

## УДК 519.8

**Кондрук Наталія Емерихівна**

Кандидат технічних наук, доцент кафедри кібернетики і прикладної математики, ORCID: 0000-0002-9277-5131  
Вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», Ужгород

**СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ  
ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО СКЛАДАННЯ ДІЄТ**

**Анотація.** Сьогодні все більше уваги приділяється створенню систем підтримки прийняття рішень (СППР) в різних областях людської діяльності, які поєднують можливості сучасних технічних засобів та знань і вмінь особи, що приймає рішення (ОПР) при прийнятті рішень. Зокрема, доцільним є створення систем автоматизованого складання індивідуалізованих дієт для лікаря-дієтолога. Розглянуто особливості концептуальної моделі СППР для автоматизованого складання дієт на прикладах систем «Dietolog» та «Dietolog+». Описано їх практичні можливості та організацію діалогу «ОПР-СППР». Побудовано узагальнену схему взаємодії типу «людина-машина» лікаря-дієтолога та СППР, яка використовується в системах «Dietolog» та «Dietolog+». Використання описаних систем на практиці дало змогу виключити технічні труднощі розрахунку складових індивідуалізованих дієт для деяких класів задач дієтотерапії та збалансованого харчування.

**Ключові слова:** системи підтримки прийняття рішень; автоматизоване складання дієт

**Вступ**

Сьогодні все більше уваги приділяється створенню систем підтримки прийняття рішень (СППР) в різних областях людської діяльності. Це пов'язано з потребою приймати ефективніші рішення в муніципальній сфері [1], управлінні складними процесами, юриспруденції, медицині, автоматизації проектування тощо [2].

Крім того, є багато психологічних досліджень можливостей людської системи обробки та аналізу інформації при прийнятті рішень, що свідчать про їх обмеженість, особливо в умовах інформаційного перевантаження [3]. Тому особі, що приймає рішення (ОПР), потрібно спеціальним чином допомагати організувати процес обробки та отримання інформації. Це, в свою чергу, також обумовлює потребу в системах, що поєднують можливості сучасних технічних засобів та знань і вмінь людини при прийнятті рішень.

На сьогодні існує багато визначень СППР [2], оскільки її конструкція суттєво залежить від типу задач, для розв'язання яких вона розробляється, доступних даних, інформації та знань, а також від користувачів системи [4]. Проте, в основному, це сукупність процедур обробки даних та суджень, оснований на використанні різних моделей, що допомагають керівникам підприємств у прийнятті рішень [5] або комп'ютерна інформаційна система, що використовується для підтримки різних видів діяльності при прийнятті рішень в ситуаціях, де неможливо або небажано мати автоматичну

систему, яка повністю виконує весь процес пошуку рішень [6]. Тобто система не замінює людину, а лише забезпечує її різного роду допомогою в процесі розв'язання проблеми.

Зокрема, не можна не переоцінити важливість створення нових СППР в галузі медицини, де потрібно часто обробляти великі масиви даних, але «останнє слово» все ж таки залишається за фахівцем.

Однією із таких проблем є задача складання дієт при лікувальному, лікувально-профілактичному харчуванні і належить до галузі дієтотерапії та гігієни.

На сьогодні в українській медицині використовується єдина офіційна система номерних дієт за Певзнером, яка застосовується у лікарнях, санаторіях і містить близько 10 основних дієт та десяток їх різновидів [7]. Дана система була розроблена ще в середині ХХ століття і не відповідає сучасному рівню розвитку дієтології та нутриціології, а також є економічно недоцільною [7]. Її основним недоліком є те, що дієти при цьому є стандартними і розраховані на середнього, а не на конкретного хворого; при застосуванні ж її до конкретного хворого у лікаря виникають технічні труднощі визначення складових дієти з потрібним вмістом в ньому жирів, білків, вуглеводів, калорій та основних нутрієнтів. Таким чином, необхідна індивідуалізація лікувального харчування з врахуванням можливої наявності у хворого кількох захворювань, його статі, віку, маси тіла, непереносимості хворим окремих продуктів.

Для вирішення цієї проблеми є доцільним створення систем підтримки прийняття рішень для лікаря-дієтолога, які б враховували рекомендовані добові дози білків, жирів, вуглеводів та основних нутрієнтів залежно від статі, віку, маси тіла пацієнта. При цьому має бути передбачена можливість вибору потрібного набору продуктів для складання дієти. Це в свою чергу дозволяє автоматизувати складання індивідуалізованих дієт для пацієнта.

Враховуючи вищезазначені потреби, було створено СППР «Dietolog» та «Dietolog+», які пройшли успішну апробацію на практиці, крім того, на основі автоматизованої системи «Dietolog» було отримано патент на корисну модель [8], що реалізує спосіб розрахунку індивідуалізованих дієт пацієнтам.

В даній роботі ставиться завдання описати загальні принципи роботи та розробки подібних систем підтримки прийняття рішень для автоматизованого складання дієт різних класів задач дієтотерапії та збалансованого харчування на прикладах СППР «Dietolog» та «Dietolog+».

### Мета статті

Мета – визначення доцільності та необхідності створення систем автоматизованого складання індивідуалізованих дієт для лікаря-дієтолога. Описання концептуальної моделі СППР для автоматизованого складання дієт на прикладах систем «Dietolog» та «Dietolog+». Описання їх практичних можливостей та організації діалогу «ОПР-СППР». Побудова узагальненої схеми взаємодії типу «людина-машина» лікаря-дієтолога та СППР, яка використовується в системах «Dietolog» та «Dietolog+». Визначення переваг використання СППР для автоматизованого складання дієт на практиці.

Задачею публікації є ознайомлення широкого кола наукових співробітників із особливостями роботи, функціонування та будови СППР для автоматизованого складання дієт на основі систем «Dietolog» та «Dietolog+».

### Виклад основного матеріалу

#### Концептуальна модель СППР «Dietolog» та «Dietolog+»

Дані СППР реалізують інтерактивні автоматизовані системи, які допомагають лікарям-дієтологам підбирати індивідуалізовані дієти для пацієнтів. Інтерфейс «користувач-система» містить засоби для генерації і управління діалогом. Згідно [9] концептуальна модель СППР має включати в себе такі основні компоненти: інтерфейс «користувач-система», базу даних (БД) та базу моделей (БМ).

Розглянемо детальніше описані компоненти систем автоматизованого складання дієт.

При розробці систем «Dietolog» та «Dietolog+» було створено базу даних «Nutrient», яка містить понад 60 видів продуктів та інформацію про вміст в них основних нутрієнтів і максимально допустимих доз в добовому раціоні людини.

База моделей реалізує одну із найважливіших властивостей СППР формувати гнучкі моделі для прийняття рішень. Тобто, в БМ вбудовано не локальні моделі окремих задач, а моделі, що автоматично генеруються на основі виникаючих потреб користувача та БД «Nutrient». БМ основана на загальній математичній моделі задачі збалансованого харчування людини [10], яка належить до класу задач лінійного програмування з великим критеріальним простором та нечіткими параметрами. В [11] описано математичний апарат для розв'язання даних математичних задач, який був реалізований в розглядуваних СППР.

#### Практичні можливості роботи систем «Dietolog» та «Dietolog+»

Дані системи дозволяють автоматизувати складання індивідуалізованої дієти пацієнта з врахуванням фізіологічних норм нутрієнтів, його біохімічних аналізів крові.

СППР «Dietolog» дозволяє автоматично скласти дієту, враховуючи: потрібний набір продуктів з бази даних «Nutrient»; фізіологічні норми нутрієнтів, задані із врахуванням віку, статі, маси пацієнта за такими параметрами: енергетична цінність раціону, білки, жири, вуглеводи; вітаміни  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $PP$ ,  $C$ ,  $A$ ,  $E$ , мінерали  $Fe$ ,  $Ca$ ,  $P$ ; можливість збагачення дієти за допомогою 14-ти можливих нутрієнтів (вітаміни  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $PP$ ,  $C$ ,  $A$ ,  $E$ , мінерали  $Se$ ,  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Mg$ ,  $J$ ,  $Fe$ ,  $Ca$ ,  $P$ ) залежно від необхідної мети.

СППР «Dietolog+», зокрема, автоматично формує мету введення дієти залежно від відхилень біохімічних аналізів крові пацієнта, від рекомендованих норм; дозволяє підбирати можливий набір продуктів – складових раціону із бази даних «Nutrient»; складає дієту з врахуванням фізіологічних норм, вказаних залежно від маси тіла, статі, віку пацієнта 12-ти нутрієнтів: білків, жирів, вуглеводів, вітамінів  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $PP$ ,  $C$ ,  $A$ ,  $E$ , мінералів  $Fe$ ,  $Ca$ ,  $P$  та енергетичної цінності дієти.

Результатами роботи обох систем є меню дієти, її хімічний склад та загальна характеристика.

#### Організація діалогу ОПР-СППР систем «Dietolog» та «Dietolog+»

Очевидно, що врахування всіх вищенаведених параметрів у процесі формування дієти призводить до інформаційного перевантаження лікаря-дієтолога та обробки великих масивів даних.

Для вирішення цих проблем в системах було створено «дружній» людино-машинний інтерфейс, що забезпечує зручний зв'язок користувача і системи. Взаємодію та послідовність дій ОПР та СППР загальної процедури складання діет можна зобразити схемою, що показана на рисунку. Тут 1 – комплекс проведення попередніх клінічних досліджень стану пацієнта; 2 – блок введення комплексу даних пацієнта; 3 – блок обробки даних; 4 – блок розрахунку дієти; 5 – блок вводу корекції даних лікарем; 6 – блок виводу результатів.

Комплекс проведення попередніх клінічних досліджень стану пацієнта 1 включає клініко-лабораторне обстеження пацієнта.

Далі лікар переходить до блоку вводу комплексних даних 2 на форму системи підтримки прийняття рішень «Dietolog» чи «Dietolog+», де вказується наступна інформація (в тому числі сформована на основі блоку 1). Для системи «Dietolog» вводяться такі дані – верхні та нижні допустимі межі норм енергетичної цінності дієти, вмісту в дієті білків, жирів, вуглеводів, вітамінів ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $PP$ ,  $C$ ,  $A$ ,  $E$ ) та мінералів ( $Fe$ ,  $Ca$ ,  $P$ ), розрахованих залежно від статі, віку та маси пацієнта; максимально допустима межа кількості їжі на добу; складові дієти із бази даних «Nutrient»; цілі складання дієти: вибір можливих нутрієнтів (вітаміни  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $PP$ ,  $C$ ,  $A$ ,  $E$ , мінерали  $Se$ ,  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Mg$ ,  $J$ ,  $Fe$ ,  $Ca$ ,  $P$ ) для збагачення ними дієти. Для системи ж «Dietolog+» вказується така інформація: вага пацієнта; дані біохімічного аналізу крові пацієнта, які включають білковий обмін, обмін вітамінів та мінералів; норми аналізів, розрахованих на 1 кг ваги залежно від статі, віку пацієнта; максимально допустиму межу кількості їжі на добу; складові дієти вибрані із бази даних «Nutrient».

Після цього процес керування розрахунку дієти переходить до СППР в автоматизований режим, який включає блок обробки даних 3, де обидві системи автоматично формують мету введення дієти («Dietolog+» залежно від відхилень біохімічних аналізів крові пацієнта, від рекомендованих фізіологічних норм, а «Dietolog» від вказаних ОПР цілей введення дієти) та процедуру побудови критеріального простору та простору допустимих обмежень на основі інформації, отриманої із попередніх блоків 1, 2 та моделі задач збалансованого харчування [10].

Після чого автоматично передається керування наступному блоку дій – блоку розрахунку дієти 4, який включає: процедуру розв'язання складеної математичної задачі із використанням алгоритмів кластеризації критеріального простору на множини сильно зв'язаних та суперечливих критеріїв, схеми послідовного аналізу, відсіву та конструювання нових варіантів критеріїв [11]; поля видачі результатів, які містять меню дієти, його хімічний склад та характеристику.

Потім керування способом автоматизованого складання дієт «Dietolog» знову переходить до лікаря у блоці корекції даних лікарем 5, який включає такі дії: перевірку та аналіз отриманих результатів попереднього блоку 4. Якщо лікаря не задовольняє видана пристроєм дієта, то проводиться її корекція лікарем або її перерахунок з використанням уточнення вхідних даних блоку 2. В іншому випадку проводиться перехід до наступного блоку виводу результатів 6. Системи підтримки прийняття рішень «Dietolog» та «Dietolog+» містять форму виводу результатів, де виводиться прізвище, ім'я, по батькові, рік народження пацієнта, його діагноз, меню дієти, її хімічний склад та передбачена можливість збереження в окремий файл операційної системи Word отриманих результатів роботи даної системи.

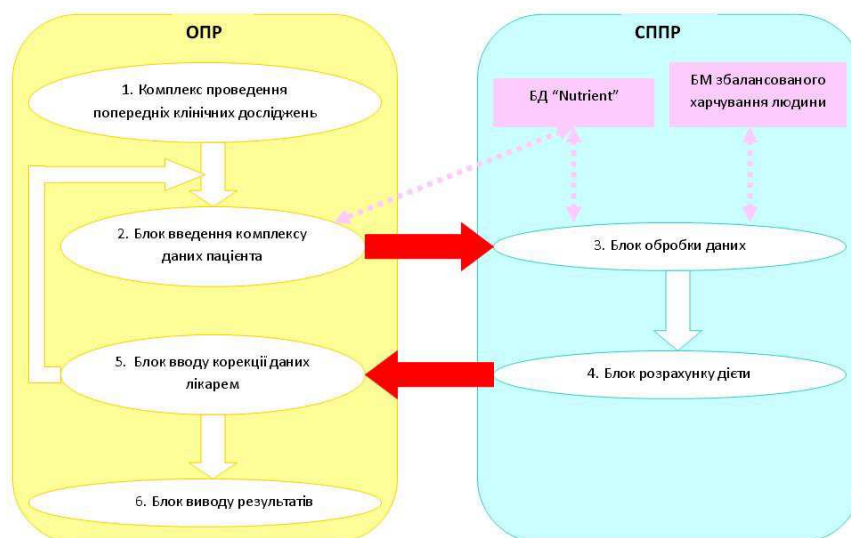


Рисунок – Узагальнена схема взаємодії типу «людина-машина» лікаря-дієтолога та СППР «Dietolog» та «Dietolog+»

## Висновки

Використання описаних систем на практиці дало змогу виключити технічні труднощі розрахунку складових дієт з потрібним вмістом в ній жирів, білків, вуглеводів, калорій, основних нутрієнтів деяких задач дієтотерапії та збалансованого харчування і призвело до зменшення часу призначення лікарем лікувальної дієти.

Техніко-економічна доцільність використання СППР для автоматизованого складання дієт зумовлена спрощенням розрахунку індивідуального меню дієти для конкретного пацієнта. Дієта при цьому є економічно обґрунтованою і передбачає можливість вибору її складових. Крім того, індивідуалізація дієти підвищує її профілактичну та лікувальну ефективність, що приводить, зокрема, до

зменшення днів перебування пацієнта в лікарні та швидшої його реабілітації.

Використання ж зручного та «доступного» людино-машинного інтерфейсу не потребує додаткової підготовки лікаря-дієтолога для роботи з даними СППР.

Описані загальні принципи роботи систем автоматизованого складання дієт «Dietolog» та «Dietolog+» дають можливість у подальшому розробляти схожі СППР для задоволення виникаючих потреб в задачах дієтотерапії та збалансованого харчування.

Таким чином, синергування в СППР підходів, характерних для прийняття рішень, отримання та представлення даних, побудови людино-машинних діалогових систем, приводить до якісно нового засобу при прийнятті рішень.

## Список літератури

1. Коваленко І. І. Некоторые принципы построения системы поддержки принятия решений в проектах реконструкции муниципальных систем водоснабжения / И. И. Коваленко, В. К. Кошкин // *Управление развитием складных систем.* – 2014. – Вып. 19. – С. 39-43.
2. Ларичев, О. И. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития / О. И. Ларичев, А. Б. Петровский // *Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика.* – Т.21. М.: ВИНТИ, 1987, –С. 131-164.
3. Миллер, Г. Магическое число семь плюс или минус два. О некоторых пределах нашей способности перерабатывать информацию / Г. Миллер // *Инженерная психология.* – М.: Прогресс, 1964. – С. 192-225.
4. Ginzberg, M. J. *Decision Support System.* Ginzberg / M. J. Ginzberg, W. Reitman, E. A. Stohr – Amsterdam: North-Holland Publ. Co., 1982. – 174 p.
5. Little, D. C. *Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus* / John D. C. Little // *Management Sciences.* – 1970. – Vol. 16, No. 8 – Pp. 466–485.
6. Ginzberg, M.I. *Decision Support Systems: Issues and Perspectives* / M.I. Ginzberg, E.A. Stohr // *Processes and Tools for Decision Support.* – 1983. – Pp. 9-31.
7. Гігієна харчування з основами нутриціології: Підручник у 2 кн. – Кн. 1 / Т.І. Аністратенко, Т.М. Білко, О.В. Благодарова та ін.; За ред. проф. В.І. Ципріяна. – К.: Медицина, 2007.–528 с.
8. А61К8/19, А61К8/30, МПК (2006.01). Патент на корисну модель 64777 Україна. Спосіб автоматизованого складання дієтичного харчування «Дієтолог» [Текст] / Маляр М. М., Кондрук Н. Е., Горленко О. М., Томей А.І. – № u201100007; Заявл. від 04.01.2011; Опубл. 25.11.2011, Бюл.№ 22.
9. Sprague, R. H. *Building Effective Decision Support Systems.* / R. H. Sprague, E. D. Carlson. – Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1982– 255 p.
10. Кондрук, Н. Е. Застосування багатокритеріальних моделей для задач збалансованого харчування / Н. Е. Кондрук, М. М. Маляр // *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: технічні науки.* 2010. – №1. – Вып. 1– С. 3-7.
11. Кондрук, Н. Э. Некоторые применения кластеризации критериального пространства для задач выбора / Кондрук Н. Э., Маляр Н. Н. // *Компьютерная математика.* – 2009. – № 2.– С. 142-149.

Стаття надійшла до редколегії 01.06.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Ф.Е. Гече, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», Ужгород.

### Кондрук Наталя Емериховна

Кандидат технічних наук, доцент кафедри кибернетики і прикладної математики, ORCID: 0000-0002-9277-5131  
Государственное высшее учреждение «Ужгородский национальный университет», Ужгород

### СИСТЕМИ ПІДДЕРЖКИ ПРИНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО СОСТАВЛЕННЯ ДІЄТ

**Анотація.** В наше время все больше внимания уделяется созданию систем поддержки принятия решений (СППР) в различных областях человеческой деятельности, которые объединяют возможности современных технических средств и знаний, и умений лица, принимающего решение (ЛПР), при принятии решений. В частности,

целесообразно создание систем автоматизированного составления индивидуализированных диет для врача-диетолога. Рассмотрены особенности концептуальной модели СППР для автоматизированного составления диет на примерах систем «Dietolog» и «Dietolog+». Описаны их практические возможности и организация диалога «ЛПП-СППР». Построена обобщенная схема взаимодействия типа «человек-машина» врача-диетолога и СППР, которая используется в системах «Dietolog» и «Dietolog+». Использование описанных систем на практике позволило исключить технические трудности расчета составляющих индивидуализированных диет для некоторых классов задач диетотерапии и сбалансированного питания.

**Ключевые слова:** системы поддержки принятия решений; автоматизированное составление диет

**Kondruk Nataliya**

PhD, Docent of Cybernetics and Applied Mathematics Department, ORCID: 0000-0002-9277-5131  
Uzhhorod National University, Uzhhorod

### DECISION SUPPORT SYSTEMS FOR AUTOMATED DIET

**Abstract.** Nowadays, more and more attention is paid to the creation of decision support systems (DSS) in various fields of human activity, which combine the power of modern hardware and the knowledge and skills of the decision maker (DMP) in decision-making. In particular, the urgent task of dietetics and hygiene is a compilation of individualized diets for patients with the recommended daily doses of protein, fat, carbohydrates, main nutrients, depending on gender, age, body weight, and a choice of a set of possible products. This in turn leads to information overload dieticians. To solve these problems created by computer-aided drafting individualized diets «Dietolog» and «Dietolog+». The paper describes the features of the conceptual model of the DSS. Describe their feasibility and dialogue "DMP-DSS." A generalized scheme of interaction of the "man-machine" dietician and DSS, which is used in «Dietolog» and «Dietolog+». Using the systems described in practice possible to eliminate the technical difficulties of calculating the components of individualized diets for some classes of problems of dietetics and balanced diet. Using the same convenient and affordable "man-machine interface does not require any additional training dieticians when working with the DSS.

**Keywords:** decision support system; automated diet

### References

1. Kovalenko, I. (2014). Some principles of decision support systems in the projects of reconstruction of municipal water systems / I. Kovalenko, V.K. Koshkin // *Management of Development of Complex Systems*. Kyiv, Ukraine: 19, 39-43.
2. Larichev, O. (1987). Decision Support Systems. Current state and prospects of their development / O. Larichev, A. Petrovskij // *Results of science and technology*, 21, 131-164.
3. Miller, G. (1964). Magic number seven plus or minus two. Some limits of our ability to process information. *Engineering Psychology*. Moscow, Russia: 192-225.
4. Ginzberg, M. J., Reitman, W., Stohr, E. A. (1982) *Decision Support System*. Amsterdam: North-Holland Publ., 174.
5. Little, D. C. (1970). Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus. *Management Sciences*: 16, 8, 466 – 485.
6. Ginzberg, M.I. (1983). *Decision Support Systems: Issues and Perspectives* / M.I. Ginzberg, E.A. Stohr // *Processes and Tools for Decision Support*: 9-31.
7. Anistratenko, T.I. & Bilko, T.N. & Blahodarova, A.V. (2007). *Food hygiene basics of nutritiology*. Kyiv, Ukraine: *Medicine*, 528.
8. Malyar, N.N. (2011). The patent for utility model 64 777 Ukraine. Automated method dietary "Nutritionist". // N.N. Malyar, N.E. Kondruk, A.M. Gorlenko, A.I. Tomej. *Byul. Ukrpatent*, Kyiv, Ukraine: 22, 2011.
9. Sprague, R. H. & Carlson, E. D. (1982). *Building Effective Decision Support Systems*. Prentice-Hall: 255.
10. Kondruk, N.E. (2010). Applying models to multi task a balanced diet. *Bulletin Cherkasy State Technological University*. Kyiv, Ukraine: 1, 1, 3-7.
11. Kondruk, N. E. (2009). Some applications of clustering criterion space to problems of selection. *Computer mathematics*. Kyiv, Ukraine: 2, 142-149.

### Посилання на публікацію

APA Kondruk, N.E. (2015). *Decision Support Systems for automated diets*. *Management of Development of Complex Systems*, 23 (1), 110 – 114.

ГОСТ Кондрук, Н. Е. Системи підтримки прийняття рішень для автоматизованого складання дієт [Текст] / Н.Е. Кондрук // *Управління розвитком складних систем*. – 2015. - № 23 (1). – С. 110 – 114.