не зумовлює зменшення жирового компонента маси тіла. Найбільш ефективний раціон, у якому міститься мінімальна кількість жирів, але зберігаються вуглеводи, білки, вітаміни, мінеральні речовини. При зниженні маси тіла не можна вживати алкоголю. Як доповнення до раціонального харчування спортсменів, що знижують і підтримують масу тіла, можна використовувати дієтичні добавки: що

забезпечують почуття ситості (фруктоза, харчові волокна, пектин), що містять кофермент Q (убіхінон), що бере участь у процесах енергозабезпечення, і вітаміни групи B, які є коферментами.

Прагнення постійно обмежувати себе у повноцінному харчуванні може негативно позначитися на здоров'ї. Недостатня маса тіла стимулює втрату білків, може спричинити тканинні ушкодження, порушення артеріального тиску, порушення менструального циклу у жінок, збільшити ризики перелому кісток через зниження їх щільності [4, 9].

1.3 Особливості харчування спортсменів при наборі маси тіла

Прояв м'язової сили та швидко-силової якості залежить від маси тіла спортсмена загалом та від м'язового компонента маси тіла зокрема. Збільшення всієї маси тіла важливе у таких видах спорту, як важка атлетика, легка атлетика (штовхання ядра), боротьба, бокс (важкі вагові категорії). Особливе значення гіпертрофія м'язів та збільшення худой маси має при підготовці спортсменів-спринтерів (легка атлетика, веслування, ковзанярський спорт, плавання, велотрек тощо).

Для збільшення м'язової маси найчастіше спортсмени прагнуть збільшити кількість споживаного білка та обсяги силових навантажень. Насправді збільшення маси тіла за рахунок м'язового компонента визначається споживанням енергії в процесі виконання м'язової роботи з вираженим силовим компонентом при достатній кількості білка. Особливість харчування в цьому випадку полягає в отриманні достатньої кількості вуглеводів у харчовому раціоні (45-55%), при оптимальному рівні білків (20-25%) та скороченні споживання жирів (20-25%).

Ефективний набір маси тіла відбувається за дотримання таких рекомендацій:

- для збільшення маси тіла спортсмен повинен перебувати у стані позитивного енергетичного балансу (близько 400–500 ккал на добу), у

харчовому раціоні слід збільшити кількість продуктів з великим вмістом поживних речовин та енергії (горіхи, сухофрукти, сири тощо);

- 4-6-разовий прийом їжі протягом дня;
- рівномірний розподіл добової норми споживання білка за їдою; – різноманітність джерел тваринного та рослинного білка протягом доби (співвідношення білків тваринного та рослинного походження приблизно 1:1);
- споживання як джерела жиру рослинних олій, горіхів, жирних сортів риби;
- поповнення підвищеної в 2-3 рази потреби в основних вітамінах і мінеральних речовинах, необхідних для протікання анаболічних процесів. і створюють істотного дефіциту енергії. При цьому особливий акцент має бути зроблений на значний обсяг засобів силової, швидкісно-силової та швидкісної спрямованості.

Необхідно враховувати, що після спеціальних вправ анаеробного характеру на певні групи м'язів має пройти щонайменше дві доби для повноцінного відновлення та реалізації метаболічних зрушень, викликаних тренуванням. Таким чином, чергування навантажень, спрямованих на нарощування м'язової маси, у мікроциклах та мезоциклах має передбачати, з одного боку, велику кількість занять з посиленими навантаженнями, а з другого – створювати умови для повноцінного відновлення м'язів та в цілому організму, не допускати виснаження енергетичних ресурсів. , розвитку кумулятивної втоми.

Контроль маси тіла має велике значення для спортсменів, наявність надлишків жиру або неадекватна кількість м'язової маси може негативно вплинути на спортивні результати. Досягнення та підтримання бажаних маси та складу тіла можливе з використанням індивідуального підходу та персонального плану харчування та рухової активності спортсмена [3, 9].

1.4 Ключові особливості концепції інформаційної підтримки спортивного харчування

Правильне харчування спортсмена позитивно впливає на його результати та організацію тренувального процесу в цілому, але все одно існує невіршені питання, які уповільнюють прогрес спортсменів:

- скільки калорій повинен споживати спортсмен щодня;
- які показники відіграють головну роль у визначенні необхідної кількості калорій;
- як правильним чином інтерпретувати отримані результати.

Розглянувши дані проблеми, з якими стикаються під час складання плану харчування спортсменів, можна висунути гіпотезу, яка полегшить роботу щодо формування критеріїв для її передбачуваного вирішення.

Покращення результатів спортсмена можливе, якщо під час складання правильного раціону харчування буде відомо:

- необхідна щоденна кількість калорій, яка потрібна спортсмену;
- особливості його організму та засвоюваність тих чи інших мікропоживних речовин;
- цілі спортсмена.

Концепція інформаційної підтримки спортивного харчування націлена на проведення заходів щодо ефективного розрахунку індивідуального плану тренувань та режиму харчування.

Програма для підрахунку калорій та мікроелементів – це сервіс, який виконує функції отримання даних від користувача, збереження їх, підрахунку потрібної кількості калорій та мікроелементів шляхом використання спеціальної формули, яка найбільш точно підраховує калорій та необхідні мікроелементи та видає результат. Також допомагає користувачеві в режимі реального часу стежити за своїм харчуванням, витраченими калоріями, вести їх облік. Також метою даного додатка є можливість замінювати собою користувачеві тренера та дієтолога, надаючи спортсмену план харчування та

тренувань, які найбільше підходять для кожного конкретного користувача, використовуючи введені дані та поставлені цілі [12].

1.5 Аналітичний огляд математичних підходів до розрахунку мікроелементів індивідуального раціону користувача

Не мало важливим при дослідженні програмних забезпечення інформаційної підтримки спортивного харчування та створенні прототипу веб-додатку є огляд існуючих формул, що використовуються при розрахунку мікроелементів індивідуального раціону користувача.

Провівши літературно-аналітичний огляд з підрахунку калорій, було виявлено 4 найпопулярніші та найбільш використовувані формули з підрахунку калорій [13]. Дані формули підходять для різних ситуацій, мають різні параметри та різну точність. Потрібно визначити найбільш підходящу формулу для майбутньої програми.

1.5.1 Формула калорійності ВООЗ

Методика Всесвітньої організації охорони здоров'я [13] пропонує розраховувати добову потребу в калоріях за такою формулою:

- для жінок від 18 до 30 років $(0,062 \times \text{вага в кг} + 2,036) \times 240 \times \text{КФА}$;
- для жінок від 31 до 60 років $(0,034 \times \text{вага в кг} + 3,538) \times 240 \times \text{КФА}$;
- для жінок старше 60 років $(0,038 \times \text{вага в кг} + 2,755) \times 240 \times \text{КФА}$;
- для чоловіків від 18 до 30 років $(0,063 \times \text{вага тіла в кг} + 2,896) \times 240 \times \text{КФА}$;
- для чоловіків від 31 до 60 років $(0,484 \times \text{вага тіла в кг} + 3,653) \times 240 \times \text{КФА}$;
- для чоловіків старше 60 років $(0,491 \times \text{вага тіла в кг} + 2,459) \times 240 \times \text{КФА}$.

КФА – це коефіцієнт фізичної активності, де 1 – низька, 1,3 – середня, 1,5 – висока. При цьому для зниження ваги ВООЗ рекомендують скорочувати

реальну калорійність раціону на 500 ккал на місяць доти, доки вона не стане на 500–300 ккал нижче за добову потребу.

1.5.2 Формула калорійності Харріса – Бенедикта

Ця формула була виведена у 1919 році і до 1990-х років була єдиною [13]. Зміни у способі життя всього людства призвели до того, що зараз ця формула завищує потреби в калоріях приблизно на 5–10%, причому цей показник тим вищий, чим вища вага у того, хто вважає.

– для чоловіків базовий метаболізм (БМ) = $66 + [13,7 \times \text{вага (кг)}] + [5 \times \text{зростання (см)}] - [6,76 \times \text{вік (у роках)}] \times \text{коефіцієнт}$;

– для жінок базовий метаболізм (БМ) = $655 + [9,6 \times \text{вага (кг)}] + [1,8 \times \text{зростання (см)}] - [4,7 \times \text{вік (у роках)}] \times \text{коефіцієнт}$.

Ця формула потребує обліку фізичного навантаження та вводить такі коефіцієнти, які представлені в Таблиці 1.

Таблиця 1.1 - Коефіцієнти фізичної активності

Фізична активність	Коефіцієнт
Мінімальна активність, сидячий спосіб життя	1,2
Легке навантаження 1-3 рази на тиждень	1,3
Тренування 3-5 разів на тиждень	1,6
Тренування щодня	1,7
Тяжка фізична робота, тренування 2 рази на день	1,9

1.5.3 Формула Міффліна-Сан Жеора

Формула Міффліна-Сан Жеора [13], розроблена групою американських лікарів-дієтологів під керівництвом докторів Міффліна та Сан Жеора, існує у двох варіантах – спрощеному та доопрацьованому та видає необхідну кількість кілокалорій (ккал) на добу для кожної конкретної людини.

До недоліків цієї формули відносять те, що в ній не враховано співвідношення м'язів і жиру в організмі, оскільки рівень метаболізму залежить від м'язової маси, отже, і визначати потребу в енергії потрібно, виходячи з цього показника.

Її спрощений варіант:

- для чоловіків: $10 \times \text{вага (кг)} + 6,25 \times \text{зріст (см)} - 5 \times \text{вік (г)} + 5$;
- для жінок: $10 \times \text{вага (кг)} + 6,25 \times \text{зріст (см)} - 5 \times \text{вік (г)} - 161$.

Доопрацьований вид цієї формули, що враховує ступінь фізичної активності людини:

- для чоловіків: $(10 \times \text{вага (кг)} + 6.25 \times \text{зріст (см)} - 5 \times \text{вік (г)} + 5) \times A$;
- для жінок: $(10 \times \text{вага (кг)} + 6.25 \times \text{зріст (см)} - 5 \times \text{вік (г)} - 161) \times A$.

Де A – це рівень активності людини, його розрізняють зазвичай за п'ятьма ступеннями фізичних навантажень на добу:

- мінімальна активність: $a = 1,2$;
- слабка активність: $a = 1,375$;
- середня активність: $a = 1,55$;
- висока активність: $a = 1,725$;
- екстра-активність: $a = 1,9$ (під цю категорію зазвичай підпадають люди, які займаються, наприклад, важкою атлетикою, або іншими силовими видами спорту зі щоденними тренуваннями, а також ті, хто виконує важку фізичну роботу).

1.5.4 Формула калорійності Кетч – МакАрдл

Формула калорійності Кетч – МакАрдл [13] враховує вміст жиру в організмі, проте не враховує ні стать, ні вік, ні зростання – мається на увазі, що ці показники можуть бути враховані щодо вмісту жиру.

Формула виглядає куди простіше за попередні:

$$\text{БМ} = 370 + 21,6 \times x.$$

У цій формулі "x" - це маса тіла за вирахуванням жиру. Такі виміри нерідко проводять у клінічних умовах. Приблизний вміст жиру в організмі можна виміряти за допомогою сучасних електронних ваг або скориставшись одним із численних мережних калькуляторів.

Уточнення для цієї формули. Вважається найбільш точною з подібних формул, але для того, щоб їй скористатися, потрібно знати свій відсоток жиру.

$$\text{BMR} = 370 + (21.6 \times \text{LBM}) \text{ Де } \text{LBM} = [\text{вага (кг)} \times (100 - \% \text{ жиру})] / 100.$$

Щоб отримати фінальне значення своєї денної калорійності, потрібно помножити отриманий BMR на коефіцієнт, який буде відповідати вашої фізичної активності:

- 1.1-1.2 = сидячий спосіб життя, сидяча робота, дуже мало або відсутність спортивних занять;
- 1.3-1.4 = легка активність (трохи денної активності + легкі вправи 1-3 рази на тиждень);
- 1.5-1.6 = середня активність (тренування 3-5 разів на тиждень);
- 1.7-1.8 = висока активність (активний спосіб життя та важкі тренування 6-7 разів на тиждень);
- 1.9-2.0 = екстремально-висока активність (спортивний спосіб життя, фізична праця, щоденні тренування тощо).

Для вибору відповідного прототипу необхідно розглянути критерії порівняння, наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Оцінка критеріїв прототипу

№	Показатель	Оценка
1	Підходить для спортсменів	
	Ця формула не підходить для спортсменів	0
	Ця формула підходить для спортсменів	1
2	Точність визначення	
	Визначає досить точно	1
	Існують неточності щодо добової норми калорій	0
3	Має розбиття на різну активність	
	Немає параметра, що відповідає за фізичну активність	0
	Є параметр, який відповідає за фізичну активність	1
4	Враховується співвідношення м'язів до жиру в організмі	
	Співвідношення не враховується	0
	Співвідношення враховується	1
5	Точна оцінка фізичної активності	
	Цей параметр має лише кілька значень	0
	Достатньо точно визначає фізичну активність	1
6	Формула підходить для будь-якого віку	
	Формула не підходить для будь-якого віку	0
	Формула підходить для будь-якого віку	1

Далі можна скласти таблицю порівняння аналогів виявлення кращої формули для підрахунку калорій для спортсменів (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Порівняння аналогів

№	Аналог	Критерій та оцінка						Підсумок
		1	2	3	4	5	6	
1	Формула калорійності ВООЗ	1	0	1	0	0	0	2
2	Формула калорійності Харріса - Бенедикта	0	0	0	0	0	1	1
3	Формула Міффіна-Сан Жеора	1	0	1	0	0	1	3
4	Формула калорійності Кетч –Мак Ардл	1	0	1	1	1	1	5

Порівнявши результати в табл. 1.3, можна виділити формулу калорійності Кетч-Мак Ардла як найбільш оптимальну і наближену до реальності. Дана формула найбільш точно підраховує добову норму калорій і є для нас найкращим прототипом.

1.6 Аналітичний огляд математичних підходів до формування раціону спортсмена

На поточний момент для проектування рецептур багатокomпонентних харчових продуктів в основному використовуються методи лінійного, експериментально-статистичного програмування та об'єктно-орієнтованого підходу.

Процес оптимізації складу рецептур заснований на використанні розрахункових критеріїв та понять, запропонованих Роговим І.А., Ліпатовим Н.М., Лісіциним А.Б., Тітовим Є.І., а також методах системного аналізу, моделювання та асортиментно-рецептурної оптимізації, розглянутих у роботах Кафарова В.В., Гордєєва Л.С., Протопопова І.І., Івашкіна Ю.А. та ін

Аналіз науково-технічної та патентної інформації про сучасні тенденції та перспективи вдосконалення якості продуктів за рахунок проектування нутрієнтної та технологічної адекватності багатокомпонентних харчових сумішей (середовищ) свідчить про те, що ці питання не залишаються поза увагою провідних учених і в наш час.

Ліпатовим Н.М. [14-15] проводилися дослідження з питань проектування продуктів і раціонів харчування з харчовою цінністю, що задається, із застосуванням ПК. Початкова стадія розробки теоретичних основ та конкретних методів реалізації принципів проектування збалансованих харчових продуктів була пов'язана з формалізацією якісних та кількісних уявлень про раціональність використання незамінних амінокислот. Формалізація враховує взаємозбалансованість незамінних амінокислот. На підставі принципу Мітчелла-Блоку їм запропоновані коефіцієнти відмінності амінокислотного складу, утилітарності амінокислотного складу та показник порівнянної надмірності. Незважаючи на теоретичну обґрунтованість, експериментальна перевірка взаємозбалансованості амінокислот включає дослідження метаболізму в організмі людини, що є дуже складним [15].

Для пошуку приватного критерію Ліпатовим Н.М. використовувалася функція бажаності Харрінгтона. Перевага функції бажаності Харрінгтона полягає в її безрозмірності, що дозволяє проводити моделювання з використанням факторів різної розмірності та діапазону значень змінних, що варіюються. Цьому підходу властивий недолік, який полягає у поєднанні багатьох факторів в один комплексний критерій, що значно зменшує ступінь коректності моделі.

При розробці молочних продуктів [16] підвищеної біологічної цінності застосовувався метод експериментально-статистичного моделювання, заснований на виділенні ключового нутрієнта моделювання та оптимізації його якості.

У роботі [17] запропоновано три етапну методику проектування рецептур геродиєтичних м'ясних продуктів. Перший етап пов'язаний з

моделюванням амінокислотного складу та вибором значень, що найбільше задовольняють критерію; другий - оцінкою жирнокислотного складу; третій – розрахунком енергетичної цінності. Процес моделювання здійснювався авторами у вигляді циклічним алгоритмом, запропонованим Липатовым Н.Н. [14].

Муратовою Є.І. та ін [18] застосовується модифікований метод ієрархій (або метод Сааті) та об'єктно-орієнтований підхід рішення. Особливість цього методу - представлення рецептури у вигляді ієрархічної структури. Кожна з вершин цієї структури – об'єкт (сировина – напівфабрикат – готовий продукт). Кожен рівень - певна стадія технології виготовлення харчового продукту, в результаті може мати індивідуальне число вершин, що розташовані нижче за ієрархією. Алгоритм розрахунку багатокомпонентного продукту починається з розрахунку останнього рівня з найдовшої гілки ієрархічної структури розрахунку.

Борисенко О.О. [19] на базі математичних моделей та рекурсивного циклу забезпечує отримання необхідного набору варіантів та складу полікомпонентних сумішей за критерієм макро- та мікронутрієнтного складу.

Безсоновою Л.І. [20] розроблено структуровану функцію якості для харчових продуктів, засновану на визначенні автокореляційної функції що дозволяє побудувати прогнозу модель управління перспективними показниками технологічних процесів, готових харчових продуктів та послуг.

Саніної Т.В. та Сербуловим Ю.С. (2004) запропоновано концепцію диференційованого підходу у комплексній оцінці якості хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності. Автори вважають, що для об'єктивної оцінки підвищення харчової цінності пріоритет у виборі визначальних показників якості має бути на стороні споживачів та оцінка якості повинна включати показники продукції, які задовольняють певним потребам відповідно до її призначення [21].

Запорізький О.О. із співавторами (2012) використовуючи методологічний підхід до конструювання нових геродистичних продуктів із

застосуванням принципів сучасної нутриціології, кваліметрії та теоретичних постулатів харчової комбінаторики нейромережевої апроксимації теоретичних (розрахункових) та експериментальних даних обґрунтував рецептури нових продуктів геродістичного призначення [22].

Резніченко І.Ю. та ін. (2012) науково обґрунтовано комплексний товарознавчо-технологічний підхід до розробки функціональних харчових продуктів, збагачених біологічно активними речовинами та харчовими волокнами. У процесі дослідження вивчалися фактори, що формують якість спеціалізованих виробів, визначення критичних контрольних точок у процесі виробництва та на етапі руху товару з метою ідентифікації функціональної спрямованості продукту, розробку номенклатури споживчих властивостей, що включає, крім органолептичних, фізико-хімічних показників, показники функціональної спрямованості та розробку алгоритму експертизи функціональних сніданків сухих мюслі-батончиків [23].

Кисельов В.М. та Першина Є.Г. (2009) розглядала виробництво та споживання функціональних продуктів як стан багатофакторної системи на основі методології харчової комбінаторики, паритету потреб та vital-концепції з урахуванням сучасних вимог науки про харчування та їх комплексну товарознавчу оцінку. При даному підході було вивчено можливість еволюційного розвитку процесу проектування функціональних продуктів харчування на основі методології харчової комбінаторики, визначено купівельні переваги функціональних продуктів харчування та проведено їх систематизацію у вигляді моделі споживчої цінності [24].

1.7 Аналітичний огляд засобів інформаційної підтримки у сфері спортивного харчування

З метою раціоналізації та своєчасної оптимізації харчування спортсменів на основі його щоденної оперативної оцінки використовуються різні засоби аналізу фактичного харчування, серед яких найбільш широке

поширення набув анкетно-опитувальний метод, реалізований в комп'ютеризованих анкетах [25] та спеціальних програмах для оперативного аналізу фактичного харчування та його своєчасної корекції з метою створення сприятливого метаболічного фону при інтенсивної м'язової діяльності [26-27].

Пошук інформації є одним із ключових інформаційних процесів. Пошук інформації здійснювали у наступному джерелі: інтернет (пошукові системи Opera та Google). У процесі пошуку інформації у літературних джерелах враховувалися рік видання та автор джерела. Перевага надавалася літературі недавнього року випуску та джерелам. Серед великої кількості різного програмного забезпечення для аналізу харчування було обрано найбільш підходящі.

Провівши первинну вибірку програмного забезпечення для аналізу харчування, були обрані: Nutrium [28], Galley nutra Coster [29], NutriBasePro [30], The Food Processor [31].

Nutrium [28] – це спеціальне програмне забезпечення, яке підходить для професіоналів у галузі спортивного харчування та надає мобільний додаток для своїх клієнтів (рис. 1.3). Воно підходить для приватних практик, клінік харчування, лікарень, онлайн-консультацій, оздоровчих центрів та спортивних залів. У цьому додатку є функція створювати рецепти; запросити секретаря приєднатися; додати різні робочі місця та логотип; створювати шаблони та бачити всі дії клієнтів. З Nutrium можна створювати та аналізувати інформацію про харчування індивідуальних рецептів. Пацієнти можуть мати доступ не тільки до свого індивідуального плану харчування, але й до здорових та поживних рецептів, наданих вами. Більше того, у Nutrium є спеціальна функція, яка дозволяє створювати списки продуктів, в які є можливість додавати та перемикати продукти зі схожими характеристиками та швидко включати в план харчування.



Рисунок 1.3 – Програмний засіб Nutrium

Більше того, цю програму можна пов'язати зі зручним засобом зв'язку. Завдяки цьому з'являється можливість без проблем зв'язуватися з клієнтами або дієтологом у будь-який зручний момент часу, паралельно використовуючи цей додаток.

Galley – це спеціальне програмне забезпечення, яке допомагає: зрозуміти вартість їжі, оптимізувати покупки, інтегрувати дані та прийняти інновації [29].

Розуміння вартості їжі: Детальні дані про витрати, прибутковість та поживні речовини, які використовуються у вашому харчуванні. Ця програма допомагає працювати над рецептами, знаходить заміни інгредієнтів у поточних пропозиціях та створює відповідне користувачам меню.

Також ця програма допомагає відстежувати особисті запаси в реальному часі. Більш того можна купувати рецепти або цілі меню зі страв в цьому додатку.

Galley створює посібники, які допомагають працювати та тренуватися ефективніше.

NutraCoster також є спеціалізованим програмним забезпеченням, яке спеціалізується на харчуванні та підрахунку калорій та мікроелементів у продуктах. За допомогою цієї програми з'являється можливість пізнавати кількість калорій та мікроелементів у кожній страві в меню. Також можна брати рецепти в даному додатку або створювати свої власні рецепти з вже наявних продуктів [29].

Вся інформація про поживні речовини є в наявності поряд з кожним видом продукту. Більше того, додаток може вести облік змін харчування під час обробки, включаючи втрату / приріст вологи і втрату / приріст жиру. За допомогою даного програмного забезпечення можна без проблем визначити, які калорії, жири, білки та вуглеводи в будь-який рецепт. Також за допомогою цієї програми з'являється така функція, як розрахунок вуглеводів, як чисті вуглеводи, так і ефективні вуглеводи.

Cara: Food, Mood, Poor Tracker – мобільний додаток, розроблений за підтримки лікарів [32]. Він автоматично вираховує потрібний для користувача план харчування, ґрунтуючись на його цілях та початкових біометричних даних таких як: вага, зріст, стать та вік (рис. 1.4). Широкий функціонал додатку вигідно виділяє його серед конкурентів. Основною перевагою є велика база рецептів, яка регулярно поповнюється вручну, онлайнлічильник калорій, широка база продуктів з описом їх характеристик і калорійності.

NutribasePro – це користувальницьке професійне видання, що надає широкий спектр можливостей для фахівців з харчування - дієтологів, клубів здоров'я, інструкторів, лікарів і т. д. [30]. За допомогою цього програмного забезпечення отримуєте доступ до даних про поживні речовини для більш ніж 900 000 продуктів харчування. Також можна синхронізувати всі дані між ліцензійними версіями NutriBase на інших комп'ютерах (у будь-якій точці світу). Також ця програма підтримує пошук штрих-кодів для майже півмільйона упакованих продуктів.



Рисунок 1.4 – Інтерфейс мобільного додатку Cara: Food, Mood, Poop Tracker

Ще одним програмним забезпеченням для вирішення проблем з харчуванням може бути «DietMaster Pro» [31]. Маючи понад 25 років роботи, DietMaster Pro пропонує найкращу в своєму класі технологію професійного харчування, а також можливості інтеграції. Їх програмне забезпечення пропонує настільне рішення для Windows і Mac, Інтернет і мобільні рішення (рис. 1.5). Воно дозволяє роздрукувати плани харчування за лічені хвилини. Надає можливість отримати доступ до їх додаткової бібліотеки готових шаблонів планів харчування, розроблених лікарями та зареєстрованими дієтологами, або розробити власні плани за допомогою їх простого інтерфейсу. Найкраще підходить для повної лінійки професійних консультаційних продуктів щодо харчування, розроблених відповідно до

потреб медичної практики, здоров'я та фітнесу, оздоровлення та освітніх ринків.



Рисунок 1.5 – Програмне забезпечення «DietMaster Pro»

Харчовий процесор (The Food Processor) – програмне забезпечення ESHA Food Processor® Nutrition Analysis (рис. 1.6) поєднує в собі велику та ретельно досліджену базу даних продуктів харчування та інгредієнтів із простим та зручним інтерфейсом для точного та всебічного аналізу харчування [31]. З 1984 року дієтологи, ресторани та навчальні заклади використовують інструмент аналізу кухонних процесів для аналізу меню, дієт, продуктів харчування, рецептів і навіть потреб у фітнесі своїх клієнтів. Основою надійної бази даних харчування ESHA є програма Food Processor, яка є потужним інструментом для аналізу харчування, відстеження дієти та фізичних вправ, а також планування меню.

ХАРЧОВИЙ ПРОЦЕСОР

Програмне забезпечення для аналізу харчування та фітнес-трекер



Аналіз дієти

Recommended nutrient intake calculated for client's stats and compared to actual dietary nutrient intake.



Планування меню

Plan days and weeks of meals for groups of people based on desired nutrient intake.

Рисунок 1.6 – Програмне забезпечення Харчовий процесор

Ця програма має надійні функції звітності. Також можна переглядати та друкувати численні професійні звіти для клієнтів, дієт, меню та рецептів. Ці звіти можуть бути збережені у різних форматах, таких як CSV, RTF, PDF тощо. У цьому програмному забезпеченні міститься велика база даних про продукти харчування та харчування, що містить понад 100 000 продуктів харчування, включаючи популярні продукти, продукти ресторану, інгредієнти та рецепти. Аналіз для 172 компонентів харчування, включаючи обов'язкові та добровільні мітки поживних речовин, амінокислоти, діабетичні обміни. База даних вправ містить 933 окремі вправи та звіти MET.

Програмний продукт «Спортогляд» містить такі розділи, як: спортивна медицина, правильне харчування, Spa (Спа), клінічна медицина, народна медицина, перша допомога (ПД) і лікувальна фізична культура (ЛФК) [33]. Нас цікавить розділ, правильне харчування - в цьому розділі описується, як схуднути і утримати вагу на оптимальному рівні або навпаки, набрати м'язову масу, для цього необхідно збалансоване харчування. У текстовій формі розповідається, як правильно вивести розрахунок співвідношення білків,

жирів і вуглеводів (БЖВ). Складання меню, при цьому грамотно визначати денний калораж (рис. 1.7).

Недоліком цього програмного продукту є більш інформаційна спрямованість та відсутність автоматизації розрахунків за наявними формулами.

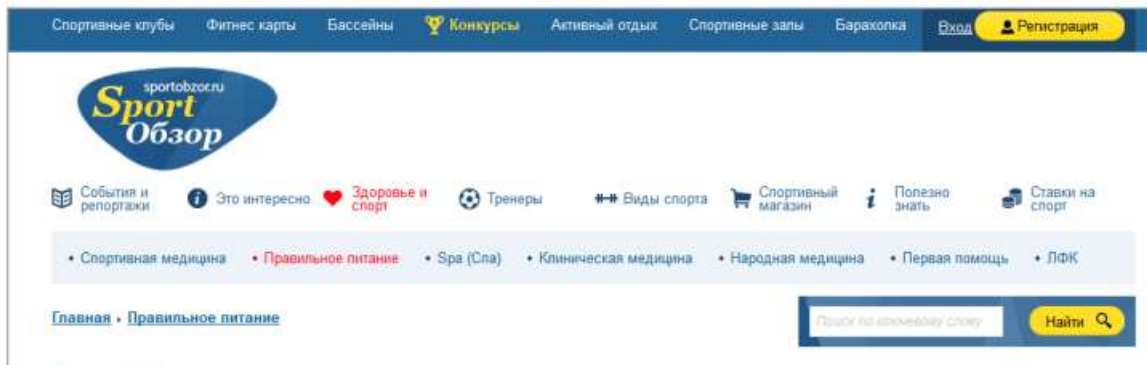


Рисунок 1.7 – Програмний продукт «Спортогляд»

Програмний засіб «Спорт – це здорово», містить статті про здоров'я та правильне харчування, а також відомості про те, як розрахувати співвідношення БЖВ при наборі маси, розраховувати КБЖВ при схудненні (рис. 1.8). Як і попередній, цей засіб також більшою мірою має довідковий характер, всі формули представлені в текстовому форматі, відсутня можливість вносити та зберігати інформацію про користувача, немає автоматизації розрахунків [34].



Рисунок 1.8 — Програмний засіб «Спорт – це здорово»

Програмний засіб «Bodystrong», містить теорію, з наступних питань: рекомендації з харчування спортсменів, розподіл основних видів спорту на 5 груп залежно від витрати енергії, склад їжі, режим харчування при тренувальному зборі, складання меню (рис. 1.9) [25] .

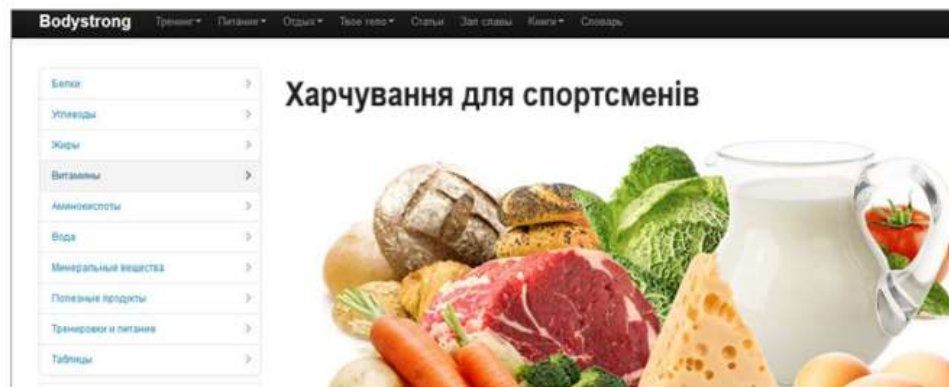


Рисунок 1.9 — Програмний засіб «Bodystrong»

Calorie Counter by Lose It! – додаток не тільки для підрахунку БЖВ (білків, жирів, вуглеводів), а й відстеження споживання макроелементів, води, цукру (рис. 1.10). В електронний журнал можна записувати сніданки, обіди та вечері, додавати вправи, встановлювати нагадування.

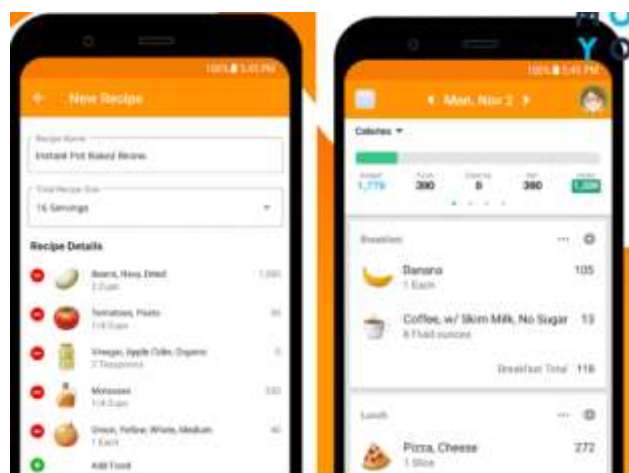


Рисунок 1.10 — Програмний засіб «Calorie Counter by Lose It!»

Однак усі відомі програмні засоби, що містять аналіз даних і надають рекомендації з раціонального харчування спортсменів практично не враховують важливого концептуального положення, згідно з яким метаболічний фон значною мірою визначається рівнем незамінних факторів харчування (незамінних амінокислот, ненасичених жирних кислот, біологічно активних речовин) та ступенем їх засвоюваності.

Реалізація цього положення вимагає наступного:

а) додаткових даних щодо біологічної цінності раціонів (зміст незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, співвідношення компонентів вуглеводної частини харчування [35], зокрема наявність харчових волокон);

б) відомостей про оптимальне співвідношення у спектрі мінерального складу, що обумовлює ступінь засвоюваності окремих компонентів їжі травною системою [36];

в) дотримання умов сумісності продуктів з урахуванням біологічної спрямованості при їх комбінації для одночасного прийому [25];

г) обліку втрат харчової цінності продуктів при їх кулінарній обробці [35].

Таким чином, отримання необхідного спортивного результату залежить від правильного харчування. З цього випливає, що самі фізичні вправи без збалансованої їжі не призводять до досягнення високих спортивних цілей. Деякі фахівці відзначають, що успіх у спорті складається з 80% правильного харчування та лише 20% фізичних тренувань. Тому яка б не було за інтенсивністю та різноманітністю фізичне навантаження результату так і не буде досягнуто, якщо не забезпечувати своє тіло необхідним харчуванням. Відповідно, функція генерації персонального плану харчування для клієнта є досить затребуваною. А розробка математичного та інформаційного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування є актуальною задачею.

2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДБОРУ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ

На жаль, на поточний момент немає достатньо обґрунтованих наукових даних, що дозволяють рекомендувати раціони харчування для представників різних видів спорту, адекватні за калорійністю добовим енерговитратам і відповідні дійсної потреби спортсменів в основних харчових речовинах. У той же час існує досить велика кількість даних, що вказують на те, що фактичне харчування спортсменів у періоди тренувань і змагань не відповідає елементарним вимогам раціонального харчування. У зв'язку з цим найбільш доцільним є поетапна організація харчування спортсменів із застосуванням математичного моделювання до формування раціону.

Велика роль у вирішенні комплексу проблем, пов'язаних із удосконаленням якості та технологій спеціалізованих багатокомпонентних продуктів харчування, належить інформаційним аспектам моделювання та оцінки нутрієнтної адекватності сировини та готової продукції, що є об'єктами харчових технологій.

Таким чином, завдання підбору спортивного харчування є методологією багатокритеріальної моделі оптимізації рецептурного складу харчового продукту в різних постановках для різних критеріїв харчової, біологічної та енергетичної цінності, амінокислотної, жирнокислотної, вітамінної та мінеральної відповідності.

Одним з найбільш ефективних методів багатокритеріальної оптимізації, коли кількість параметрів, за якими проводиться оцінка відносно невелика, є Парето [37-39]. Так як Парето-оптимальне рішення може бути не єдиним, виникає поняття Парето-оптимальної безлічі рішень як безлічі недомінованих альтернатив.

Метод Парето для вирішення завдання є методом демонстрації стану системи, у якому значення кожного приватного показника, що характеризує

систему, може бути поліпшено без погіршення інших. Згідно з Парето: «Будь-яка зміна, яка нікому не приносить збитків, а деяким людям приносить користь (за їхньою власною оцінкою), є поліпшенням» [40]. Отже, визнається декларація про всі зміни, які не завдають нікому додаткової шкоди.

Поняття Парето-оптимальної множини має таке визначення: альтернатива А називається домінуючою щодо альтернативи В, якщо за всіма критеріями оцінки альтернативи А не гірше, ніж альтернативи В, а хоча б за одним критерієм оцінка А краще. Альтернатива В при цьому називається домінованою:

$$(y_i, y_j) \in R_p \rightarrow \forall_k: [f_k(y_i) \geq f_k(y_j)] \Delta [f(y_i) \neq f(y_j)], \begin{cases} f_1(x) \rightarrow \max \\ f_2(x) \rightarrow \max \end{cases} \quad (2.1)$$

Якщо деякої точки $y^0 \in Y$ немає більш кращої по Парето точки, тобто такої точки y , що $(y, y^0) \in R_p$ то тоді точка y^0 називається ефективним або Парето-оптимальним рішенням багатокритеріальної задачі (належить до безлічі Парето).

Наближена побудова безлічі Парето належить до дуже важливих і важких завдань чисельного аналізу. З розширенням кола проблем, значення методів ефективного аналізу множини Парето безперервно зростає.

Аксіоми, що є основою принципу Парето:

- аксіома виключення домінуючих рішень: Для кожної пари допустимих рішень, для яких має місце співвідношення, виконано;
- аксіома Парето: Для всіх пар допустимих рішень, для яких є нерівність, виконується співвідношення;
- принцип Парето: найкраще вирішення багатокритеріальної задачі завжди вибирається з Парето-оптимальної множини.

Якщо для пари рецептур (продуктів) не можна встановити перевагу, такі раціони називають незрівнянними. Рішення є оптимальним за Парето, якщо не існує іншого рішення, яке покращує значення одного з критеріїв без

погіршення при цьому інших критеріїв. Так як Парето-оптимальне рішення може бути не єдиним, виникає поняття Парето-оптимальної безлічі рішень як безлічі недомінованих альтернатив.

У задачах структурної оптимізації складу багатокomпонентних продуктів спрямованої дії (спеціалізованого призначення для спортсменів) безліч критеріїв вибору оптимального варіанта включає критерії мінімального відхилення від еталонних структур:

- амінокислотного складу продукту;
- жирнокислотного складу;
- вмісту вітамінів;
- складу мікроелементів,

а також критерії перетравності їжі, харчової, біологічної та енергетичної цінності.

Вихідна безліч критеріїв F_i ; $i = \overline{1, n}$ є відкритим і може доповнюватись іншими показниками та оцінками якості продуктів, наприклад, засвоюваності їжі. Кожен рецептурний варіант (альтернатива) Парето-оптимальної множини рішень для заданого набору вихідних компонентів рецептури відповідає екстремальному значенню одного з критеріїв $\text{extr}\{F_1, \dots, F_n\}$ при заданих обмеженнях.

Загальна постановка задачі багатокритеріального вибору оптимального продукту харчування має такий вигляд:

$p = (p_1, p_2, \dots, p_n) \in P$ – безліч альтернатив (рецептур продукту харчування);

$F_i(a_j)$ $i = \overline{1, m}$; $j = \overline{1, n}$ – безліч критеріїв оцінки рецептур продуктів.

Якщо кращій альтернативі (p_j) відповідає мінімум критерію $F_i(p_j)$, то пошук оптимальної рецептури продукту зводиться до мінімізації векторного критерію $F(P)$ на безлічі альтернатив P :

$$F(P) = \{F_1(p_j), F_2(p_j), \dots, F_i(p_j), \dots, F_m(p_j)\} \rightarrow \min_{p \in P} . \quad (2.2)$$

У разі порівняння двох рецептур $p_i \in P$ і $p_j \in P$, за умови $F_i(p_i) \leq F_j(p_j)$ для всіх $i, j = \overline{1, m}$, очевидно, що продукт p_i не гірший, ніж продукт p_j і якщо існує таке $i = \overline{1, m}$, що $F_i(p_i) < F_j(p_j)$ то продукт p_i краще продукта p_j .

Нехай $WP(P)$ – безліч незрівнянних рецептур (продуктів), тоді для $p^* \in P$ та будь-якого іншого $p \in P$ завжди знайдеться такий критерій $F_i(p)$ $i = \overline{1, m}$, для якого $F_i(p^*) < F_i(p)$, то можна стверджувати, що рецептури продуктів харчування є Парето-оптимальною безліччю.

$$WP(P) = \{p^* \mid \forall p \in P (\exists i = \overline{1, m} [F_i(p^*) < F_i(p)])\}. \quad (2.3)$$

У зв'язку з цим для заданого продукту отримуємо безліч альтернативних рішень, що відповідають екстремальним значенням окремих критеріїв з неможливістю подальшого поліпшення інших критеріїв без цього погіршення.

Для оцінки та вибору кращої альтернативи (продукту) необхідно структурувати альтернативи за критеріями адекватності. Безліч оцінюваних альтернатив заноситься в «критеріальну таблицю» (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Критеріальна матриця альтернатив

	F_1	F_2	...	F_i	...	F_m
P_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1i}	...	x_{1m}
P_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2i}	...	x_{2m}
...
P_j	x_{j1}	x_{j2}	...	x_{ji}	...	x_{jm}
...
P_n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{ni}	...	x_{nm}

де x_{ij} – оцінка i -ої альтернативи (продукту) p_i за j -м критерієм (F_j) $i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$

Для побудови бінарної переваги експертом у цій галузі кожному з критеріїв F_i призначається вага ω_i , що характеризує його важливість.

Для порівняння альтернатив (продуктів) p_i і p_j безліч критеріїв розбивається на три підмножини $\{I_+, I_-, I\}$:

$I_+(p_i, p_j)$ – критерії, за якими рецептури продукту p_i перевершують рецептури продукту p_j ;

$I_-(p_i, p_j)$ – критерії, за якими рецептури продукту p_i і рецептури p_j мають еквівалентні оцінки;

$I(p_i, p_j)$ – Критерії, за якими рецептури продукту p_j перевершують рецептури продукту p_i .

Далі експертним шляхом визначаються відносна важливість ω_{+ij} , $\omega_{=ij}$, ω_{-ji} кожної з цих підмножин. Крім цього визначається певний поріг C і вважається, що продукт p_i перевершує продукт p_j тільки в тому випадку, коли функція f_s (індекс згоди) задовольняє умові

$$f_s(\omega_{+j}, \omega_{=j}, \omega_{-j}) \geq C \quad (2.4)$$

Важливість груп критеріїв $I_+(p_i, p_j)$, $I_-(p_i, p_j)$, $I(p_i, p_j)$ визначається як сума ваг критеріїв, що входять до них:

$$\omega^* = \sum \omega_i, \quad (2.5)$$

де $* \in \{+, -, =\}$; $l = I^*(i)$.

Додатково формуються умови, що враховують не тільки порядок оцінок продуктів харчування p_i та p_j за критеріями адекватності $F_i(P)$, але й значення їх різниць

$$d_{ij} = \{F_k(p_i) - F_k(p_j)\}, i \neq j, i = \overline{1, m}; k = \overline{1, n} \quad (2.6)$$

Ці умови, які називають індексом незгоди, можуть бути оцінені у вигляді $d_{ij} \leq d$, де d — граничне значення індексу незгоди.

Відношення переваги (R) оптимальності продуктів харчування визначається умовою:

$$a_i R a_j \Leftrightarrow f_s(\omega_{+j}, \omega_{=j}, \omega_{-j}) \geq C \wedge [d_j \leq d] \quad (2.7)$$

Пропонується не виділяти недомінуючі варіанти продуктів харчування, а дещо розширити підмножину шляхом виділення у вихідній множині ядра, всі альтернативи якого незрівнянні між собою, і будь-який варіант, що не увійшов до ядра, домінується хоча б однією альтернативою ядра. Подальше усічення варіантів може бути досягнуто завданням інших жорсткіших обмежень, наприклад, збільшенням порогового значення індексу згоди C і зменшенням порога індексу незгоди.

Відповідно до розглянутих положень метод підбору спортивного харчування складається з послідовного виконання наступних етапів.

На першому етапі слід упорядкувати харчування спортсменів у рамках формули збалансованого харчування для здорової людини, з урахуванням наявних даних про потреби спортсменів в енергії та основних харчових речовинах. Баланс білків, жирів та вуглеводів надзвичайно важливий для спортсменів. Основні види спорту, можна розділити на 5 груп залежно від витрати енергії:

I група – види спорту, які не пов'язані зі значними фізичними навантаженнями;

II група – види спорту пов'язані з короткочасними значними фізичними навантаженнями;

III група – види спорту, що характеризуються великим обсягом та інтенсивністю фізичного навантаження;

IV група – види спорту, пов'язані з тривалими навантаженнями;

V група – ті ж види спорту, що й IV групі, але в умовах надзвичайно напруженого режиму під час тренувань та змагань.

На другому етапі необхідно визначити, чого потребує спортсмен? Якщо спортсмен має потребу у збереженні та нарощуванні м'язової маси (за це відповідають білки), стабілізації жирового прошарку (за це відповідають жири) та вироблення достатньої кількості енергії (за це відповідають вуглеводи). Тому для спортсменів добова норма БЖВ розраховується в грамах на кілограм ваги залежно від цілей та виду спорту (рис. 2.1). Швидкі вуглеводи можуть займати до 30% від загальної кількості споживаних вуглеводів на добу.

Категорія	Потреба в калоріях на кг ваги	Кількість білків на кг ваги	Кількість жирів на кг ваги	Кількість вуглеводів на кг ваги
Силові (нарощування маси тіла)	49,3-63 Ккал	2,5-3 г	1,7-2 г	6-8 г
Силові (посилення витривалості)	37,4-44,4 Ккал	2,2-2,5 г	1,4-1,6	4-5
Низькоінтенсивне кардіо	27-34 Ккал	1,5-1,8 г	1,0-1,2	3-4
Високоінтенсивне кардіо	37,5-50,2 Ккал	2,0-2,5 г	1,5-1,8	4-6
Поєднання силових та кардіо (кросфіт)	43,6-57,2 Ккал	2,3-2,8 г	1,6-2,0	5-7

Рисунок 2.1 – Споживання білків, жирів та вуглеводів

Усі продукти харчування ділять на 6 основних груп, які корисні при складанні меню та виборі продуктів та страв відповідно до потреб спортсменів:

- молоко, сири, кисломолочні продукти: сир, кефір, кисле молоко, йогурт;
- м'ясо, птиця, риба, яйця та продукти, виготовлені з них;
- борошно, хлібобулочні вироби, крупи, цукор, макарони, кондитерські вироби, картопля;
- жири;
- овочі;
- фрукти та ягоди.

Перша та друга групи продуктів є головними джерелами повноцінних тваринних білків. Вони містять оптимальний набір амінокислот і служать для побудови та оновлення основних структур тіла.

Овочі та фрукти є найважливішими постачальниками вітамінів С, Р, деяких груп В, мінеральних солей, ряду мікроелементів. Дуже важливою властивістю овочів є їхня здатність значно збільшувати секрецію травних соків і посилювати їхню ферментну активність.

М'ясні та рибні страви краще засвоюються організмом, якщо їх вживати з овочами. В даний час вважається встановленим що раціональне харчування може бути досягнуто тільки при достатньому розмаїтті продуктів і правильному їх поєднанні.

Перераховані 6 груп продуктів доповнюють одна одну, забезпечують організм необхідними матеріалами для побудови та відновлення структур людського тіла, забезпечують його необхідною кількістю енергії, а також речовинами, що беруть участь у регуляції фізіологічних процесів (вітамінами та мікроелементами).

Харчування спортсмена, крім вгамування почуття голоду, має відповідати наступним вимогам:

- забезпечувати організм необхідними калоріями, вітамінами, мікро- та макроелементами, поживними речовинами;
- сприяти нормалізації обмінних процесів;

- створити оптимальне гормональне тло, що забезпечує максимальні фізичні можливості;
- сприяти збільшенню росту м'язів та зменшенню кількості жиру.

Розподіл раціону протягом дня залежить від того, на який час доби припадає основне спортивне навантаження. Якщо тренувальні заняття чи змагання проводяться у денний час (між сніданком та обідом), то сніданок спортсмена повинен мати переважно вуглеводну орієнтацію, тобто включати страви з високим вмістом вуглеводів. Сніданок має бути досить калорійним (25 % загальної калорійності добового раціону), невеликим за обсягом, що легко засвоюється. Не слід включати до його складу продукти з високим вмістом жирів та великою кількістю клітковини.

Фізіологічне значення обіду полягає у поповненні різноманітних витрат організму під час тренувальних занять. Калорійність обіду має становити приблизно 35% добової калорійності їжі. Калорійність вечері – близько 25% добової калорійності їжі.

Асортимент продуктів має сприяти відновленню тканинних білків та поповненню в організмі вуглеводних запасів. У вечерю доцільно включати сир та вироби з нього, рибні страви, каші. Не слід вживати продукти, які довго затримуються в шлунку.

Після вечері (перед сном) рекомендується склянка кефіру або кислого молока, які є додатковим джерелом білків, що сприяють прискоренню процесів відновлення.

Крім того, ці продукти покращують травлення, а мікроорганізми, що містяться в них, пригнічують розвиток хвороботворних і гнільних мікробів, що мешкають у кишечнику. Під час тренувань доцільно режим харчування, що включає 5-6 прийомів їжі (рис. 2.2).

При цьому під їжею слід мати на увазі також і вживання харчових відновлювальних засобів (продукти та напої підвищеної біологічної цінності).

Їжу необхідно пристосувати до режиму тренувань таким чином, щоб від моменту основного прийому їжі до тренування проходило не менше 3 годин. Ця вимога стосується всіх видів спорту, що належать до швидко-силових.

Прийом їжі	Калорійність їжі (у % від загальної калорійності)
Сніданок	25
Харчові відновлювані засоби до та після тренувань	10
Обід	35
Харчові відновлювальні засоби після другого тренування	5-10
Вечеря	20-25

Рисунок 2.2 – Орієнтовний режим харчування

Режим харчування спортсменів при зганянні ваги повинен забезпечувати втрату ваги (1–3 кг) за 1–2 доби. Це, перш за все, може бути досягнуто обмеженням калорійності раціону та зменшенням вмісту в ньому вуглеводів, солей та води, за збереження відносно великих кількостей білка.

Відсутність достатніх відомостей про механізм регуляції обміну речовин при обмеженні споживання їжі в умовах інтенсивного тренувального режиму вимагає особливо уважного ставлення лікарів команди та дієтологів при складанні денних раціонів, у період згонки ваги спортсменів.

Перед початком тренування, харчування боксера повинне включати повноцінні білки, достатню кількість фосфору, вуглеводів, вітаміну С, легко засвоюватися, бути висококалорійним, але малооб'ємним. Наприклад, птах, варене м'ясо, яйця, овочеві гарніри, вівсянка, гречана каша і бульйони, а також чай із цукром, кава, соки. Але не в жодному разі не стоїть перед тренуванням є такі продукти, які містять досить багато харчових волокон та жирні страви.

Після тренування їжа може включати продукти, що важко засвоюються, з великою кількістю харчових волокон, бути більш поживною і калорійною.

На змаганнях у спортивне харчування для боксерів краще включати в раціон звичні страви з високою калорійністю та поживною цінністю, які легко засвоюються, але невеликого обсягу. Це можуть бути молочні продукти, м'ясо, риба та яйця, а також продукти з вітамінами С, В, Е, РР. За тиждень до змагань потрібно збільшувати обсяг вуглеводів у раціоні.

При складанні меню та виборі продуктів для спортсменів необхідно враховувати неоднакову швидкість евакуації різних харчових продуктів зі шлунка до кишечника. Найповільніше евакуюються зі шлунка жири, особливо баранячий і свинячий. Довго (4-5 годин) затримуються в шлунку страви, при кулінарній обробці яких використовується велика кількість жиру (смажене м'ясо, смажена дичина), це зумовлено тим, що жири впливають на секреторну і моторно-евакуаторну функцію шлунка (рис. 2.3).

1-2 години	2-3 години	3-4 години	4-5 годин
Вода, чай, какао, молоко, бульон, яйця всмятку	Кофе, какао з молоком, вершками, яйця круто, риба варена, варена яловичина, вишні свіжі	Варена курка, варена яловичина, хліб, яблука, рис варений, картопля, капуста	Жарке (м'ясо, дичина), оселедець, пюре горохове, тушені боби

Рисунок 2.3 – Тривалість затримки харчових продуктів у шлунку

У день змагань сніданок має містити продукти, багаті на вуглеводи, білки та вітаміни; обід - теж і продукти, що містять фосфор; вечеря - продукти, що сприяють швидкому відновленню сил в організмі.

Після змагань у харчування боксера включають продукти, багаті на фруктозу і глюкозу, особливо корисний у цей час мед. Також у ці дні корисно вживати кисломолочні продукти, молоко, сир, гречану та вівсяну каші, м'ясо, фрукти та овочі.

Слід вживати продукти, що містять не більше 50 г вуглеводів на добу. У раціоні можуть брати участь продукти з високим вмістом білка та жиру, такі як: риба, м'ясо, яйця, листові та хрестоцвіті овочі, а також продукти з вітамінами С, В, Е, РР. Бажано виключити вуглеводи, сіль, алкогольні напої зі свого раціону. Уникати смаженої їжі.

До змагань спортсмену-бійцеві необхідно пити певну кількість води (рис. 2.4), з подальшим зменшенням до виходу зважування, оскільки вода сприяє на ранній стадії пригнічувати альдостерон – гормон, який сприяє збереженню натрію та секреції калію.

5 днів до змагань	8 літрів
4 дні до змагань	4 літри
3 дні до змагань	4 літри
2 дні до змагань	2 літри
1 день до змагань	1 літр
День змагань	не пити до кінця зважування

Рисунок 2.4 – Кількість води для спортсмена перед змаганнями

На третьому етапі для того щоб приступити до розрахунку калорій, білків, жирів та вуглеводів, необхідно спочатку потрібно розрахувати рівень свого метаболізму, дві формули, окремо для чоловіків та окремо для жінок.

1. Жіночий основний рівень метаболізму:

$$\text{ЖОРМ} = 655 + (9,6 * \text{вага в кг}) + (1,8 * \text{ріс у см}) - (4,7 * \text{вік у роках})$$

2. Чоловічий основний рівень метаболізму:

$$\text{ЧОРМ} = 66 + (13,7 * \text{вага тіла}) + (5 * \text{зростання в см}) - (6,8 * \text{вік у роках})$$

На четвертому етапі необхідно помножити отримані результати на коефіцієнт активності. Для того, щоб правильно вказати коефіцієнт активності, скористаємося визначеннями, що належать до конкретного типу активності:

- низька, отже, ведеться сидячий спосіб життя – 1,20;
- мала, отже 2–3 рази на тиждень легкі тренування – 1,38;
- середнє, отже 1–5 разів на тиждень помірні тренування – 1,55;
- висока, отже, 5–7 разів на тиждень інтенсивні тренування — 1,73.

На п'ятому етапі необхідно дізнатися допустимий калораж. Для цього від отриманої суми треба відібрати 20 % і отримаємо той самий калораж, який має бути.

На шостому етапі щоб розрахувати коридор калорій, ми далі розраховуємо діапазон калорій, щоб можна було харчуватися досить вільно:

Калорії для схуднення - 250 = Нижня Межа Діапазону Калорій

Для схуднення + 100 = Верхня Межа Діапазону

Таким чином, діапазон схуднення, якщо взяти як приклад 1500 ккал, вийде від 1250 до 1600 ккал на день.

На сьомому етапі проводимо розрахунок БЖВ (Білки, Жири, Вуглеводи).

Всім відомо, що 1 грам жиру – це 9 ккал, 1 грам білків та вуглеводів – 4 ккал. Добовий вміст БЖВ:

- білки: повинні становити від 30 до 35% від калорій на день;
- жири: повинні становити від 15 до 20% від калорій на день;

- вуглеводи: повинні становити від 45% до 50% калорій на день.

Виходячи з цього виконуємо обчислення:

1. Розраховуємо білки:

- білки (нижня межа) = $(1250 * 0,30) / 4 = 93$ г;
- білки (верхня межа) = $(1600 * 0,35) / 4 = 140$ г.

2. Розраховуємо жири:

- жири (нижня межа) = $(1250 * 0,15) / 9 = 21$ г;
- жири (верхня межа) = $(1600 * 0,20) / 9 = 35$ г.

3. Розраховуємо вуглеводи:

- вуглеводи (нижня межа) = $(1250 * 0,45) / 4 = 140$ г;
- вуглеводи (верхня межа) = $(1600 * 0,50) / 4 = 200$ г.

На восьмому етапі відбувається визначення Парето-оптимальної множини продуктів харчування, показаної конкретному спортсмену.

На дев'ятому етапі відповідно до визначених зарактеристик відбувається формування меню. Відповідно до визначених на попередніх етапах значень ключових параметрів формується запит до бази даних рецептів серед них відшукуються усі, які відповідають зазначеним параметрам. Отриманий перелік рецептів можна сортувати та фільтрувати за наступними критеріями:

- загальна калорійність;
- відповідність лімітам на БЖВ та калорії для користувача;
- відсутність інгредієнтів, які користувач відмовився вживати;
- приналежність до улюблених користувачем видів кухень;
- рейтинг рецепту;

- тип блюда.

Послідовне виконання етапів запропонованого методу дозволяє сформувати індивідуальний раціон спортсмена відповідно до його потреб.

Складність прийняття оптимальних рішень, що забезпечують стабільність якості продукту, що створюється, і водночас ефективність раціонів і режимів харчування, обумовлюється ймовірнісним розкидом характеристик і властивостей вихідних компонентів біологічної сировини, а також індивідуальністю фізіологічних особливостей організму. У кожному конкретному випадку адекватні рішення пов'язані з індивідуальним вибором та корекцією складу раціонів та продуктів харчування, згідно з медико-біологічними вимогами, що враховують параметри певної групи людей, структурних співвідношень та обмежень на компонентному, елементному та моноструктурному рівнях.

3 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДБОРУ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ

3.1 Аналіз програмного забезпечення інформаційної підтримки підбору спортивного харчування

Розглянувши та вибравши аналоги (Nutrium [28], Syndigo [29], Galley [29], nutraCoster [29], NutriBasePro [30], The Food Processor [31]) потрібно визначитися з критеріями для порівняння даних програмних забезпечень.

Критерії оцінки аналогів:

- чи є демоверсія для пробного використання:

- 1) 0.0 – демоверсії немає;
- 2) 1.0 – демоверсія є;

- можливість складати детальні плани харчування:

- 1) 0.0 – плани харчування складати неможливо;
- 2) 0.5 – плани харчування складати можна, але вони є докладними;
- 3) 1.0 - докладні плани харчування можна складати;

- сканер штрих-коду:

- 1) 0.0 - сканера штрих-кодів немає;
- 2) 1.0 - сканер штрих-кодів є;

- велике зведення по вжитих поживних речовин:

- 1) 0.0 – дана інформація відсутня;
- 2) 0.5 – інформація лише з основних поживних речовин;
- 3) 1.0 – повна інформація з уживаних поживних речовин;

- великий список вправ:

- 1) 0.0 – вправ немає у цьому додатку;
- 2) 0.5 – мала кількість вправ для тренувань;
- 3) 1.0 – велика кількість вправ для тренувань;

- можливість самостійно додавати свої вправи та тренування:
 - 1) 0.0 – не можна додавати свої тренування;
 - 2) 1.0 – можна додавати тренування;
- великий список рецептів страв:
 - 1) 0.0 – списку страв немає;
 - 2) 0.5 – мала кількість страв;
 - 3) 1.0 - велика кількість різних страв;
- можливість додавати свої страви;
 - 1) 0.0 - не можна додавати свої страви;
 - 2) 1.0 – можна додавати страви;
- збереження ваших популярних продуктів:
 - 1) 0.0 - не можна зберегти свої часто використовувані продукти;
 - 2) 1.0 – часто використовувані зберігаються у швидкому доборі;
- складання точних звітів для кожної категорії користувачів;
 - 1) 0.0 - немає функції складання звітів;
 - 2) 0.5 – звіти мають загальний характер або складаються не для всіх категорій користувачів;
 - 3) 1.0 – програма складає точні звіти для кожної категорії користувачів;
- точне визначення необхідної кількості калорій для вживання і мікроелементів для вживання;
 - 1) 0.0 - додаток не визначається калорій та макроелементи;
 - 2) 0.5 – додаток у загальному вигляді визначає кількість калорій та макроелементів для вживання;
 - 3) 1.0 - додаток точно визначає необхідні калорії та макроелементи.
- автоматичне складання програми харчування та тренувань за заданими параметрами:
 - 1) 0.0 – додаток не складає програму харчування та програму тренувань;

- 2) 0.5 - додаток складає або програму харчування, або програму тренувань;
- 3) 1.0 – програма складає програму харчування та тренувань за заданими вами параметрами.

Розглянемо порівняння аналогів програмних забезпечень у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вибір прототипу

№	Аналог	Критерій та оцінка												Підсумок
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Nutrium	1	1	0	1	0,5	0	1	0	1	1	0,5	0,5	7,5
2	Syndigo	1	1	1	0,5	0	0	1	0	1	0,5	0,5	0,5	7
3	Galley	0	0.5	1	0,5	0	0	1	1	1	0	0	0	5
4	nutraCoster	1	0.5	0	0,5	0	0	1	1	0	1	0	0	5
5	NutriBasePro	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0,5	0,5	8
6	The Food Processor	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0,5	0,5	0,5	6
7.	Sports nutrition plan	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	0,5	11

В результаті аналізу таблиці 3.1 було прийнято рішення вибрати програму NutriBasePro за основу майбутньої програми. Воно практично повністю задовольняло критеріям оцінки, включаючи більшість найважливіших функцій. Вимога до додатку: додати список продуктів та страв для складання харчування спортсмена, а також доопрацювати точне визначення кількості необхідних споживання калорій і мікроелементів. Потрібно також додати автоматичне складання раціону харчування для спортсменів за введеними даними.

3.2 Розробка інформаційного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування

Для організації інформаційної взаємодії різноманітних інформаційних систем між собою, а також з різними групами користувачів дані потрібно відповідним чином однотипово описати в усіх системах на різних рівнях, тобто вирішити проблему їх інформаційної сумісності в найширшому розумінні. Цього досягають створенням інформаційного забезпечення, під яким розуміють сукупність (рис. 3.1.) форм документів, нормативної бази та реалізованих рішень щодо обсягів, розміщення і форм існування інформації, яка використовується в інформаційній системі при її функціонуванні.



Рисунок 3.1 – Структура інформаційного забезпечення

Основні принципи створення інформаційного забезпечення: цілісність, вірогідність, контроль, захист від несанкціонованого доступу, єдність і

гнучкість, стандартизація та уніфікація, адаптивність, мінімізація введення і виведення інформації (однократність введення інформації, принцип введення – виведення тільки змін).

Цілісність – здатність даних задовольняти принцип повного узгодження, точність, доступність і достовірне відображення реального стану об'єкта.

Існують два підходи до створення ІБ: аналіз сутностей; синтез атрибутів.

Аналіз сутностей є спадним підходом, або «згори – вниз», який поділяє процес створення на чотири стадії:

- моделювання уявлень користувачів;
- об'єднання уявлень;
- складання і аналіз моделі (схеми);
- реальне (фізичне) проектування.

Синтез атрибутів є зростаючим підходом, або «знизу – вгору», оскільки він починається із синтезу атрибутів найнижчого рівня, з яких формуються сутності та зв'язки верхнього рівня. Виділяють чотири стадії для цього підходу:

- класифікація атрибутів;
- композиція сутностей;
- формування зв'язків;
- графічне уявлення.

Кожний з цих підходів має свої переваги й недоліки і визначається виходячи із потреб проектування ІС. Для створення великих ІС, у яких є структура, найбільш прийнятний аналіз сутностей, для автономних невеликих ІС без структури – атрибутний (локальний).

Інформаційне забезпечення не можна успішно спроектувати без загального планування «згори – вниз» і детального проектування «знизу – вгору». Погодження двох підходів, в свою чергу, не можна досягти без відповідної методики, загальні аспекти якої ми розглядаємо.

Вимоги до інформаційного забезпечення (ГОСТ 24.104–85 «Автоматизированные системы управления. Общие требования») такі:

1. Інформаційне забезпечення має бути достатнім для виконання всіх функцій ІС, які автоматизуються.
2. Для кодування інформації, яка використовується тільки в цій ІС, мають бути застосовані класифікатори, які є у замовника ІС.
3. Для кодування в ІС вихідної інформації, яка використовується на вищому рівні, мають бути використані класифікатори цього рівня, крім спеціально обумовлених випадків.
4. Інформаційне забезпечення ІС має бути суміщене з інформаційним забезпеченням систем, які взаємодіють з нею, за змістом, системою кодування, методами адресації, форматами даних і формами подання інформації, яка отримується і видається інформаційною системою.
5. Форми документів, які створюються інформаційною системою, мають відповідати вимогам стандартів УСД чи нормативно-технічним документам замовника ІС.
6. Форми документів і відеокадрів, які вводяться, виводяться чи коригуються через термінали ІС, мають бути погоджені з відповідними технічними характеристиками терміналів.
7. Сукупність інформаційних масивів ІС має бути організована у вигляді бази даних на машинних носіях.
8. Форми подання вихідної інформації ІС мають бути погоджені із замовником (користувачем) системи.
9. Терміни і скорочення, які застосовуються у вихідних повідомленнях, мають бути загальноприйнятими в цій проблемній сфері й погоджені із замовником системи.
10. У ІС мають бути передбачені необхідні заходи щодо контролю і оновлення даних в інформаційних масивах ІС, оновлення масивів після відмови будь-яких технічних засобів ІС, а також контролю ідентичності однойменної інформації в базах даних.

Можуть створюватись також самостійні інформаційні засоби і вироби для конкретного користувача.

Методологія IDEF0 – це методологія функціонального моделювання складних систем, де система представлена у вигляді набору взаємопов'язаних функцій, найчастіше саме ця методологія є першим етапом вивчення будь-якої системи. Саме в даній методології описані нульовий (рис. 3.2), перший (рис. 3.3), другий (рис. 3.4, рис. 3.5, рис. 3.6) рівні декомпозиції проекрованої системи.

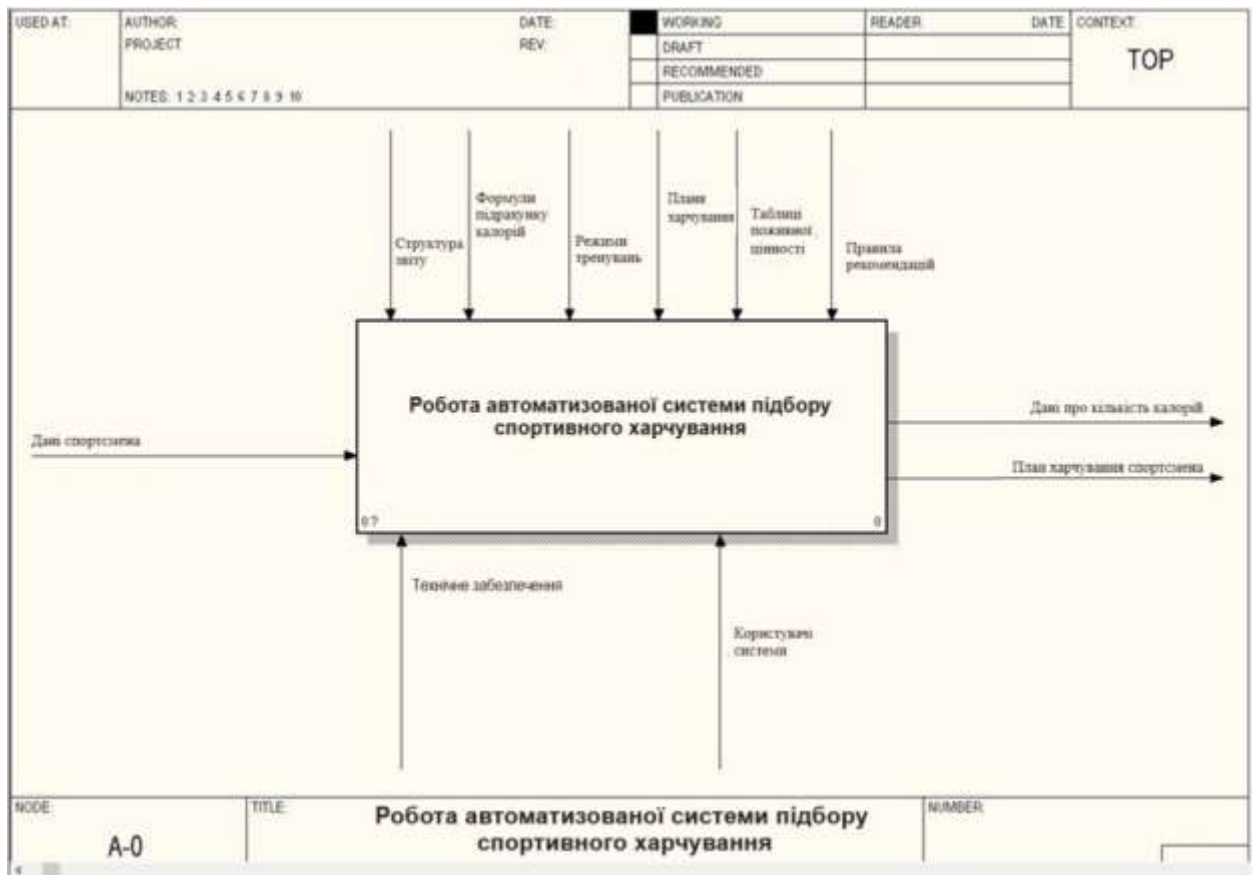


Рисунок 3.2– Діаграма IDEF0 «Робота автоматизованої системи підбору спортивного харчування», нульовий рівень

На нульовому рівні (рис. 3.2), на вході – дані спортсмена, виконавцем є користувачі системи та технічне забезпечення, інформація для відображення вихідних даних будується на формулі підрахунку калорій, режимі тренувань, плані харчування, таблиці поживної цінності та правилах рекомендацій. Результат діяльності – дані про кількість калорій та план харчування.

При деталізації нульового рівня, вхід, управління, виконавці та результат залишаються колишніми, додаються лише проміжні дії (рис. 3.3).

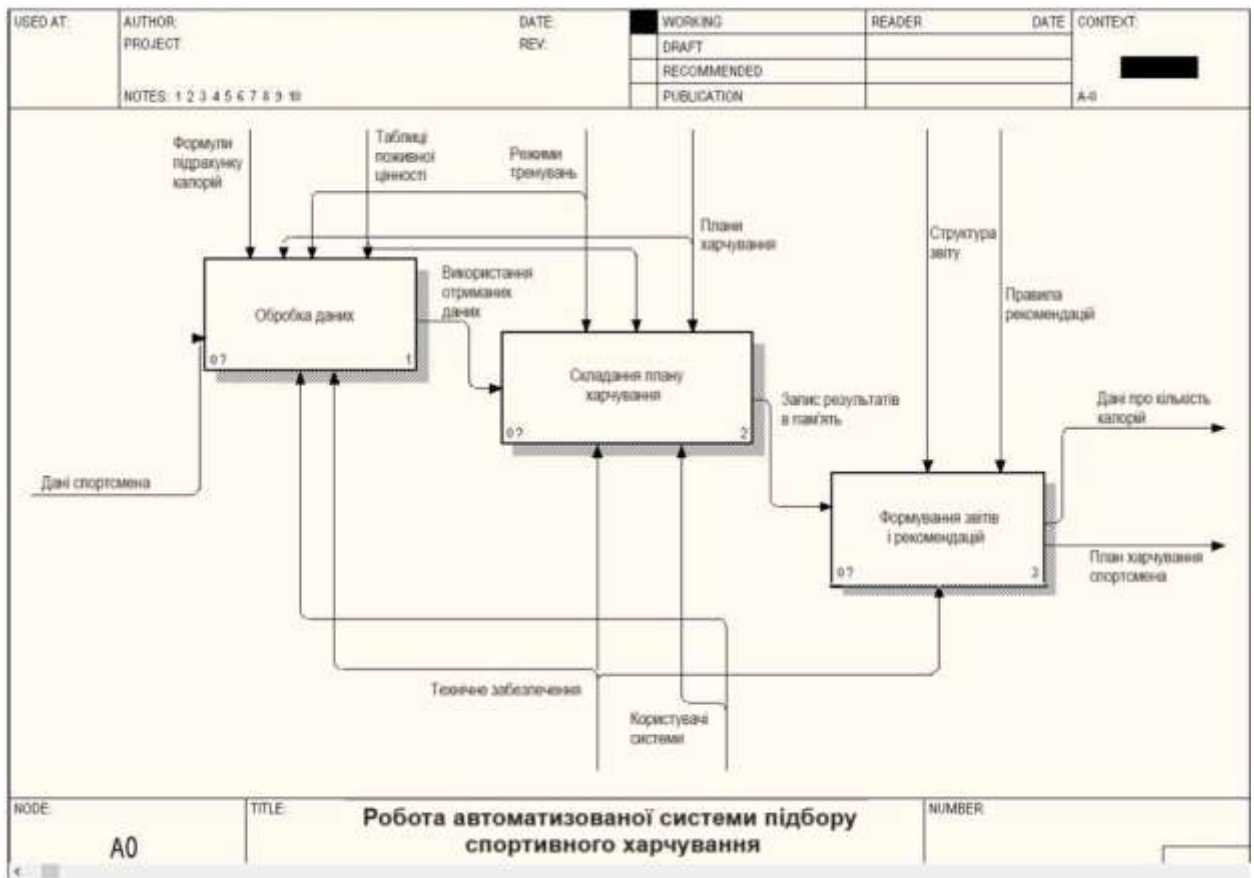


Рисунок 3.3 – Діаграма IDEF0 «Робота автоматизованої системи підбору спортивного харчування». Перший рівень декомпозиції

Перший рівень декомпозиції є деталізацією блоку «Обробка даних», на ній представлені підпроцеси отримання даних спортсмена та запис до бази даних, отримання необхідної інформації про кількість калорій та поживних речовин, а також доповнення таблиці калорійності (рис 3.4). Вхідні дані, виконавці та управління блоку залишається тим самим. Результатом роботи є використання даних для складання режиму харчування та тренувань.

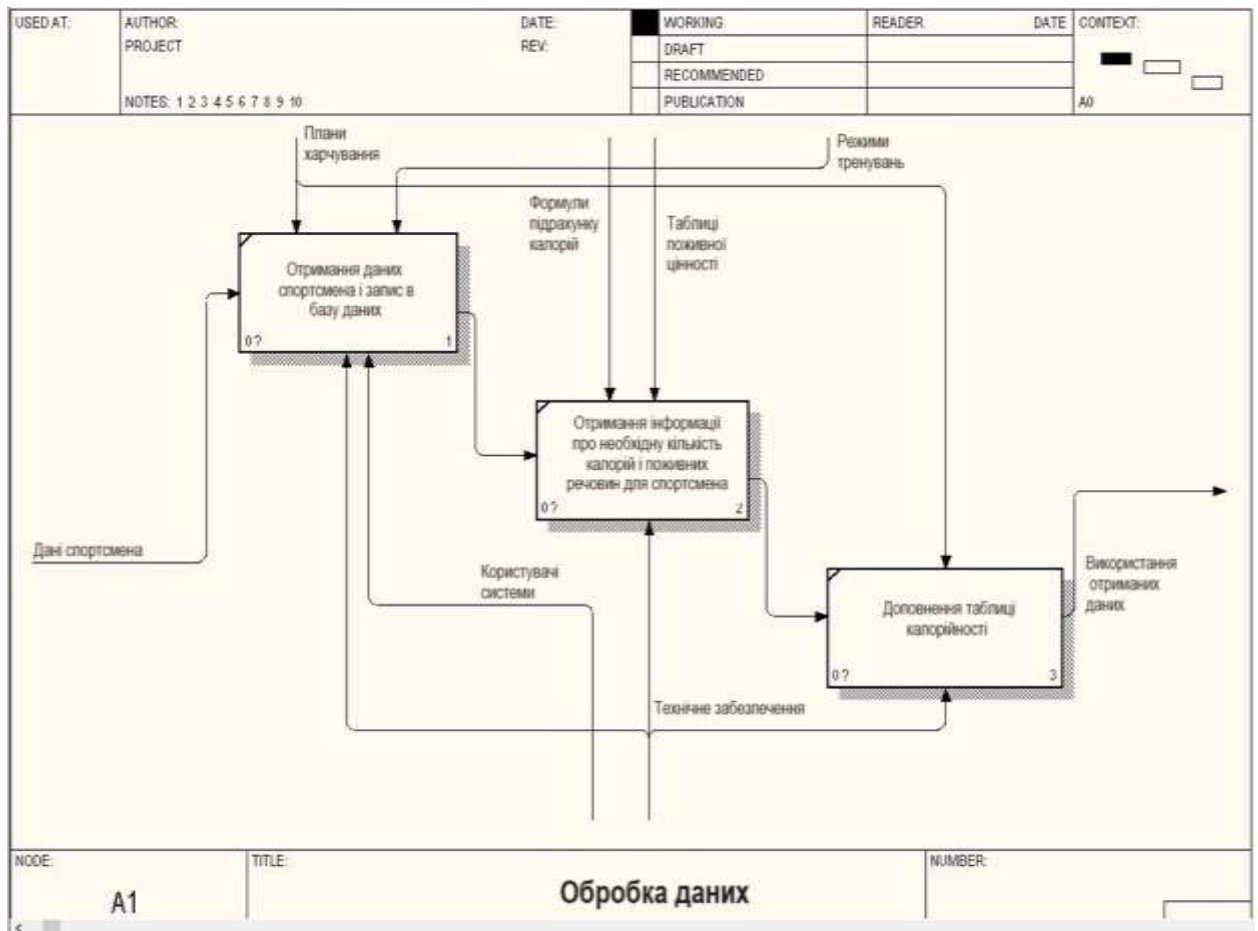


Рисунок 3.4 – Діаграма IDEF0 «Робота автоматизованої системи підбору спортивного харчування». Перший рівень, декомпозиція процесу обробки даних

На другому рівні при отриманих вихідних даних відбувається процес складання режиму харчування (рис. 3.5), він складається із підпроцесів завантаження даних, введення уточнюючих даних, які коригують режим харчування та тренувань, а також підлаштовують роботу програми під конкретного користувача. Вхідні дані, виконавці та управління блоку залишається тими самими. Результатом роботи є запис отриманої інформації в пам'ять.

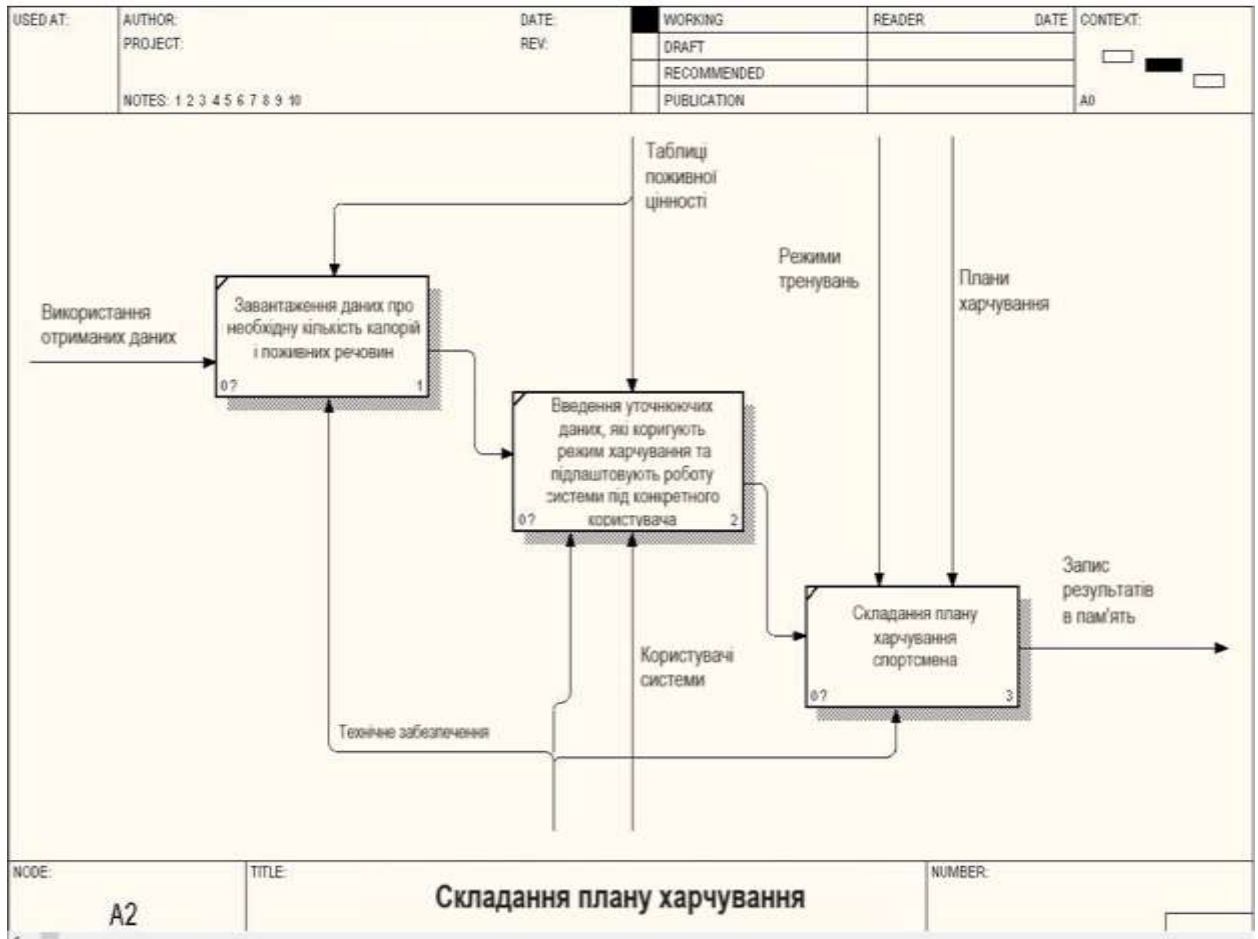


Рисунок 3.5 – Діаграма IDEF0 «Робота автоматизованої системи підбору спортивного харчування». Другий рівень, декомпозиція процесу складання плану харчування.

Декомпозицією процесу «Формування звітів і рекомендацій» та складається з підпроцесів аналізу даних, формувань рекомендацій та заповнення звіту (рис. 3.6). Даний блок ґрунтується на отриманні вихідних даних, виконавцем є технічне забезпечення та користувачі системи, під керуванням таблиці живильної системи, режиму тренувань та плану харчування. Результатом роботи є дані про кількість калорій та план харчування спортсмена.

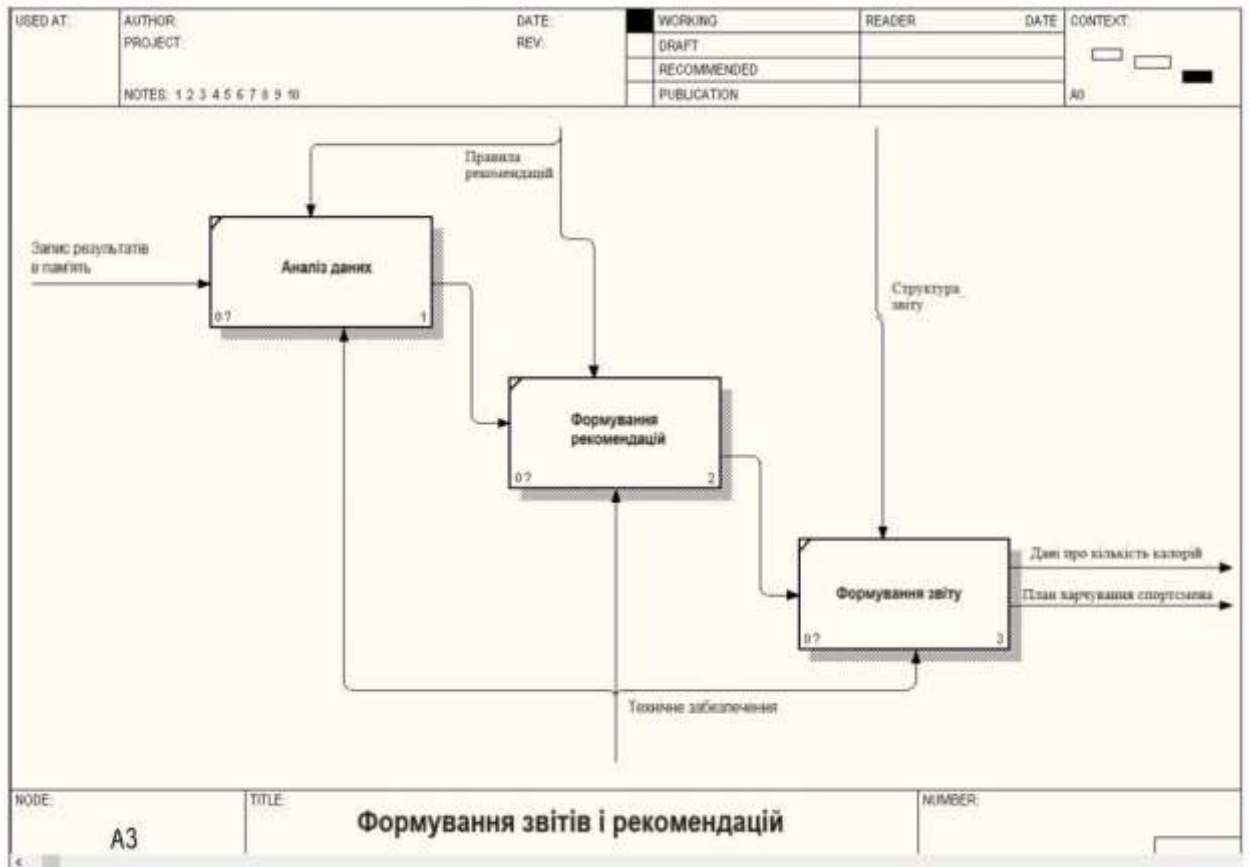


Рисунок 3.6 – Діаграма IDEF0 IDEF0 «Робота автоматизованої системи підбору спортивного харчування». Другий рівень, декомпозиція процесу формування звітів і рекомендацій

4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕНОГО МЕТОДУ ПІДБОРУ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ

4.1 Формування та вимоги до програмного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування

Автоматизована система підбору спортивного харчування – це програма, яка використовується спортсменами для створення індивідуальних планів харчування, використовуючи введені дані. Ця програма спрямована на покращення результатів спортсменів шляхом оптимізації та індивідуалізації їх планів харчування.

Програма надає можливість розрахунку індивідуальних планів харчування шляхом використання введених параметрів користувача математичного, алгоритмічного та інформаційного забезпечення, а також баз даних з продуктами харчування.

Програма є самостійним додатком для роботи спортсменів із планами харчування. Він дозволяє спортсмену полегшити процес створення та ведення планів харчування.

4.1.1 Вимоги до функціональних характеристик.

Система має реалізовувати такі функції:

- підрахунок калорій та поживних речовин користувача за заданими параметрами;

- складати плани харчування;

- забезпечити можливість вручну змінювати плани харчування.

Вихідною інформацією для системи є:

- параметри користувача системи (його вага, обхват талії, коло стегон, коло передпліччя, коло зап'ястя, його підлога та фізична активність);

- цілі користувача;

- інформація про день тижня для плану харчування;

– інформація про кількість тренувань на тиждень.

Вихідною інформацією має бути план харчування, розписаний на тиждень.

Користувачу, який працює з програмою, повинен бути забезпечений безперервний доступ до комп'ютера. Програма має непередбачено переривати свою роботу.

У разі відмови комп'ютера та подальшої недоступності програми час відновлення не повинен перевищувати однієї робочої доби.

Після запуску програми на комп'ютері відмова програми внаслідок некоректних дій оператора має бути виключена. У тому числі має бути виключена можливість ненавмисного вимкнення програми, не пов'язаної з технічними неполадками.

Для керування програмою необхідна одна людина, здатна запустити комп'ютер та програму на ньому.

Система, що розробляється, взаємодіє з наступними системами:

– операційна система.

Система, що розробляється, запитує у ОС ресурси для виконання своїх завдань, звертається до файлової системи.

Вимоги до вихідних кодів та мов програмування:

– мова програмування для створення програми – C#;

– середовище програмування для створення програми – Microsoft Visual Studio.

На ПК, який планується для роботи з бібліотекою, повинна бути встановлена одна з операційних систем:

– Windows, версії Windows 11 та вище;

– Windows Server, версії Windows Server 12 та вище;

– Ubuntu, версії Ubuntu 16.04 LTS та вище;

– macOS, версії macOS 10.8 та вище.

4.1.2 Вимоги до інформаційної та програмної сумісності:

– програма постачається у вигляді програмного виробу на зовнішньому носії інформації – компакт-диску (CD) або флеш-накопичувачі, на якому повинні міститися програмна документація, додаток (виконувані файли);

– програмний виріб повинен мати маркування з позначенням найменування виробу, теми розробки, прізвища, імені та по батькові виконавця та керівника розробки, навчальної групи та року випуску виробу.

Спеціальних вимог до транспортування не пред'являються.

4.1.3 Стадії та етапи розробки:

Склад та зміст робіт із створення Підсистеми відповідає ГОСТ 34.601-90. Основні роботи зі створення Підсистеми та документи, що пред'являються після закінчення стадій та етапів робіт, відображені в таблиці 3.1.

Окремі види робіт можуть виконуватись одночасно.

Таблиця 4.1 – склад та зміст робіт

№ етапу	Найменування етапу	Термін виконання, робочих днів	Пред'явлені документи та інформаційні матеріали
Стадія 1. Передпроектні роботи			
1.1	Розробка та узгодження Технічного завдання	30	Технічне завдання
Стадія 2. Проектування			
2.1	Проектування бази даних	10	
2.2	Розробка блоків системи	120	
2.3	Розробка інтерфейсу системи	15	
Стадія 3. Введення в дію			
3.1	Встановлення Програми, передача документації	15	Посібник користувача Підсистеми

Конкретні дати початку та закінчення робіт залежать від дати підписання основних документів: Договору, Технічного завдання на Підсистему та Акту про передачу Підсистеми у дослідну експлуатацію.

Договір на розробку Підсистеми передбачає її тестування силами Замовника із залученням для цього основних користувачів Підсистеми.

Тестування підлягає всім функціям, які мають бути реалізовані в Підсистемі на підставі даного Технічного завдання. Процес тестування повинен спиратися на опис функцій Підсистеми, наведений у Посібнику користувача.

4.2 Обґрунтування вибору мови програмування

Мова С# була обрана мовою програмування, як інтегроване середовище розробки програмування було обрано середовище Visual Studio. Це середовище вигідно відрізняється ефективністю та надійністю.

Для стабільного функціонування програми необхідний комп'ютер фірми ІВМ або сумісний із ним, з обсягом оперативної пам'яті щонайменше 128 Мб., процесор із частотою щонайменше 600МГц.

Для вирішення поставленого завдання необхідно використовувати функціональну, ефективну та зручну платформу для розробки, що дозволяє застосовувати принципи об'єктно-орієнтованого програмування. Як таку платформу було обрано середовище .NET.

Середовище розробки Visual Studio, що постачається разом із .NET, надає необхідний інструментарій для ефективного та швидкого створення програм з графічним інтерфейсом.

Поява технології .NET спричинила масову реконструкцію деяких мов програмування, які прагнуть використовувати ті чи інші можливості платформи, такі як С++ і Visual Basic. Microsoft вирішили запропонувати розробникам альтернативу - мова, спеціально орієнтована .NET і створили С#. Самі розробники мови описують його як простий, сучасний, об'єктно-

орієнтований і безпечний мову програмування. Синтаксично C# нагадує C++ та Java, що дозволяє за досить короткий час вивчити тонкощі нової мови.

Незважаючи на те, що C# і .NET призначені в першу чергу для веб-розробки, їх також активно застосовують для створення додатків, які повинні встановлюватися на машині кінцевого користувача, де і виконуватиметься вся обробка даних. Розробку таких програм забезпечує бібліотека Windows Forms, що дозволяє проектувати графічний інтерфейс. Система, описана у цій роботі, розроблено саме з допомогою бібліотеки Windows Forms.

Мова програмування C# претендує на справжню об'єктну орієнтованість.

Мова програмування C# покликана реалізувати компонентно-орієнтований підхід до програмування, який сприяє меншій машинно-архітектурній залежності результуючого програмного коду, більшої гнучкості, переносимості та легкості повторного використання програм.

Принципово важливою відмінністю попередників є початкова орієнтація на безпеку коду.

Розширена підтримка подієво-орієнтованого програмування.

Мова програмування C# є «рідною» для створення додатків у середовищі Microsoft .NET, оскільки найбільш тісно та ефективно інтегрована з нею.

Microsoft Visual Studio – це версія Visual Studio та .NET Framework, яка підтримує нові та покращені об'єкти, включає середовище розробки з оновленим інтерфейсом та відрізняється інтегрованою підтримкою Microsoft SQL Server, дозволяючи створювати та розгортати проекти із застосуванням сервера баз даних. З інструменту програміста, що пише і налагоджує код, Microsoft Visual Studio перетворилася на повноцінний інструментальний засіб, що дозволяє автоматизувати діяльність усіх членів команди, які працюють над проектом.

Інтерфейс Visual Studio традиційно виконаний в одному стилі із MS Office. Є список завдань, куди поміщають інформацію про помилки і необхідні

доопрацювання. Кожному пункту можна призначити пріоритет, а після виконання встановити прапорець, який повідомляє про завершення зазначеного завдання. Task List підтримує сортування записів за текстом, пріоритетом і статусом. Властивості проекту Visual Studio можна редагувати за допомогою вбудованого інструменту, який дозволяє змінювати налаштування та підписи складання, посилання на зовнішні модулі, набір прав, необхідних для її функціонування. Крім того, розробник легко може зберегти налаштування свого IDE користувача у файлі налаштувань і застосовувати його в разі переходу на інший комп'ютер. Розробник баз даних може використовувати об'єктно-орієнтовані мови програмування, такі як C# і Visual Basic, спираючись на широкий спектр вбудованих можливостей класів та методів .NET Framework. Крім того, програміст може скористатися компонентами, написаними сторонніми компаніями. З появою SQL Server було вдосконалено механізм доступу до даних.

4.3 Алгоритм роботи автоматизованої системи підбору спортивного харчування

Опишемо алгоритм використання цієї програми користувачем від початку. Першим відкривається вікно реєстрації RegistrForm. Користувач заповнює всі порожні вікна для створення облікового запису. Якщо ж у користувача вже є обліковий запис, то він переходить у вікно звичайного входу LoginForm.

Після реєстрації або входу відкривається вікно MainForm. У цьому вікні користувач заповнює велику кількість даних для більш точної роботи програми. Вся інформація записується в базу даних на його обліковий запис. Також у цій формі відразу ж розраховується кількість необхідних калорій та відсоток жиру в організмі користувача. Процес реєстрації та заповнення даних повністю закінчено. Пізніше дані можна буде змінити, за потреби.

Після цього користувач переходить на вкладку MainMenuForm. На цій формі користувач бачить основну інформацію про калорії: необхідні, отримані та спалені. Також з цього вікна користувач може переходити в будь-яку частину цієї програми: дивитися план харчування NutritionPlan або план тренувань TrainingPlan, або ж вводити продукти, які він вжив у їжу AddFood або вправи AddTraining, які провів. Кожне з цих вікон виконують дію, описану вище. Також із кожного вікна можна перейти в будь-яке інше, не повертаючись на головний екран.

Результати проектування можна подати за допомогою загальної діаграми класів (рис. 4.1).

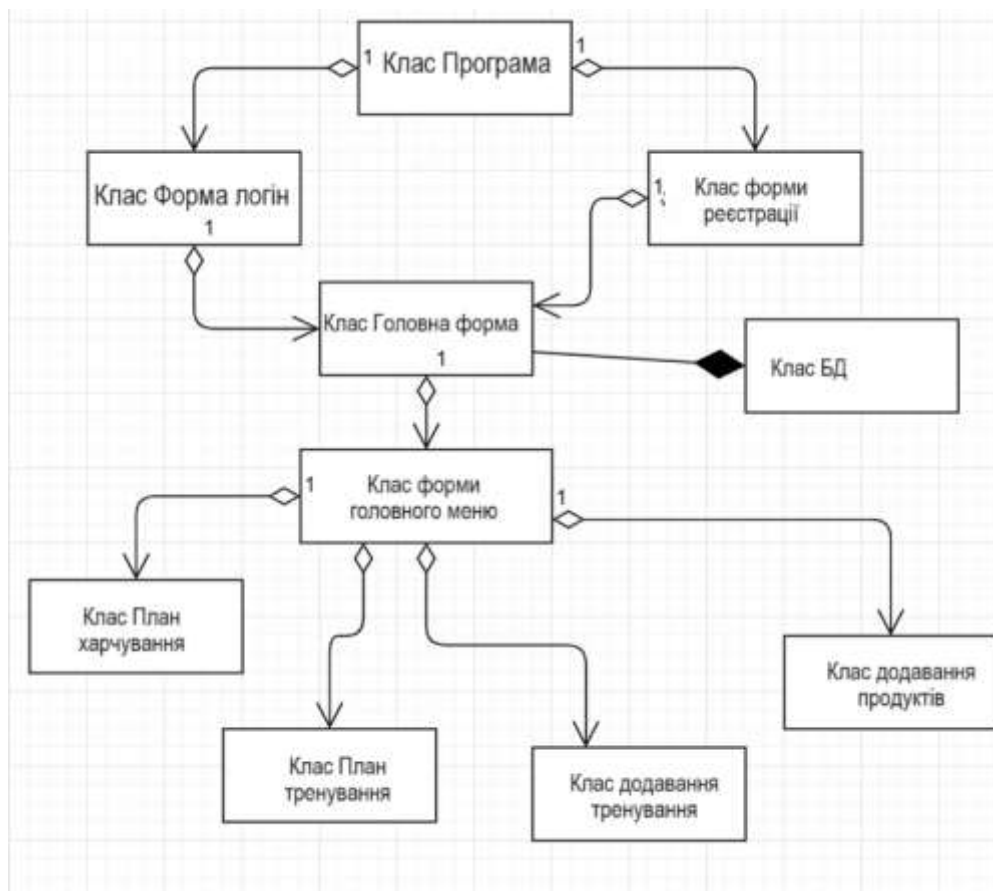


Рисунок 4.1 – Діаграма класів автоматизованої системи підбору спортивного харчування

Алгоритм функціонування запропонованого рішення з рисунку 4.1 наведено рисунку 4.2.

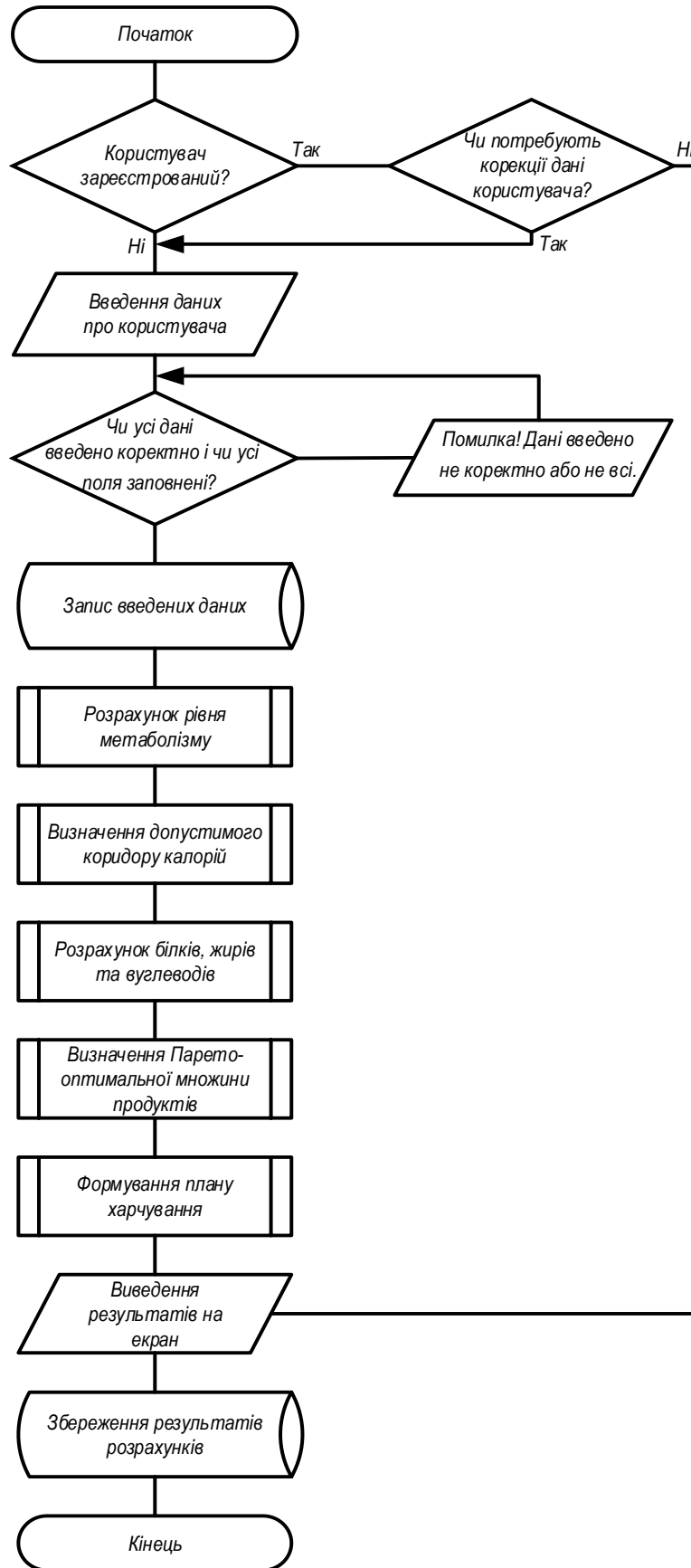


Рисунок 4.2 – Алгоритм функціонування автоматизованої системи підбору спортивного харчування

На рис. 4.3 наведена діаграма прецедентів. Вона ілюструє взаємодію користувачів з автоматизованою системою підбору спортивного харчування.

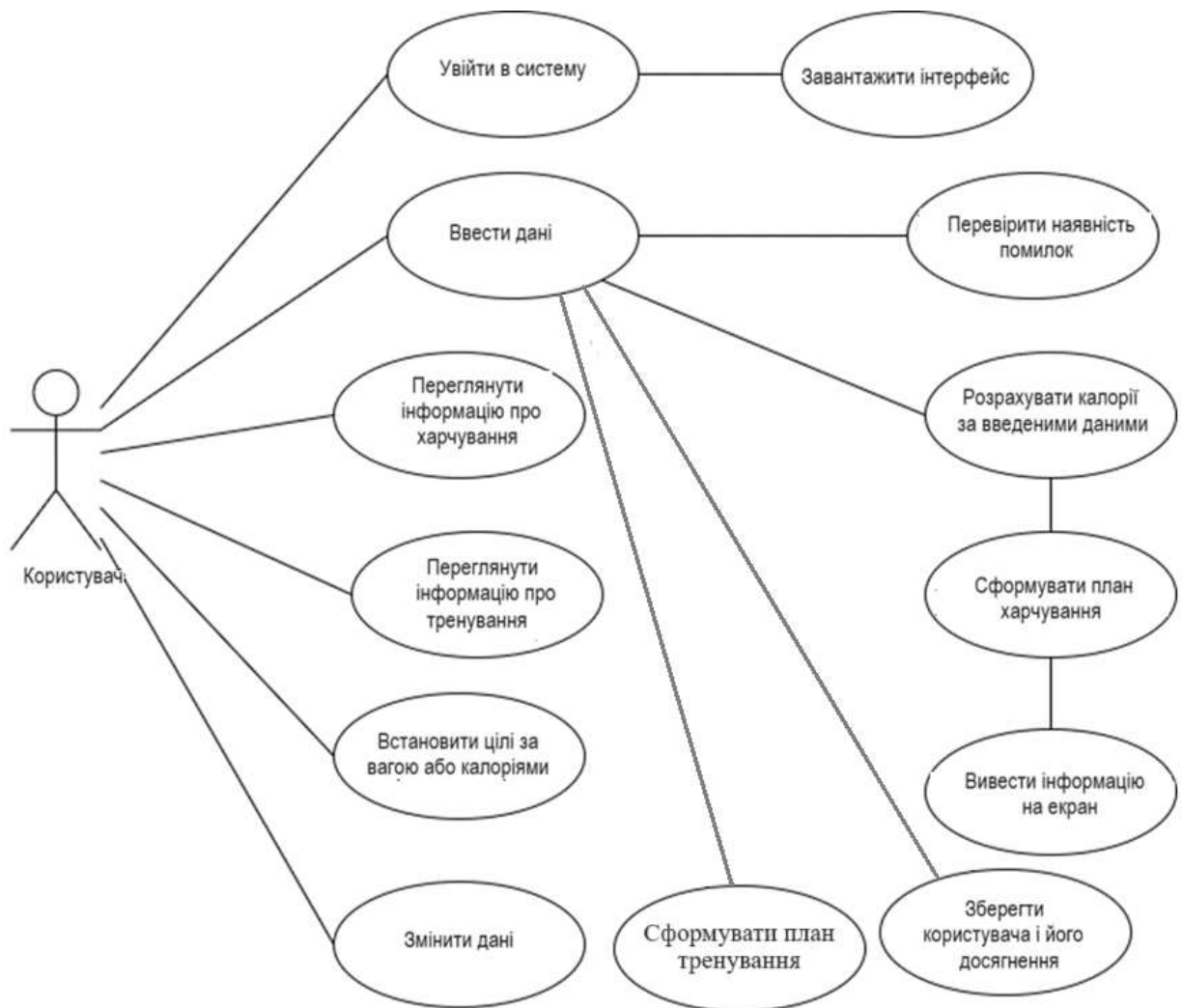


Рисунок 4.3 – Діаграма прецедентів

Діаграма відображує всі можливі етапи взаємодії користувача з автоматизованою системою підбору спортивного харчування, першим етапом є підключення до системи, що дозволяє введення вхідних даних (зріст, вага, споживана кількість калорій на день та ін.), також додаток дозволяє подивитися інформацію про спортивні вправи, встановити цілі за вагою або калоріями, можливість змінювати дані, а також розраховувати калорії та сформувати план харчування за введеними даними та виводити інформацію на

екран. Не мало важливим є факт мотивування користувача, шляхом збереження та відображення його прогресу та досягнень.

4.4 Розробка інтерфейсу автоматизованої системи підбору спортивного харчування

На підставі результатів робіт з проектування системи була розроблена модель алгоритму, яка вирішує всі завдання, зазначені вище. У цьому розділі буде представлено інженерну реалізацію модуля візуалізації.

При запуску програми з'являється форма авторизації, представлена рис. 4.4. У цій формі необхідно вести логін і пароль зареєстрованого користувача. Логін не може повторюватися ні у одного користувача, а пароль прихований, щоб зломисники не могли вкрасти пароль та дані.

The image shows a mobile application interface for authorization. At the top, there is a teal header with the title 'Авторизація' in white, bold, serif font. Below the header, the background is a dark teal color. On the left side, there are two icons: an orange person icon and a yellow padlock icon. To the right of the person icon is a white text input field with the placeholder text 'Введіть Ваш логін'. Below that, to the right of the padlock icon, is another white text input field with the placeholder text 'Введіть Ваш пароль'. Underneath the password field is a light blue button with the text 'Увійти'. At the bottom of the form is a white button with the text 'Зареєструватися'. A small white 'X' icon is in the top right corner of the teal header area.

Рисунок 4.4 – Форма авторизації

Якщо обліковий запис ще не створено, то потрібно натиснути на кнопку «Зареєструватися». Це надішле вас на форму реєстрації, де потрібно буде ввести реєстраційні дані. Ця форма представлена рис. 4.5.



Рисунок 4.5 – Форма реєстрації

Після закінчення реєстрації особисті дані записуються в базу даних, а потім відкривається наступна екранна форма, наведена на рис. 4.6. У цій формі необхідно зробити всі виміри та записати їх у відповідні поля. Якщо залишити будь-яке з полів порожнім, з'явиться попередження про те, що необхідно заповнити всі поля. Ця інформація необхідна для визначення відсотка жиру в організмі, необхідної кількості калорій для користувача, а також для складання плану харчування.

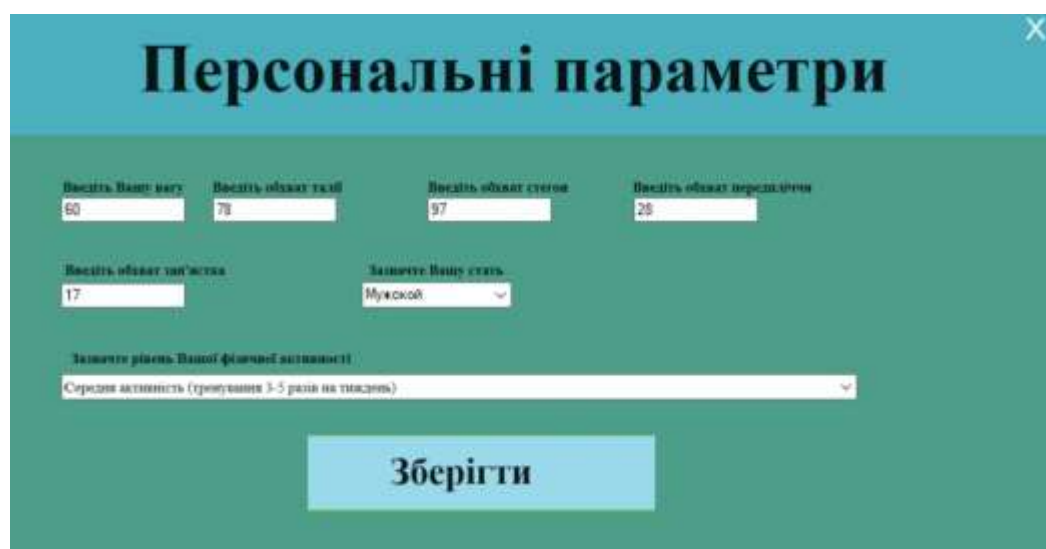


Рисунок 4.6 – Форма введення персональних параметрів

Заповнивши всі необхідні поля, програма наводить розрахунок та виводить на екран необхідну інформацію. Уся необхідна інформація записується до бази даних. При подальшому використанні програми введені дані завантажуватимуться з БД і не потрібно буде заново все заповнювати. Але якщо змінити дані, можна перейти на форму введення основних даних і перезаповнити поля у цій формі.

Потім відкривається форма головного меню, представлена рис. 4.7. Ця форма є сполучною ланкою додатку: з неї можна перейти у будь-яку форму даного доатку. Також на ній представлені 3 вікна, інформація в які надходить із бази даних. Вводячи інформацію в будь-яких інших вікнах, вона зберігається в базі даних і передається на цю форму.

Рисунок 4.7 – Форма головного меню

Далі розглянемо приклад переходу у кожне вікно нашої програми.

Почнемо з форми додавання проведених тренувань (рис. 4.8). Користувач вибирає вправу та записує час. Вікна «назва» та «витрата енергії»

за хвилину заповнюються автоматично» під час вибору вправи зі списку. Якщо необхідно додати особисту вправу до бази даних, то у списку, що випадає, необхідно вибрати «своє» і заповнити всі поля вручну.

Після вибору вправи та її часу проводиться підрахунок спалених калорій, які записуються в спеціальне вікно і зберігаються в базі даних.

Рисунок 4.8 – Форма введення даних про проведене тренування

Після використання цієї форми є можливість перейти на будь-яку іншу. Наприклад, можна перейти на форму плану харчування, яка представлена на рис. 4.9. На цій формі користувачеві потрібно вибрати день тижня та натиснути кнопку «Розрахувати». робочий прототип додатку використовує дані, які ви ввели раніше, і становить індивідуальний план харчування. Також додаток одразу ж підраховує, скільки калорій і БЖВ спортсмен отримає за день, якщо слідуватиме плану. За потреби є можливість змінювати цей план харчування, змінюючи продукти, які не підходять.

План харчування

План харчування на день:

День тижня
Понеділок

Розрахувати

Сніданок:
Омлет з курячої філе
256Ккал; 18,52Б; 18,79Ж; 5,09В.
Каша вівсяна з курягою та волоסקатими горіхами
236 Ккал; 20,29Б; 11,26Ж; 13,31В.

Другий сніданок:
Рибні фрикадельки в сметанному соусі та паста тальятелі з овочами
648 Ккал; 36,7Б; 36Ж; 44,4В.

Обід:
Борщ з квасолею
192Ккал; 9Б; 12Ж; 12В.
Гуляш з квасолею з гречкою
511 Ккал; 31,4Б; 29Ж; 31,2В.

Полудник:
Сирна запіканка
187Ккал; 9Б; 11Ж; 13В.

Вечеря:
Індичка з овочами та овочевий плов з булгура
188Ккал; 14,4Б; 10,4Ж; 9,2В.

Кількість за день:	Калорій	Білки	Жири	Вуглеводи
	2191	151.97	108.85	150.75

Рисунок 4.9 – Форма плану харчування

Далі можна розглянути форму плану тренувань, яка представлена рис. 4.10. Інформація для цієї форми також береться з даних, заповнених раніше. Користувачеві потрібно вибрати кількість тренувань на тиждень, а також тип тренувань, на які необхідно наголосити. Виходячи з цих даних, програма підготує план тренувань на тиждень, який буде представлений у спеціальному вікні. За бажанням, тренування можна змінювати, ускладнюючи або легшу програму тренувань.

Останньою у цьому списку є форма додавання продуктів. Вона представлена на рис. 4.11. На даній формі користувачеві потрібно вибрати продукти зі списку, що випадає, і записати кількість грам в порції. Продукти зі списку знаходяться в базі даних і заповнюються автоматично.

Якщо продукту немає у базі даних, то користувачеві потрібно вибрати пункт «своє» та заповнити всю інформацію про продукт вручну. Після цього продукт додається до бази даних і його можна буде використовувати надалі.

Перегляд плану тренувань

План тренувань на тиждень

Понеділок:

Вівторок:

Середа:

Четвер:

П'ятниця:

Субота:

Рисунок 4.10 – Форма перегляду плану тренувань

Додавання продуктів харчування

Вкажіть тип страви

Гарнір

Додати до раціону

Заборонити

Позначити як улюблене

Назва страви	Розмір порції	Калорійність
Каша вівсяна	150	305

Білки: 11

Жири: 6.2

Вуглеводи: 50

Склад страви:

Вівсяні пластівці, масло першкове, сіль

Рисунок 4.11 – Форма Додавання продуктів харчування

Даний програмний продукт є робочий прототип для перевірки підходу до рішення щодо підрахунку калорій та створення планів харчування та планів тренувань для спортсменів. Для використання програми потрібна лише можливість підключення до баз даних, у яких зберігається інформація.

Розширення числа продуктів та вправ у базах даних дозволить користувачам легше стежити за своїм харчуванням і тренуваннями, а програма зможе детальніше оцінювати параметри користувача та створювати більш відповідний план харчування.

ВИСНОВКИ

Була проведена розробка математичного та інформаційного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування.

В результаті виконання технічного завдання було проведено дослідження методів та засобів підбору спортивного харчування

Проведено літературно - аналітичний огляд додатків для аналізу вжитих калорій та мікроелементів. Провівши порівняльний аналіз було обрано прототип для створення свого майбутнього додатку, враховуючи всі мінуси та неточності прототипу. Також було розглянуто формули для підрахунку калорій, проведено їх порівняльний аналіз. Була обрана найкраща і найкраща формула для спортсменів: додаток з підрахунку калорій – NutriBasePro та формула калорійності Кетч-МакАрдл.

Аналіз основних методів багатокритеріальної оцінки раціону харчування спортсменів показав, що найефективнішим є метод Парето. Згідно з яким рішення є оптимальним, якщо не існує іншого рішення, яке покращує значення одного з критеріїв без погіршення при цьому інших критеріїв. Інформаційні технології багатокритеріального вибору, що реалізуються методами математичного програмування, дозволяють спроектувати продукти харчування за безліччю різних критеріїв, структурувати отриману безліч альтернатив (раціонів, страв, продуктів) і зробити обґрунтовану перевагу оптимального продукту харчування заданої якості, складу та властивостей.

Детально розглянуто алгоритм роботи концепції інформаційної підтримки спортивного харчування, складено порівняльний функціональний аналіз ПЗ інформаційної підтримки, сплановано розробку інформаційної системи.

Розроблений метод підбору спортивного харчування базується на методі розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації на основі побудови множини Парето, враховує раніше не досліджені в комплексі особливості формування збалансованого раціону харчування спортсменів і дозволяє

підвищити ефективність тренувального процесу, знизити ризики розвитку негативних наслідків.

Розроблене інформаційне та математичне забезпечення дало можливість створити програмний засіб, який дозволяє підраховувати калорії та створювати плани харчування та тренувань для спортсменів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Шебанова В. Різновиди та функції харчування у процесі життєдіяльності людини [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://oldconf.neasmo.org.ua/node/3155> Дата звернення: 01.11.2023.
2. Здорове харчування: збірник матеріалів для працівників системи охорони здоров'я / укл.: В.В. Брич, В.Й. Білак-Лук'янчук, Г.О. Слабкий, І.Я. Гуцол, Н.Й. Потокій. - Ужгород, 2020. - 64 с.
3. Основи спортивного харчування: навчально-методичний посібник / укл. :П. І. Горюк, А. В. Гакман. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2018. – 74 с.
4. Полієвський С.О. Особливості харчування спортсменів / С.О. Полієвський, Ю.Д. Свистун, В.М. Трач, Х.Є. Шавель // Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медицина» , 2011. – Вип. 2 (41). – С. 356-360.
5. Тарасова Н.С. Беліков Р.А. Спортивне харчування / Н.С.Тарасова, С.С.Лавренчук, О.О. Лавренчук, Р.А. Беліков // Pedagogy of physical culture and sports. - 2009. - №1. - С.254- 257.
6. А.М.Казакбаєв., Х.І.Абдікамалов., Ж.С.Курбаніязов. До питання про правильне харчування спортсменів // Теорія та практика сучасної науки, 2020. - №5(59). – С.214-217.
7. Пшендин П.І. Раціональне харчування спортсменів. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://fatalenergy.com.ua/Book/phednin_pitanie/index.php Дата звернення: 01.11.2023.
8. Піраміда харчування. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://biolact.ua/ru/piramida-harchuvannya/> Дата звернення: 01.11.2023.
9. Біохімічні основи харчування спортсменів / А. В. Іллютік, І. Л. Гілеп; Білорусь. держ. ун-т фіз. культури. - Мінськ: БДУФК,2020. - 64 с.

10. Зубар Н.М. Основи фізіології та гігієни харчування: Підручник / Н.М.Зубар – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
11. Лиходід В. С. Оздоровче харчування / В.С. Лиходід, О.В. Владімірова, В.В.Дорошенко. – Запоріжжя: ЗНУ, 2006. – 273 с.
12. Москаленко Н. В. Інформаційні технології у фізичному вихованні : навч. посібник /Н.В. Москаленко, Ю.Ю. Борисова, Т.В. Сидорчук, О.Ю. Лядська // Дніпропетровськ : Інновація, 2014. - 127 с.
13. Співак О. Здорове харчування. Формули розрахунку калорій [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://fitness.org.ua/formuly-rozrakhunku-kalorij/>. Дата звернення: 01.11.2023.
14. Ліпатов, Н.Н., Рогов, І.А. (). Методологія проектування продуктів із необхідним комплексом показників харчової цінності. Харчова технологія, 1987. - № 2. – С. 9-15.
15. Ліпатов, Н.М. Принципи та методи проектування рецептур продуктів, що балансують раціони. Харчова технологія, 1990. - № 6. – С. 5-10
16. Лісін, П.А. Комп'ютерні технології в рецептурах розрахунків молочних продуктів. М, ДеЛі принт, 2007. - 102 с
17. Сатіна, О.В., Юдіна, С.Б. (2010). Інформаційні технології проектування продуктів геронтологічного харчування. М'ясна промисловість. - № 6. – С. 56–58
18. Муратова, Є.І Автоматизоване проектування складних багатокомпонентних продуктів харчування: Навчальний посібник. Муратова, Є.І., Толстих, С.Г., Дворецький С.І., Зюзіна, О.В., Леонов, Д.В.ТДТУ,2011. - 80 с.
19. Borisenko, A.A. (2006). Algorithm of modeling multi-component mixtures with the use of the recursive cycle and relation database. Information technologies, 7, 69–71.
20. Bessonova, L.P. (2009). Scientific basis and practical significance of the use of QFD method in improvement of food product quality. M: Publishing House Istoki. — 200 p.

21. Sanina, T.V., Serbulov, Yu.S. (2004). Differentiated approach in the complex assessment of bakery product quality. Storage and processing of farm products, 5, 47–50

22. Zaporozhskaya, S.P., Kovtun, T.V., Revenko, M.G. (2012). Prospects of scientific investigations in the field of gerontological food development. Izvestia vuzov. Pishhevaya tekhnologia, 2–3(326–327), 5–9

23. Reznichenko, I.Yu., Aleshina, Yu.A., Galieva, A.I., Egorova, E.Yu. (2012). Methodology of design of confectionery products of functional purpose. Food Industry, 9, 28–30.

24. Kiselev, V.M., Pershina, E.G. (2009). Evolutional methodology of functional food design. Food Industry, 11, 57–59

25. Вікторів А.П., Передер В.Г. Щербак О.В. Взаємодія ліків та їжі.- Київ: Здоров'я, 1991

26. Методичні рекомендації щодо організації обстеження фактичного харчування окремих груп населення анкетно-опитувальним методом із застосуванням електронно-обчислювальної техніки /В.І. Смоляр, В.Я. Береза, А.Г. Кондратенко та ін. Київ, 1979.

27. Orme J.F., Clemer T.P. Med. Clin. N. Amer., 1983, v. 67, № 6, p. 1295.
12. Witschi J., Komaloff H., Bloom S., Slack W.-J. The Amer. Diet., Associat., 1981, v. 79, p. 609.

28. Nutrium [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nutrium.com/blog/create-your-own-food-lists/> Дата звернення: 01.11.2023.

29. Кращі добавки для підрахунку калорій: топ 10 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.iguides.ru/main/apps/6_luchshikh_prilozheniy_dlya_podscheta_kaloriy_i_snizheniya_vesa/ – Дата звернення: 01.11.2023.

30. NutriBasePro [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.nutribase.com/udhist.html> Дата звернення: 01.11.2023.

31. Best Nutrition Software for Professionals (2024) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://origympersonaltrainercourses.co.uk/blog/nutrition-software> Дата звернення: 01.11.2023.
32. Cara: Mood, Poop & Food Tracker [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://foodandnutrition.org/may-june-2017/cara-mood-poop-foodtracker-version-1-20/> Дата звернення: 01.11.2023.
33. Спортгляд [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.sportobzor.ru/articles/category/diety-pravilnoe-pitanie.html> Дата звернення: 01.11.2023.
34. Спорт -це здорово! [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://gromada.kr.ua/kultura-ta-osvita/sport-tse-zdorovo> Дата звернення: 01.11.2023.
35. Артем'єва Н. К. Нова автоматизована система оптимізації раціонів харчування спортсменів / Н. К. Артем'єва // Теорія та практика фіз. культури. - 1997. - № 3. - С. 19-23.
36. Смоляр В.І. Рациональне харчування.- Київ: Наукова думка, 1991
37. Yu, Po-Lung (1985). Multiple- criteria decision making: concepts, techniques and extensions. Springer US. — 402 p.
38. Poddinovsky, V.V. (1982). Pareto-optimal solutions to multicriteria tasks. М: Nauka. — 256 p.
39. Оптимум Парето [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D1%83%D0%BC_%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%BE. Дата звернення: 01.11.2023.
40. Nikitina M. A., Chernukha I. M. Multi-criteria optimization of a product recipe composition. Theory and practice of meat processing. 2018; 3(3): 89–98. DOI 10.21323/2414-438X-2018-3-3-89-98

ДОДАТОК А

Енерговитрати спортсменів, калорійність їжі та вміст вітамінів в продуктах харчування

(плакат, арк. А4)

Енерговитрати спортсменів, калорійність їжі та вміст вітамінів в продуктах харчування

Спорт	Енерговитрати ккал/хв * кг	Назва вітаміну	Вміст вітамінів в 100 грамах продукту, мг	Добова потреба в вітаміні, мг
Стрільба з луку	0,062	В ₁ - тіамін	0,05-0,4 Печінка, м'ясо, сірий хліб, крупа (зівсяна, гречана), горох, фасоль, соя, цвітна капуста, дріжді, пшоно, зелений горошок, абрикоси, виноград, цибуля, буряк	1-2
Бадмінтон	0,079			
Баскетбол	0,114	В ₂ - рибофлавін	0,05-0,4 Печінка, яйця, сир, молоко, сир кисломолочний, риба, хліб, цвітна капуста, салат, крупа (зівсяна, перлова), дріжді, зелений горох, шпинат, морква, горох, картопля, соя, слива, персик, малина	1,5-2
Більярд	0,0439			
Їзда на велосипеді 20 км/год	0,1409	В ₃ - пантенолова кислота	0,02-4,5 Соя, зелений горох, картопля, цвітна капуста, арахіс, морква, пшениця, помідори, гарбуз, дріжді, диня	3-10
Їзда на велосипеді 25 км/год	0,1759			
Їзда на велосипеді 30 км/год	0,211	В ₆ - піридоксин	0,06-2 Соя, горох, картопля, капуста, помідори, пшеничні висівки, кукурудза, дріжді, груша	2
Їзда на велосипеді 35 км/год	0,2899			
Бокс	0,158	В _с - фолієва кислота	50-280 Кавун, диня, гриби, дріжді, клубніка, вишня, малина, пшениця, арахіс, яблука, картопля, капуста, морква, птерушка, буряк.	2-3
Повільні танці	0,053			
Швидкі танці	1,06			
Гольф	0,097			
Ганбол	0,211			
Хокей	0,1409			
Верховая їзда	0,07			
Східні єдинаборства	0,1759			
Спортивна хотьба	0,114			
Альпінізм (сходження)	25			
Катання на роликах	0,123			
Стрибки на скакалці	0,1759			
Біг 8,5 км/год	0,1409			
Біг 10 км/год	0,1759			
Біг 15 км/год	0,225			
Катання на скейтборді	0,0879			
Біг на лижах	0,1409			
Плавання з маскою і трубкою	0,0879			

Продукт	Вода	Білки	Вуглеводи	Жири	ккал
Баранина	67	16,2	-	15	203
Конина	72	20,1	-	7	143
Яловичина	67	18,8	-	12	187
Кролятина	65	20,6	-	13	199
Курятина (бройлери) 1-ої, категорії	?	18,7	-	16	220
Курятина (бройлери) 2-ої, категорії	?	19,7	-	11	180
Гуси 1-ої, категорії	?	15,2	-	39	412
Гуси 2-ої, категорії	?	17	-	27	317
Індичка 1-ої, категорії	?	19,5	-	22	276
Індичка 2-ої, категорії	?	21,6	-	12	194
Курячі грудки (філе)	?	23,6	0,4	1,9	113
Куропатка	?	18	0,5	20	253
Перепілка	?	18	-	18,6	239
Фазан	?	18	0,5	20	253

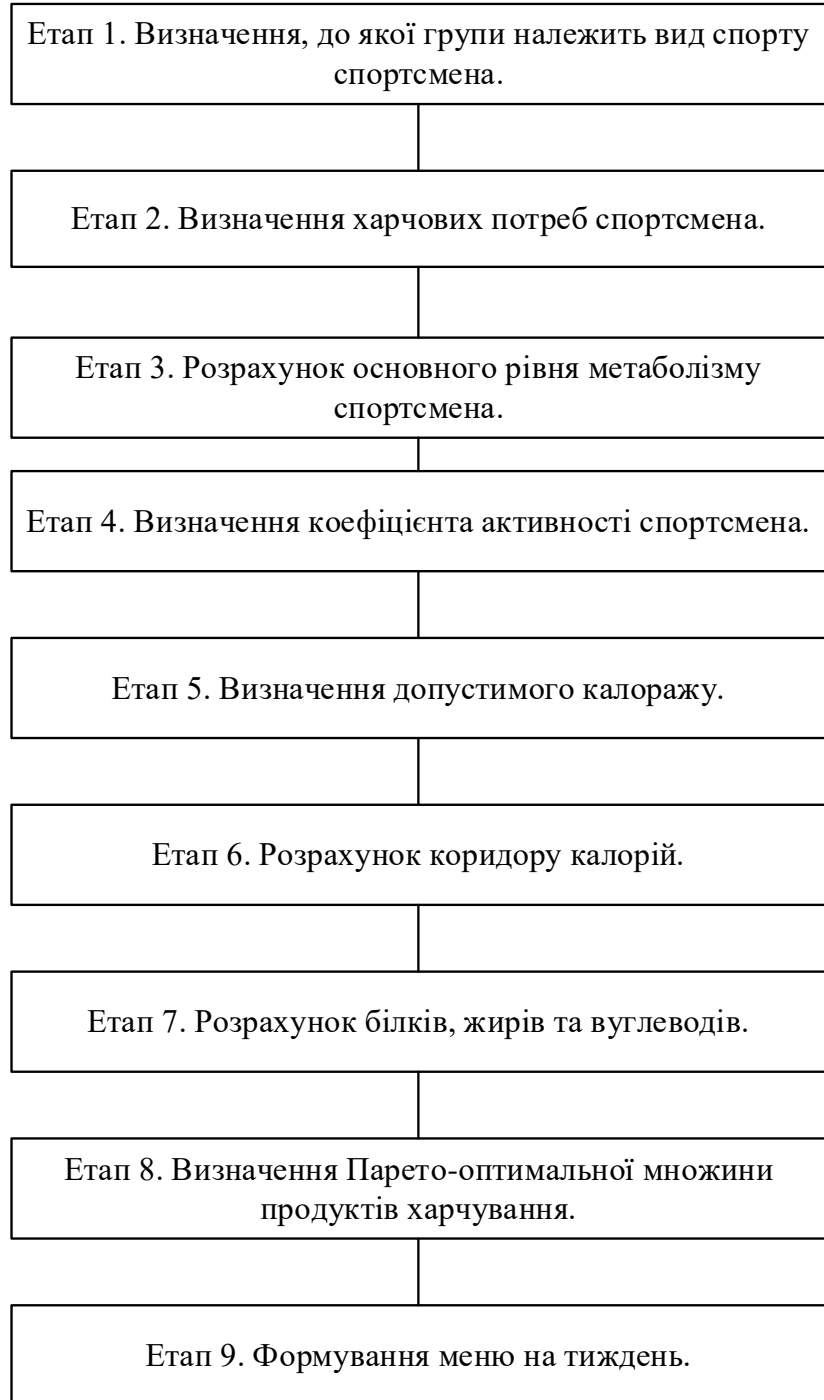
Розроб	Давішній К.В.		<p><i>Розробка математичного та інформаційного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування</i></p> <p>НАУ ХАІ Кафедра 502</p>
Перев.	Висоцька О.В.		
Н. контр.	Олійник В.М.		
Затверд.	Висоцька О.В.		

ДОДАТОК Б

Структурна схема методу підбору спортивного харчування

(плакат, арк. А4)

Структурна схема методу підбору спортивного харчування



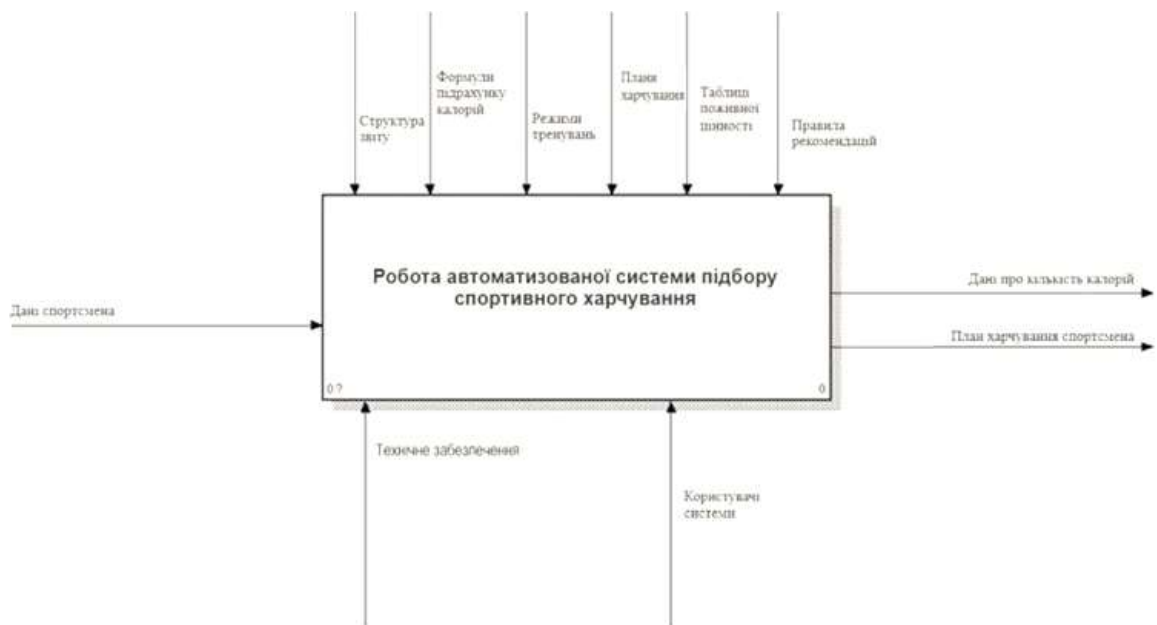
Розроб	Давішний К.В.			<i>Розробка математичного та інформаційного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування</i>
Перев.	Висоцька О.В.			
Н. контр.	Олійник В.М.			
Затверд.	Висоцька О.В.			НАУ ХАІ Кафедра 502

ДОДАТОК В

Діаграма IDEF0 «Робота автоматизованої системи підбору спортивного харчування», нульовий рівень

(плакат, арк. А4)

Діаграма IDEF0 «Робота автоматизованої системи підбору спортивного харчування», нульовий рівень



Розроб	Давішний К.В.			<i>Розробка математичного та інформаційного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування</i>
Перев.	Висоцька О.В.			
Н. контр.	Олійник В.М.			
Затверд.	Висоцька О.В.			НАУ ХАІ Кафедра 502

ДОДАТОК Г

Діаграма прецедентів

(плакат, арк. А4)

Діаграма прецедентів



Розроб	Давішній К.В.			<i>Розробка математичного та інформаційного забезпечення автоматизованої системи підбору спортивного харчування</i>
Перев.	Висоцька О.В.			
Н. контр.	Олійник В.М.			
Затверд.	Висоцька О.В.			НАУ ХАІ Кафедра 502