

Г.В. Макарова

Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, Харків

## СТВОРЕННЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВАГИ ТА ХАРЧУВАННЯ ЛЮДИНИ

Розглянуті питання моделювання та створення алгоритму, за допомогою якого можливо розрахувати оптимальну вагу людини для підбору найбільш доцільних продуктів харчування. Наведені формули розрахунків необхідних норм споживання їжі з використанням означення конституції та статуту тіла. Наведені засоби їх використання. Розроблено програмний продукт для визначення оптимального раціону людини. Розглянуто задачу прогнозування ваги людини та наведено приклад використання цього прогнозу для вирішення задач мотивації.

**Ключові слова:** конституція статури тіла, харчовий раціон людини, біологічний вік, методи прогнозування, нейронні мережі.

### Вступ

Завдання забезпечення життєдіяльності людини є одним з найбільш актуальних в Україні. Для його виконання потрібно вирішити декілька задач, що будуть включати в себе і харчування людини, як один з найважливіших факторів формування здоров'я людини.

З розвитком високих технологій, що дозволяють створювати персональні мобільні пристрої і різні гаджети, найбільш зручним форматом для підбору оптимального раціону харчування для людини, є мобільний додаток. Ідея для цього додатка виникла сама собою: створи те, чим би ти з задоволенням користувався сам. Створення саме такого додатку стало нашою метою при виконанні цієї роботи.

### Основний матеріал

Першим завданням став підбір адекватної форми розрахунку маси тіла і створення бази даних. Другим – при наявності бази даних користувачів, вони повинні поділятися за типом дієти та системою харчування, що можна визначити методом класифікації, щоб виключити надлишкову інформацію, яку має надати користувач. Подальша інформація повинна бути використана для створення подальших рекомендацій користувачу та мотиваційних прогнозувань, що допоможуть користувачеві дотримуватися дієти.

Спочатку необхідно знайти оптимальну вагу людини, виходячи з її індивідуальних параметрів. Для цього, при введенні даних користувачем до додатку визначається статура тіла за діаметром зап'ястя, а вже потім використовуються таблиці, згідно з якими визначається чи є надлишкова вага у користувача у межах норми відносно його зросту та визначеної конституції статури тіла.

Конституцією статури тіла є функціональні та морфологічні особливості організму, що склалися на основі спадкових і набутих властивостей і визнача-

ють реактивність організму на різні (в тому числі хвороботворні) впливи [1].

Існує три основних типи конституції статури – астеничний (ектоморф, тонкокістний), нормостенічний (мезоморф, нормальний) та гіперстенічний (ендоморф, ширококістний), які можна визначити за діаметром зап'ястя.

Визначивши тип статури, можна визначити чи є вага людини у діапазоні нормальної ваги. Це визначається за таблицями рекомендованої маси тіла для жінок та чоловіків, розробленими у Науково-дослідному інституті харчування РАМН [2].

У залежності від віку, діапазон може змінюватися, тому для осіб старше 30 років допускається збільшення маси відносно значень, наведених у таблицях на величину від 2 до 5 кг для жінок та від 2,5 до 6 кг для чоловіків, відповідно.

У даних ВОЗ з огляду здоров'я та надлишкової ваги, фігурує поняття індекс маси тіла. Індекс маси тіла (ВМІ) являє собою величину, що дозволяє оцінити ступінь відповідності маси людини та її зростання і, тим самим, побічно оцінити, чи є маса недостатньою, нормальною або надлишковою. Важливий при визначенні показань для необхідності лікування [3].

Наведена формула, за якою він розраховується:

$$BMI = \frac{MT}{p^2},$$

де  $P$  – зріст у метрах;  $MT$  – маса тіла у кілограмах.

Для коректного використання даного параметру буде використовуватися інтерпретація показників, ухвалена Всесвітньою організацією здоров'я. Визначивши відповідність отриманого значення до табличного, ми зможемо діагностувати ступінь загрози здоров'ю людини від наявної ваги.

Для отримання більш повних даних про людину можна поррахувати біологічний вік користувача. Біологічний вік – це поняття, що відображає ступінь

біологічного розвитку організму. Воно визначається сукупністю обмінних, структурних, функціональних особливостей і адаптаційних можливостей організму та є одним з критеріїв ступеня здоров'я людини. Даний параметр рекомендовано розраховувати за формулами Горелкіна та Пінхасова. Спочатку треба розрахувати коефіцієнт швидкості старіння для чоловіків та жінок відповідно. Тобто, для чоловіків маємо:

$$КШС_{мм} = \frac{ОТ \cdot МТ}{ОС \cdot P^2 \cdot (17,2 + 0,31 \cdot РЛ_{м} + 0,0012 \cdot РЛ_{м}^2)},$$

Для жінок формула має наступний вигляд:

$$КШС_{жм} = \frac{ОТ \cdot МТ}{ОС \cdot P^2 \cdot (14,7 + 0,26 \cdot РЛ_{ж} + 0,001 \cdot РЛ_{ж}^2)},$$

де ОТ – окружність талії у сантиметрах; МТ – маса тіла у кілограмах; ОС – окружність стегон у сантиметрах; P – зріст у метрах; РЛ<sub>м</sub>, РЛ<sub>ж</sub> – різниця у роках між календарним віком та віком онтогенетичної норми для чоловіків та жінок. Точність календарного віку у даній формулі повинна бути зазначена до однієї десятої.

Онтогенетичною нормою є вік, до якого в процесі індивідуального розвитку людини (онтогенезу) завершується розвиток та становлення будови і функцій всіх систем людського організму. Зазвичай, вважається, що цей вік для чоловіків становить 21 рік, для жінок – 18 років.

Інтерпретація отриманих результатів коефіцієнту старіння проводиться за наступним зрівнянням. Якщо коефіцієнт старіння:

- від 0,95 до 1,05 включно – швидкість старіння відповідає нормі,
- менше 0,95 – уповільнене старіння,
- більше 1,05 – прискорене старіння.

Отримавши коефіцієнт швидкості старіння, перейдемо безпосередньо до розрахунку біологічного віку для чоловіків та жінок відповідно, на основі отриманих значень:

$$БВ(м) = КШС(м) \cdot (КВ - 21) + 21,$$

$$БВ(ж) = КШС(ж) \cdot (КВ - 18) + 18,$$

де КШС(м), КШС(ж) – коефіцієнт швидкості старіння; КВ – календарний вік у роках.

Після проведення остаточних підрахунків, дані треба занести до бази даних та повідомити про них користувачу, за допомогою повідомлення з результатами та висновками.

Визначивши необхідні параметри стану людини та її оптимальної ваги, треба проаналізувати, як харчується та живе людина, щоб виявити залежність у його вподобаннях та визначити денну потребу у калоріях.

Тому, на наступному етапі людина повинна надати інформацію про свій типовий раціон та розклад на тиждень. Завдяки отриманим даним можна розрахувати для початку калорії, що користувач отри-

мує за день та витрачає. Це буде основою для визначення дефіциту калорій та аналізу тенденції зміни його ваги на подальший час.

Щоб підрахувати калорійність страви, будемо використовувати наступну формулу:

$$К_{см} = \sum_{i=1}^n \frac{ТК_i \cdot В_c \cdot ВЧ_i}{100},$$

де n – кількість продуктів у страві, шт; ТК<sub>i</sub> – таблична калорійність i-го продукту на 100 грам, ккал; В<sub>c</sub> – вага всієї страви у грамах; ВЧ<sub>i</sub> – відсоткова частка i-го продукту у даній страві, %.

Після проведення розрахунку калорійності кожної страви, зможемо визначити скільки калорій споживається людиною щоденно.

$$К_{дм} = \sum_{i=1}^n К_{с_i},$$

де n – кількість страв на день, шт; К<sub>с<sub>i</sub></sub> – підрахована калорійність i-ї страви, ккал.

Звичайно, що людині бажано надати інформацію щодо калорійності кожної страви, та скільки калорій вона споживає за весь день. Це може привести до позитивних результатів у плані мотивації відмови від висококалорійних страв.

Також, дуже важливо визначити, скільки калорій потребує організм людини щоденно у залежності від образу життя, якого вона дотримується. Задля цього використовуються дані, надані людиною про її розклад. Цей розрахунок є дуже важливим, бо завдяки ньому можна зробити висновки з підтримання енергетичного балансу людини. Розрахунок калорій, які споживає людина протягом дня, є дуже важкою та комплексною темою, бо треба враховувати, що витрати енергії поділяються на декілька категорій: основні витрати, фізичне навантаження, розумова діяльність та витрати на прийом, перетравлювання і засвоєння їжі.

Зрозуміло, що базовими є основні витрати (витрати на основний обмін), що є безперервними та супроводжують людину все її життя, кожну хвилину. Під основним обміном (ОО) розуміється мінімальний рівень енерговитрат, необхідних для підтримки життєдіяльності організму в умовах відносно повного фізичного та емоційного спокою [4]. Основними складовими основного обміну, на які витрачається енергія, є:

- робота серця;
- робота дихальної мускулатури гладких м'язів;
- робота нирок;
- здійснення функцій нервової системи;
- постійний синтез речовин;
- робота іонних насосів;
- підтримання температури тіла.

Для підрахування витрат на основний обмін використаємо формули, представлені у книзі «Осно-

ви фізіології людини» під редакцією академіка РАМН Б.І. Ткаченко.

Наступним кроком визначимо обсяг енергії, що витрачається при фізичних навантаженнях. Різні фізичні вправи по-різному впливають на людину, це відомо усім. Але ще одним важливим параметром у розрахунку даного впливу є і вага самої людини. Саме тому затрати калорій на фізичні навантаження є суто індивідуальним показником, що теж не варто узагальнювати. Вважаючи перелічені фактори, для визначення енергії, що витрачається, будемо використовувати наступну формулу:

$$K_{\text{фн}} = \sum_{i=1}^n \frac{TЗ_{\text{в}i} \cdot МТ \cdot Т}{60},$$

де  $n$  – кількість виконаних вправ, шт;  $TЗ$  – табличне значення витрачання калорій на виконання  $i$ -ї вправи за годину на один кілограм маси тіла, ккал;  $MT$  – маса тіла у кілограмах;  $T$  – час виконання вправи, вказаний у хвиликах.

Не раз кожен з нас помічав, що коли він займається розумовою роботою, не перевантажуючи себе фізично, через деякий час можна відчувати себе виснаженим або якнайменш просто втомленим. Це пояснюється тим, що організм витрачає немало енергії у процесі такої роботи, тому наступним кроком треба розрахувати енергозатрати саме на розумову діяльність. Під розумовою діяльністю найчастіше мається на увазі як просто читання книжок, дослідження Інтернету, так і науково-дослідницька, економічна, перекладацька, викладацька, диспетчерська, інженерна робота та праця менеджерів. Логічно, що витрати на розумову активність базуються на основному обміні, але також вони залежать від супроводження даної діяльності психоемоційною напруженою та/або легкою м'язовою діяльністю. Тому формула розрахунку витрат на розумову діяльність повинна мати наступний вигляд:

$$K_{\text{ра}} = \frac{K_{\text{оо}}}{1440} \cdot \sum_{i=1}^n TЗ_{\text{ра}i} \cdot T_i,$$

де  $n$  – кількість різномірної розумової роботи на день, разів;  $K_{\text{оо}}$  – величина енерговитрат основного обміну кілокалорій на добу;  $TЗ$  – табличне значення відсотку, на який збільшуються енерговитрати основного обміну з урахуванням специфіки розумової діяльності;  $T_i$  – час у хвиликах, що витрачається на розумову діяльність.

Показники значення відсотку збільшення енерговитрат основного обміну у залежності від супроводження розумової діяльності іншими факторами є стандартними та можуть бути отримані з відповідних таблиць.

Далі розрахуємо витрати на прийом, перетравлення і засвоєння їжі. Під час прийому їжі, звичайно, ми не тільки отримуємо калорії, а і витрачаємо їх на процеси травлення. Різні складові продукту

потребують різної кількості енергії на перетравлення, окрім того величина також залежить від загальної енергетичної цінності продукту, що споживається. Наступна формула враховує це:

$$K_{\text{сд}} = \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n \left( \frac{C_{ij} \cdot B_c \cdot B_{\text{Ч}i} \cdot B_{\text{С}j}}{100} \right)_k,$$

де  $j = 1 \dots 6$  та позначає складову продукту певного типу (білки, жири, вуглеводи);  $n$  – кількість продуктів у страві, шт;  $B_c$  – вага всієї страви у грамах;  $B_{\text{Ч}i}$  – відсоткова частка  $i$ -го продукту у даній страві, %;  $C_{ij}$  – таблична величина складової продукту  $j$ -го типу  $i$ -го продукту на 100 грам;  $B_{\text{С}j}$  – відсоток впливу специфічно-динамічної дії  $j$ -го типу складової продукту, %;  $m$  – кількість страв на день, шт.

Специфічно-динамічна дія певного типу складової їжі (процес витрачання калорій на процеси травлення) залежить і від походження продукту.

Всі попередні підрахунки дозволяють провести розрахунок остаточного сумарного показника витрат. Тож підсумковий об'єм енерговитрат людини на добу визначається за формулою:

$$K_{\text{ез}} = K_{\text{оо}} + K_{\text{фн}} + K_{\text{ра}} + K_{\text{сд}},$$

де  $K_{\text{оо}}$  – величина енерговитрат основного обміну, кілокалорій на добу;  $K_{\text{фн}}$  – величина енерговитрат (кілокалорій на добу) на фізичні навантаження;  $K_{\text{ра}}$  – величина енерговитрат (кілокалорій на добу) на розумову активність;  $K_{\text{сд}}$  – величина енерговитрат (кілокалорій на добу) на специфічно-динамічні дії.

Для того, щоб визначити час, що витрачається на певну дію, треба розраховувати автоматично у хвиликах різницю між наступною та поточною діями. Це забезпечить більш коректне визначення без втрати аналізуемого часу.

Результат проведених обчислень повинен доводитися до користувача. При цьому, треба надати доступ не тільки про щоденну витрату калорій, але й про дефіцит калорій, що створюється завдяки різниці між калоріями, що отримуються, і калоріями, що витрачаються, протягом доби.

Наступним кроком треба визначити харчові вподобання людини. Буває, що людина сама не знає, що дотримується певної системи харчування. На даний момент, у світі дуже розвинено використання різних систем. Як зазначалося вище, це включає в себе м'ясоїдіння, псевдовегетаріанство, ововегетаріанство, лакто-вегетаріанство, ово-лактовегетаріанство та веганство.

Класифікацією називається прийом, завдяки якому з деякої множини об'єктів виділяються усі класи, що до нього входять, таким чином, щоб кожний об'єкт, що входить до вихідного класу, потрапив в один та тільки в один клас [5].

Система класифікації – це сукупність методів і правил розподілу множини об'єктів на підмножину відповідно до ознак схожості або несхожості. Вона

визначається і характеризується використаним методом класифікації, ознаками класифікації, послідовністю і кількістю рівнів класифікації, кількістю угруповань.

Тепер перейдемо до наступного завдання роботи. Як зазначалося вище, у даній роботі буде використовуватися прийом прогнозування для підвищення мотивації людини.

Прийом прогнозування – це конкретна форма теоретичного або практичного підходу до розробки прогнозу та одна або декілька математичних або логічних операцій, спрямованих на отримання конкретного результату в процесі розробки прогнозу.

Тепер звернемося безпосередньо до поставленої задачі. Для того, щоб мотивувати людину займатися собою, дотримуватися певної дієти, треба візуально надати їй можливість оцінювати майбутні результати. Для цього треба спрогнозувати зміну її тіла при дотриманні певних дієт.

Звичайно, що спочатку в нас не буде жодного показника, окрім базової ваги людини на перші дні, але перші кроки теж повинні бути мотивовані. Саме тому, спочатку треба визначити тенденцію за якою змінюється вага в залежності від часу та обраної дієти.

Зауважимо, що усі дієти в принципі можна поділити за дефіцитом калорій у день (різниця між необхідними на день калоріями та тими, що споживаються) на:

- 1) низьку ступінь (10% – 15% від денної норми),
- 2) середню ступінь (20% – 25% від денної норми),
- 3) високу ступінь (< 25% від денної норми).

Але потрібно зауважити, що дефіцит калорій більше 600 Ккал в день може бути дуже небезпечним для здоров'я [60].

На деяких сайтах та в літературі можна знайти лінійне прогнозування зміни ваги у залежності від втрати жиру та калорій [6].

Це відобразить лінійну залежність втрати ваги, але організм людини є більш складним і вага на будь-якій дієті з дефіцитом калорій, найчастіше, не втрачається за лінійним графіком. Це пояснюється водним балансом, який дуже важко регулювати людині. В перші дні дієти вага втрачається доволі швидко, іноді один або два кілограми за день, потім темп трохи сповільнюється (зниження вмісту вуглеводів впливає на водний баланс). Далі втрата ваги ще сповільнюється та дуже часто вже відбувається не лінійно, а ступінчасто. На прикладі, ви можете дуже повільно втрачати вагу, так що це буде не дуже помітно, протягом 7-10 днів, а потім раптом за декілька днів можете втратити один або два кілограми [7].

Саме тому, необхідно підібрати такий графік, що найбільш адекватно відобразить втрату ваги та не розчарує користувача у процесі експлуатації. Саме для цього буде обраний метод побудови нейронної мережі.

По-перше, треба зробити вибірку даних з мережі Інтернет, яка буде включати в себе залежність зміни ваги по відношенню до стартової ваги та цільової ваги від часу дотримання дієти з певним дефіцитом калорій.

Наступним кроком визначається найбільш придатна архітектура мережі та проводиться її побудова. Далі нейронна мережа навчається та проводиться аналіз отриманих результатів навчання. Якщо вони є задовільними, тоді модель можна використовувати, бо наявні дуже жорсткі умови визначення приналежності до системи та використовуються доволі незначний об'єм даних. Тому був запропонований інший алгоритм визначення системи харчування користувача.

Для прикладу використання наведеного алгоритму візьмемо за основу створену базу даних. Для того, щоб визначити систему харчування користувача треба виконати наступні умови:

Вибрати продукти, що є інгредієнтами у стравах на кожний день тижня та проаналізувати їх за такими умовами:

1) якщо у вибірці зустрічається продукт з типом «м'ясо», перевірка закінчується та користувачеві присвоюється система харчування «м'ясоїд»;

2) якщо у вибірці не зустрічається продукт з типом «м'ясо», але зустрічається продукт з типом «риба», тоді користувачеві присвоюється система харчування «псевдовеgetаріанець». У даному варіанті та наступних варіантах перевірка здійснюється відносно всієї вибірки та не має попереднього завершення перевірки;

3) якщо у вибірці не зустрічаються продукти з типом «м'ясо» та «риба» та «молочний продукт», але є продукти з типом «яйця» – користувачеві присвоюється система харчування «ово-веgetаріанець»;

4) якщо у вибірці не зустрічаються продукти з типом «м'ясо» та «риба» та «яйця», але є продукти з типом «молочний продукт» – користувачеві присвоюється система харчування «лакто-веgetаріанець»;

5) також, якщо у вибірці не зустрічаються продукти з типом «м'ясо» та «риба», але є продукти з типами «молочний продукт» та «яйця» – користувачеві присвоюється система харчування «ово-лакто-веgetаріанець»;

6) та якщо попередні умови не були виконані, тоді, за замовчуванням, користувачеві присвоюється система харчування «веган».

За означеним алгоритмом можна визначити систему харчування на прикладі наведеної бази даних. Складність алгоритму складає  $O(N^2)$ , бо повинен бути використаний вкладений цикл. Алгоритм рекомендований до використання у додатках з рекомендаціями за харчуванням, зроблених на базі типового раціону користувача.

Останньою задачею було прогнозування зміни ваги людини. Для рішення цієї задачі будуть вико-

ристані нейронні мережі. Тому для реалізації був обраний програмний продукт STATISTICA, а точніше його модуль Statistica Neural Networks.

Спочатку у мережі Інтернет були зібрані дані, що включали в себе зміну ваги людей під час дієт з певним дефіцитом калорій.

Цю задачу було виконано за допомогою використання Intelligent Problem Solver. Спочатку було означено тип вирішуваної задачі Standart, тому що в даному випадку за такими даними як день дієти, дефіцит калорій дієти та початкова вага людини розраховується її вага на певний день.

Наступним кроком було налаштовано вхідні значення, до них увійдуть порядковий номер дня на дієті, базова та цільова вага людини та значення дефіциту калорій, що є на дієті. Значення ваги людини повинне бути на виході.

Після було обрано тип мережі, який буде використовуватися для створення пробних екземплярів нейронних мереж та їх аналізу з метою знаходження найефективнішої мережі. В даному випадку доцільно обрати тришаровий та чотиришаровий перцептрон.

Архітектуру найефективнішої, знайденої за допомогою Intelligent Problem Solver, є мережа типу чотиришаровий перцептрон.

Провівши навчання мережі, спробуємо спрогнозувати значення ваги при певному дефіциті калорій та базовій і цільовій вазі людини на будь-який день. Перевіримо додатково якість прогнозу мережі. Як зазначалося раніше, зміна ваги у людини не є лінійною, тому для більшої наглядності створеного прогнозу був побудований графік, на якому відображена зміна ваги протягом року чотирьох різних людей, на даних яких була побудована мережа, та експериментального зразка, що був отриманий за допомогою прогнозування.

Використання створеної мережі рекомендується для прогнозу та побудови графіків схуднення у програмних додатках, що включають в себе щоденники дієт.

## Висновки

Ми є те, що ми вживаємо у їжу. Наше самопочуття, працездатність та настрої напряму залежить від того, що ми використовуємо у своєму житті і у вигляді їжі у тому числі. Саме задача підбору раціональної системи харчування і була розглянута у роботі.

## Список літератури

1. Портал з візуальної ревматології [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://visualrheumatology.ru/teloslozhenie-i-figura-cheloveka-figur.html>.
2. Ткаченко Б.И. Основы физиологии человека: уч. пос. / Б.И. Ткаченко. – С.-Пб.: Питер, 1994. – 567 с.
3. Медична енциклопедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.medical-enc.ru>.
4. Портал з калориметрії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://livebalans.ru/pravpit/kalpot.php>.
5. Класифікація [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/164>.
6. Сколько калорий нужно в день, чтобы похудеть? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://fitbreak.ru/diet/32-kak-rasschitat-kalorii-dlya-pohudeniya>.
7. Энергетические запасы и вес тела [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://healthlabs.ru/2014/04/10/energeticheskie-zapasy>.

Надійшла до редколегії 15.03.2017

**Рецензент:** канд. техн. наук доц. Т.В. Денисова, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, Харків.

## СОЗДАНИЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВЕСА И ПИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Г.В. Макарова

*Рассмотрены вопросы моделирования и создания алгоритма, с помощью которого можно рассчитать оптимальный вес человека, для подбора наиболее подходящих продуктов питания. Приведены формулы расчетов необходимых норм потребления пищи с использованием определения конституции тела. Приведены способы их использования. Разработан программный продукт для определения оптимального рациона питания человека. Рассмотрена задача прогнозирования веса человека и приведен пример использования этого прогноза для решения задач мотивации.*

**Ключевые слова:** конституция тела, пищевой рацион человека, биологический возраст, методы прогнозирования, нейронные сети.

## THE CREATION OF A MOBILE APPLICATION FOR THE OPTIMIZATION OF WEIGHT AND HUMAN NUTRITION

G.V. Makarova

*The questions of modeling and the creation of an algorithm that can be used to read the best races, a person's weight, for the selection of the most appropriate food. Bringing formula calculations necessary standards of food consumption with the use determining body composition. The following methods of their use. The software product to determine the optimal diet of human food. The problem of weight prediction brow-century and is an example of this prediction to solve the problems of motivation.*

**Keywords:** body composition, the human diet, the biological age, methods of forecasting, neural networks.