

# Загальні питання

УДК 355.511.34:519.852

DOI: 10.30748/soivt.2019.58.18

С.В. Гадецька<sup>1</sup>, В.Ю. Дубницький<sup>2</sup>, Ю.І. Кушнерук<sup>3</sup>, Л.Д. Філатова<sup>2</sup>, І.А. Черепньов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

<sup>2</sup> Харківський навчально-науковий інститут Державного вищого навчального закладу “Університет банківської справи”, Харків

<sup>3</sup> Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

<sup>4</sup> Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка, Харків

## БАТОКРИТЕРІАЛЬНА (ВЕКТОРНА) ОПТИМІЗАЦІЯ РАЦІОНУ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ, РОЗТАШОВАНИХ В СТАЦІОНАРНИХ І ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

*Розглянута еволюція раціону військовослужбовців, діючих в стаціонарних та польових умовах, починаючи з античних часів до середини ХХ століття. Сформульовано задачу про формування оптимального раціону військовослужбовців, розташованих в стаціонарних і польових умовах. Для однокритеріальних задач критеріями обрано максимум калорійності та мінімум вартості раціону. Розв'язання задач виконано методами лінійного програмування. Для багатокритеріальної (векторної) оптимізації запропоновано використовувати згортку критеріїв: максимум калорійності та мінімум вартості раціону, яка реалізує рівномірне (чебишевське) наближення розв'язку задачі до оптимального. Виходячи з того, що основна задача роботи – розробка методичного підходу до розв'язання багатокритеріальної задачі дієти, перелік продуктів, їх калорійність, кількість в них поживних речовин, а саме білків, жирів, вуглеводів, вітамінів А, В1, С, вартість продуктів, які ввійшли до складу раціону, взято з історичних джерел. Показано, що раціон, який був визначений після майже п'ятдесятирічного практичного досвіду та багаторічних наукових досліджень, майже співпав з оптимальним, отриманим за результатами розв'язання задачі.*

**Ключові слова:** харчування військовослужбовців, оптимальний раціон, лінійне програмування, задача про дієту, багатокритеріальна (векторна) оптимізація, згортка критеріїв.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Як відомо, постійні армії з'явилися практично одночасно з формуванням перших держав. Вони були і залишились їх неодмінним атрибутом. У роботі [1] відзначено, що з точки зору фахівців із історії стародавнього світу для перетворення спільноти людей в державу потрібне було дотримання певних умов, а саме: населення не менше 5000 чоловік, наявність писемності, апарату чиновників, а також розподіл мешканців, у тому числі військових.

Існують різні думки про те, коли виникли перші професійні армії і розпочалися війни у сучасному сенсі цього слова. За однією з версій, яку викладено в роботі [2], це сталося не менше чим 4000 років до н.е. в Стародавньому Шумері. Саме відтоді і до теперішнього часу практично усі країни мають збройні сили (за виключенням Панамі, Гренади, Андорри і деяких інших), а правителі і полководці в тому або іншому ступені керуються словами римсь-

кого військового історика і теоретика Публія Флавія Вегетія Рената (кін. IV — нач. V ст. н.е.): “хто хоче миру, нехай готується до війни; хто хоче перемоги, нехай старанно навчає воїнів; хто бажає отримати сприятливий результат, нехай веде війну, спираючись на мистецтво і знання, а не на випадок. Ніхто не наважується викликати і ображати того, про кого він знає, що у битві він виявиться сильніший його” [3]. Досвід війн минулого та збройних конфліктів сучасності, як це зазначено в роботі [4], “беззаперечно доводять важливу роль матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) військ (сил), яку воно відіграє в досягненні перемоги над противником”. Далеким не останнім місцем у переліку складових частин МТЗ займає продовольче забезпечення, так як своєчасне і збалансоване харчування військовослужбовців дає можливість підтримувати необхідний рівень боєздатності військ, відповідну соціально-психологічну атмосферу в частинах та підрозділах, знижує ризик виникнення хвороб та прискорення одужання травмованих або поранених [5].

Значення своєчасного та якісного провіантського постачання військ є в крилатих виразах, авторами яких були правителі, полководці та теоретики військової справи різних епох. Той же Публій Флавій Вегетій Ренат во вже цитованій роботі [3] зазначив: “Частіше військо губить недолік продовольства, ніж битва: голод страшніший за меч. Якщо недолік відчувається в чому-небудь іншому, то його можна на місці поповнити і поправити, але у разі скрутного становища з продовольством і фуражем немає інших ліків від цього лиха, як тільки заздалегідь зроблена їх заготівля. У всякому поході краща твоя зброя – щоб у тебе було вдосталь їжі, а вороги страждали від голоду. Отже, ще до початку війни необхідно всебічно розглянути, скільки треба запасити і які будуть витрати, щоб потім своєчасно завезти фураж, зерно і інші види продовольства, які зазвичай поставляються з провінцій; потім слід їх скласти у зручних для доставки і укріплених місцях, зібравши усього цього більше, ніж вимагається за розрахунками”.

Більш як через тисячу років, у XVIII столітті король Пруссії Фрідріх Великий (1712–1786), який увійшов в історію як талановитий полководець і геніальний адміністратор, вимовив такі слова [6]: “Фундамент армії складає її харчування. Багнетами можна вигравати битви, але результат війни вирішує господарство”.

Справедливість цього вислову він відчув на власному печальному досвіді під час Війни за Баварську спадщину (1778–1779). Ця війна отримала назву Картопляної війни, тому що найжорстокіші сутички між пруськими та австрійськими вояками відбувалися на картопляних ланах за можливість добути собі хоч будь яку їжу.

Під час Вітчизняної війни 1812 р. переможець Наполеона I – генерал-фельдмаршал і світліший князь Російської Імперії М.І. Кутузов (1745–1813) висловився наступним чином [7]: “Не можу без найбільшої скорботи пояснити, що повільна доставка до армії продовольства в змозі зупинити рух армії і припинити досконале переслідування ворога, який біжить”.

В роботі [8] зазначено, що нестача або низька якість провіанту упродовж тисячоліть призводила до хвороб і смертей серед солдатів і, як наслідок цього, зростанню небойових втрат, але навпаки, своєчасне, калорійне, збагачене природними вітамінами і антиоксидантами харчування надало можливість зберегти життя воїнів.

Цілком заслужено найкращими воїнами античності вважають легіонерів Древнього Риму, особливо в період його розквіту. У роботі [8] наведено дані про запас їжі, яку переносив на собі легіонер, та про продукти, які входили до складу так званої похідної юшки. Її використовували в римській армії на

марші і під час несення служби на сторожовому посту. До складу компонентів юшки входили перець, часник, пшениця, шпик і яловичина. Вона не лише ефективно відновлювала енерговитрати воїна, але і враховуючи бактерицидні властивості часнику, сприяла зміцненню його імунітету. Якщо ж обставини або недбайливість інтендантів не дозволяли забезпечити збалансоване харчування, то дуже часто виникали негативні наслідки. У роботі [9] цитується розповідь Аппіана (95 – після 170 н.е.) про невдалу кампанію Луція Лукулла (118 – 56 до н.е.) в Центральній Іспанії взимку 151–150 років до н.е.: “Вони страждали від незвичайної місцевої їжі: у них не було вина, солі, оцту, рослинної олії; харчуючись пшеницею і ячменем, великою кількістю м'яса оленів і зайців, виготовленим без солі, вони страждали розладом шлунку, і багато хто з них від цього помирав”. Коли підрозділи Римської армії знаходилися в місці постійної дислокації на зимових квартирах, то до звичайного похідного раціону додавали зелень, овочі, сир, м'ясо різних сортів, оливкову олію та вино. Більшість необхідних продуктів поставляли місцеві громади в якості державних податків, а частину заготовляли в ході полювання і рибальства [9]. У роботі [10] наведена рецептура фруктово-винного напою, який по сучасній термінології можна віднести до функціонального коктейлю з підвищеною енергетикою: “0,5 літра сухого білого вина, бажаного грецького, з присмаком смоли, змішати у великому посуді з 0,5 літрами меду; нагрівати до кипіння, розмішуючи та знімаючи піну. Потім додати 30 г чорного перцю, грубого помелу, 10 лаврових листів, 10 г шафрану і 5 вимочених заздалегідь в у вині фініків без кісточок. Поваривши цю суміш декілька хвилин, зняти з вогню. Долити ще 1,5 л того ж вина”. При формуванні харчового раціону легіонерів враховували рекомендації військових лікарів, які в Древньому Римі належали, згідно з роботою [11], до почесного стану римських вершників. Розрізняли лікарів когорт і легіонів, гарнізонних і флотських лікарів, а також лікарів та середній і обслуговуючий персонал лікувальних установ, так званих валетудинарієв, які були розраховані на 200 місць і були невід'ємною частиною постійних і польових військових таборів. Імена деяких з військових медиків Риму відомі, і серед них – один із засновників фармакогнозії і ботаніки Діоскорид Педаній (близько 40 р. н. е. – близько 90 р. н. е.). Супроводжуючи римську армію, він, окрім медичної практики, створив каталог лікарських рослин, який фармацевти використовують і сьогоднішнього дня. За даними роботи [12], Педаній довів можливість застосування часнику для лікування і профілактики широкого спектру хвороб, а також всіляко заохочував його застосування в харчовому раціоні римських легіонерів.

Закінчуючи короткий опис продовольчого забезпечення армії Древнього Риму, необхідно додати наступне [6]:

– армія Древнього Риму мала ретельно розроблену і ефективно функціонуючу систему тилового (у тому числі, продовольчого) забезпечення;

– існувало декілька категорій харчового раціону легіонерів: похідний і для місця постійної дислокації. Вибір продуктів був обґрунтований з точки зору військової медицини;

– римські солдати, завдяки своїй силі, могли носити на собі запас їжі на два тижні. Вони самотійно готували страву з ячменю і пшениці (рис. 1) без участі допоміжних служб і самі собі доставляли їжу, подібну до тієї, яку вони вживали в мирний час;

– менший, ніж в арміях інших держав (особливо Персії і інших східних деспотій), обоз робив армію мобільнішою, але одночасно значною мірою підвищував залежність від ресурсів територій, на яких велися бойові дії. У разі відсутності гарантованого контролю над завойованою територією і розтягнутості комунікацій ця система знижує свою ефективність, що в майбутньому особливо яскраво показала сумна доля Великої Армії Наполеона I Бонапарта (1769–1821), лівова частка втрат солдатів якої належала до категорії небойових, викликаних передусім хворобами, нестачею продовольства і його низькою якістю. Приладдя римських легіонерів для приготування похідної їжі, згідно з роботою [9], показано на рис. 1.



Рис. 1. Приладдя для приготування похідної їжі: грати для вогнища, бронзовий горщик для приготування юшки, бронзова патера, фляжка для води або вина

Сам Наполеон Бонапарт, за виразом академіка Є.В. Тарле (1874–1955) [13], “хотів вважати себе спадкоємцем Римської імперії, об'єднувачем країн західної цивілізації. Згодом йому вдалося поставити під пряму свою владу або під непряму васальну залежність набагато більший конгломерат земель, чим володів коли-небудь Карл Великий; а перед походом на Росію в 1812 р. колосальна держава Наполеона, якщо не рахувати північноафриканських і малоазійських володінь Риму, але якщо говорити

лише про Європу, була розмірами більше Римської імперії, незрівнянно багатіше і більше населеною”.

З першого ж дня вступу на військову службу Наполеон ретельно вивчав праці Плутарха, Платона, Цицерона, Корнелія Непота, Тита Ливія, Тацита та інших істориків стародавнього світу, описи битв і походів минулого. Плануючи військову кампанію, він приділяв серйозну увагу продовольчому забезпеченню військ, а поєднання в його особі правителя і полководця полегшувало вирішення цієї задачі.

В роботі [14] зазначено, що провіантською частиною, по суті, завідував сам Імператор. Генерал-інтендант армії і генеральні провіантські комісари, що знаходилися при корпусах, були тільки виконавцями його наказів, чим дуже спрощувалися зносини їх з Військовим Міністерством. Тому не могло бути зіткнення інтересів влади, і все було лише відображенням його волі. Значну частку продовольства заготовляли за допомогою посиленних контрибуцій. Гарантувалася певна плата за вилучені продукти. Окрім цього, був передбачений пересувний запас продовольства, розрахований на декілька днів. У роботі [14] наводяться наступні дані: необхідно було мати два сухарні вози на батальйон, один на ескадрон, 500 обозних фур, 1500 фурштатських солдатів, 2600 обозних коней на усю армію, у тому числі і під фури для лазарету. Провіант цей дуже оберігали і поновлювали з магазинів, які знаходились в укріплених пунктах операційної лінії, через 25 льє (111 км) відстані один від одного. Таким чином, у разі зосередження армії перед битвою і після неї вона була забезпечена продовольством. Провіантські фури і коні поставляли за контрактом, причому строго було заборонено використовувати їх не за призначенням. До моменту вторгнення на територію Російської Імперії в харчовий раціон (добова видача) солдатів “Великої Армії” входили наступні продукти [15]: 750 г хліба і 550 г галет; 250 г м'яса (свіже або засолене); 60 г крупи або бобів; 250 г вина. Для прискорення процесу варіння їжі в 1811 році в Німеччині для 1-го корпусу маршала Луї Нікола Даву (1770–1823) було виготовлено 60 польових кухонь, показаних на рис. 2 [16].



Рис. 2. Французька похідна кухня зразка 1811 року

Коли армія Наполеона відступала, усі корпусні знаряддя і обози кинули, а польові кухні були кинуті або відбиті козаками отамана Платова ще до пере-

прави французів через річку Березіну. Одна з них сьогодні зберігається в Історичному музеї Вітчизняної війни 1812 року (Москва). Парадоксально, але після закінчення наполеонівських воєн, у Франції забули про польові кухні, їжа готувалася на вогнищах і тільки після 1909 року на підставі технічної документації і зразків переданих російськими військовими, “кухні на колесах” з’явилися в армії Третьої республіки (1870–1940 рр.) [17].

Одним з творців польових кухонь в їх сучасному вигляді був нащадок запорожців, георгіївський кавалер, підполковник, (з 1910 р. полковник) Російській Імператорській Армії Антон Федорович Турчанович (1854–1943). Ця неабияка людина, чие творіння нагодувало сотні тисяч солдатів, померла від голоду у важкому 1943 році, коли його рідне селище було окуповано фашистами [18]. У ряді республік колишнього СРСР встановлені пам’ятники польовій кухні, у тому числі в його рідному місті Брацлаві (рис. 3).



Рис. 3. Пам’ятник військово-польовій кухні і її винахіднику – підполковнику (з 1910 р. – полковнику) Антону Турчановичу

У роботі [15] наводиться рецепт юшки, яку протягом чотирьох годин готували в похідних кухнях для солдатів армії Наполеона І. В ємність засипали м’ясо в співвідношенні з водою 1 до 4. Для густини також додавали різні крупи, а для аромату – приправи і овочі. Згори можна було посипати скибочками хліба.

Окрім свіжих продуктів, французи використовували в обмеженій кількості і харчові консерви, розроблені Ніколя Франсуа Аппером (1749–1841). Запропонований ним в 1804 році спосіб консервації був випробуваний у 1809 році в Товаристві заохочення мистецтв в Парижі, де для дослідження призначили особливу комісію. Проведені досліди довели, що впродовж 8 місяців прекрасно збереглися: м’ясо з підливкою, міцний бульйон, молоко, зелений горошок, боби, вишні, абрикоси. Французький уряд призначив винахідникові 12000 фр. у нагороду з умовою, щоб він детально розробив і надрукував

свій метод. У 1810 р. вийшов твір: “L’art de conserver toutes les substances animales et végétales” (5 видання, Париж, 1834) [19].

Значна ціна, великі часові і трудовитрати, необхідні для виготовлення (за годину один робітник міг виготовити всього 5–6 банок), а також ризик харчового отруєння свинцем, який використали як припій, не дозволили забезпечити консервами усю армію.

На початок Вітчизняної війни 1812 року Російська Армія не мала консервів. Але ще в 1809 році Петро Маркович Полторацький (близько 1775 – після 1851), який був батьком Ганни Керн, що надихнула великого О.С. Пушкіна на безсмертні рядки: “Я помню чудное мгновенье”, запропонував дешевий спосіб отримання сухого м’ясного бульйону на заводах по виробництву сала. Як відмічено в роботі [20], він рекомендував встановлювати додаткові котли для випарювання рідини, що залишається після виварювання сала, яку зазвичай на цих заводах просто виливали. Після випарювання цей “м’ясний варенець” висушували в спеціальних формах та отримували зручний у зберіганні і транспортуванні сухий м’ясний концентрат. Імператор Олександр І обмежився тим, що нагородив його орденом Святої Анни 2-го ступеня, а військовий міністр О.А. Аракчеев і морський – маркіз І.І. де Траверсі, по своїй недалекоглядності, відмовилися замовляти сухий бульйон для потреб армії і флоту. Петро Маркович за власний рахунок виготовив значну кількість сухого бульйону і, з причини відмови столичної військової влади викупити його для потреб армії, перевіз його на зберігання в Москву. Але після здачі міста французам, усі запаси цього харчового концентрату дісталися ворогові і, як казала сама Ганна Керн: “Прийшов Наполеон і з’їв бульйон”. Незалежно від Полторацького, Василь Назарович Каразін (1773–1842), ім’я якого нерозривно пов’язане з Харковом і його університетом, у 1813 році представив записку у військово відомство про згущені продукти для продовольства армії, а саме про м’ясні консерви, сухий бульйон, консерви з овочів, концентрований спирт. За це Каразін отримав подяку від військового міністра [21]. Проте, незважаючи на ретельну підготовку до війни, накопичений і відпрацьований в європейських війнах досвід провіантського постачання “Великої армії” і усі технічні новачі, в період відступу з Росії, як вказано в роботі [22], від голоду, виснаження, холоду і хвороб померло близько 200 000 чоловік (майже 40% від чисельності військ, які увійшли в Російську Імперію). За свідченням сучасників, серед французів були помічені навіть факти людодіства [22].

Більш детально причини такої великої кількості небойових втрат, а також наслідки нестачі та (чи) використання неякісного продовольства викладені у

ряді робіт, наприклад, в роботах [23–25]. В роботі [23] проаналізовано організацію та реалізацію комплексу заходів по військовій гігієні харчування та водозабезпечення військ. Зокрема в цій роботі зазначено, що на самому початку військової кар'єри Наполеон виявився на чолі напівроздязненої армії. Виснажені обличчя говорили про хронічне недоїдання. Приголомшений Наполеон закупив для усієї армії тижневий раціон хліба, м'яса, бренді і 18 тис. пар взуття. З часом імператор став приділяти завданням постачання все менше уваги. Він казав, що ці маловажливі питання повинні цікавити лише чиновників. Але, готуючись до війни з Росією, він знову, не жаліючи грошей, зайнявся проблемами забезпечення армії і створенням шпиталів. Головний хірург одного з полків вюртембергської кавалерії Генріх Ульрих Людвіг фон Роос згадував в роботі [24]: “Все гостріше відчувалася нестача продовольства. Особливо важко доводилося передовим корпусам. Жито, ячмінь, гречку варили, не обмолочуючи. Замість солі в хід йшов порох, замість олії – сальні свічки, що посилювали діарею. В ніч перед Бородіном людям і коням нічого не дали, не було сніданку і в ранок битви. Увечері після бою суп приготували тільки для поранених. І нарешті, підвести підсумок можна цитатою з роботи [25]: “Найважливішою причиною була недисциплінованість військ, посилена голодом, що став результатом розвалу системи постачання; це призводило до того, що солдати залишали загопи у пошуках їжі і погано використовували ті запаси, які вони знаходили. Це руйнувало будь-яку взаємодію з селянами, чиї запаси мали бути реквізовані. Коли Наполеон почав згубний відступ, система постачання вкінці розвалилася. Два згадані чинники узяти своє. Ця недисциплінованість розрослася буйним цвітом, і корпуси слабкіше дисциплінованих солдатів швидко розклалися в орди тих, що відстали, які роїлися навколо небагатьох підрозділів, що ще зберегли свою дисципліну і організацію. Лиха, що обрушилися на цих людей із-за їх недисциплінованості, досягли найвищої міри трагедії, коли вони дісталися до Березіни. Божевільна орда, що думає тільки про своє виживання, штовхалася і пхала, борючись за те, щоб прожити ще одну хвилину, а потім впасти у відчай і упокорювання з власною смертю”.

Дуже значними були небойові втрати (99000 чоловік), викликані у тому числі хворобами, нестачею продовольства і не завжди його належною якістю у військах, що осаджували Севастополь за 22 місяці Кримської війни 1853–1856 років. Незважаючи на всілякі технічні новинки, такі як мобільна пекарня, що займала практично увесь корабель, мала обслуговуючий персонал, який налічував усього 7 чоловік і була здатною забезпечити добову потребу усієї союзної армії, солдати помирили від

голоду, інфекційних і шлунково-кишкових захворювань і цинги [26].

Незважаючи на розвиток військової медицини і гігієни, навіть в XXI столітті небойові втрати військовослужбовців, викликані недостатньо якісним і повноцінним харчуванням, і, як наслідок, хворобами органів травлення, залишаються дуже значними, у тому числі і в мирний час. У роботі [27] приведені дані про те, що: “Хвороби органів травлення в мирний період займають третє місце в структурі захворюваності військовослужбовців, друге – в структурі показників шпиталізації і причин звільнення в запас”. Починаючи з XIX століття спостерігається інтенсифікація роботи фахівців у сфері військової гігієни, у тому числі, і гігієни харчування. У 1813 р. в Росії видається “Кишенькова книга з військової гігієни, або зауваження про збереження здоров'я російських солдатів”, титульний лист якої наведено на рис. 4. Її автором був доктор медицини і хірург Медико-хірургічної академії І. Енегольм (1764–1838).

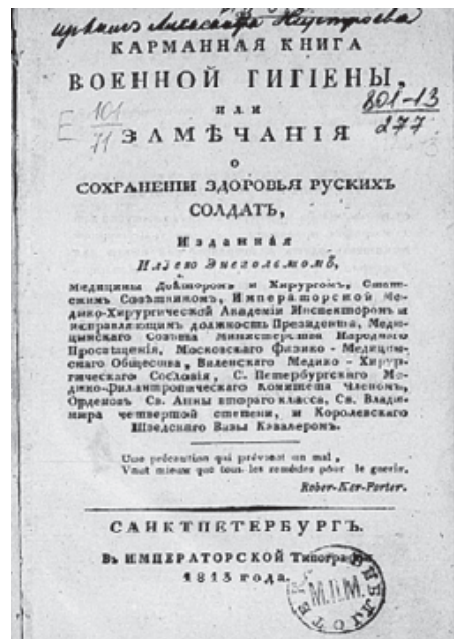


Рис. 4. Титульний аркуш “Кишенькової книги з військової гігієни, або зауваження про збереження здоров'я російських солдатів”

В цій книзі надані детальні вказівки про збереження здоров'я солдатів в мирний і військовий час, у тому числі і раціональні заходи профілактики цинги. Якщо узяти літературу з аналогічних питань, що вийшла в другій половині XIX століття та на початку XX століття, то їх зміст відрізняється від праці І. Енегольма новими даними, науковою конкретикою і опрацюванням формування харчування військ в мирний і військовий час. Вводиться поняття калорійності продуктів харчування, аналізується співвідношення білків, жирів і вуглеводів. Авторами

даної роботи на підставі джерел [28–30] складено узагальнену табл. 1, в якій проведено порівняння основних показників харчових раціонів ряду армій

Європи на момент кінця XIX століття. Показники харчових раціонів ряду армій Європи на момент кінця XIX століття наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Показники харчових раціонів ряду армій Європи на момент кінця XIX століття

Найменування армії		Зміст білків, г			Вміст жирів, г			Зміст вуглеводів, г	Загальна калорійність харчового раціону, кал.
		Тваринні	Рослинні	Всього	Тваринні	Рослинні	Всього		
Англійська		51	69	120	30	10	40	484	2860,04
Французька		36	85	121	20	15	35	470	2760,7
Австрійська		35	95	130	30	14	44	535	3148,7
Прусска	Мала порція	21	76	97	12	17	29	455	2542,6
	Велика порція	36	85	121	20	20	40	500	2930,2
Російська	Середня, для усього року	15	120	135	17,5	32,5	50	724	4000,4
	Середня, для 196 скоромних днів	25	113	138	32,5	22,5	55	710	4002,1
	Середня, для 169 пісних днів	4	128	132	0,6	44,0	44,6	741	4007,28

Як видно з табл. 1, кількість пісних і скоромних днів в харчовому раціоні Російської Армії майже рівна, що відповідає уявленням про здорове харчування, прийнятим у наш час. На прикінці XIX століття вийшли класичні монографічні праці по гігієні професора Ф.П. Доброславина: “Гігієна – курс суспільної охорони здоров’я” (1882) і двотомник “Курс військової гігієни” (I т. – 1885, II т. – 1887). Їх зміст відноситься до наукової і освітньої сфер лікарів і громадськості. Доброславин приділяв велику увагу різноманітності їжі, надаючи важливе значення науковому обґрунтуванню норм і характеру харчування людини, вивченню поживної цінності харчових продуктів і їх засвоюваності, висував ідею про створення в Росії Академії харчування. За його ініціативою при кафедрі гігієни Імператорської медико-хірургічної академії була організована лабораторія, яка стала базою для виконання експериментальних досліджень. Згодом ця лабораторія була реорганізована в міську лабораторію по гігієні харчування. Російсько-японська війна виявила ряд недоліків в тиловому забезпеченні і у тому числі – в постачанні армії і флоту високоякісними продуктами і формуванні харчових раціонів. Була створена спеціальна комісія під головуванням академіка О.Я. Данилевського (1852–1939) для розробки харчових раціонів. У комісію входили Г.В. Хлопін (1863–1929) та С.В. Шидловський (1846–1912). Доречно відмітити, що син Г.В. Хлопіна – В.Г. Хлопін (1890–1950) –

радіохімік, один із засновників Радієвого інституту, що нині носить його ім'я. Але харчові раціони, розроблені вказаною вище комісією, були прийняті лише в період Першої Світової війни. Генерал О.Ф. Редигер (1853–1920), військовий міністр Імператорської Росії з 1905 по 1909 роки – в своїх мемуарах [31] про роботу цієї комісії написав наступне: “Після поліпшення у кінці 1906 року побуту нижніх чинів, причому їм було дано чайне постачання, додано чверть фунта м'яса в день і збільшені гроші на приварок. Нижні чини мають бути ситі, і я можу вважати, що зробив усе потрібне для хорошого харчування півтора мільйона людей. При одній зі своїх доповідей, під час випадково виниклої розмови про продовольство нижніх чинів, Данилевський мене зовсім розчарував в цьому відношенні; він мені вказав, що поживних речовин тепер дається досить, але вони даються солдатіві в погано засвоюваному виді, тому харчування все ще є незадовільним: їжа одноманітна і м'ясо завжди відпускається вареним, а у такому вигляді воно найважче перетравлюється. Тому для раціонального харчування необхідно ввести більшу різноманітність в харчовий режим солдатів, давати їм м'ясо переважно в смаженому вигляді, а головне – якнайчастіше замінювати м'ясо іншими, еквівалентними продуктами: рибою, шматком сиру і таке інше, частину ж чорного хліба необхідно замінювати білим, легкотравним”. У 1904 р. Головним військово-медичним управлінням з дозволу військово-

вого міністра було випущено “Настанову про охорону здоров'я військ діючої армії”. Наукові основи лікувального харчування було закладено в другій половині XIX ст., коли детально почали вивчати проблеми фізіології і хімії харчування, білкового балансу, фізіологічних норм поживних речовин і значення мінеральних речовин в харчуванні. Питання харчування особливо детально розроблялися В.В. Пашутіним, Б.І. Словцовим, О.Я. Данілевським та іншими. Серйозним іспитом для цих розробок стала Перша Світова війна. Робота [32] присвячена важкій, але дуже потрібній роботі сестер милосердя в період Першої Світової війни, у великий перелік обов'язків яких входив контроль і формування лікувального раціону для поранених воїнів. Кожному хворому був потрібний особливий підхід, тому по рекомендаціях лікаря розроблялося окреме меню на кожен день. Палатні сестри передавали вимоги на порції завідуючої кухнею, яка, у свою чергу, розраховувала необхідну кількість продуктів для приготування їжі хворим, після чого особисто приймала їх за розрахунками від завідувача господарством. Вона також була присутньою при огляді припасів лікарем і виконувала його вказівки. Сестра перевіряла якість і кількість використовуваних продуктів.

У госпіталях Російської Імператорської Армії, як правило, годували добре. У роботі [33] наведено приклад харчового раціону: “Їжа роздається хворим високої доброякісності. Звичайна порція складалася із смачного борщу з м'ясом, а на друге хворим роздали оселедця з вареною картоплею. На вечерю видається м'ясне блюдо, причому на кожного хворого доводиться не менше 12 золотників (приблизно 50 гр) м'яса.

В період існування СРСР проводилися серйозні науково-дослідні роботи у сфері гігієни і фізіології харчування. У 1920 році був організований Науково-дослідний інститут фізіології харчування, керівником якого був один з основоположників науки про харчування професор М.М. Шатерников (1870–1939), а через 10 років – Державний науково-дослідний інститут харчування Наркомздора РСФСР, який займався питаннями у тому числі і військового харчування. 28 листопада 1935 р. наказом Наркома харчової промисловості Ленінградський інститут харчової промисловості був перейменований у Всесоюзний науково-дослідний вітамінний інститут, який потім очолив професор О.О. Шмідт (1892–1978).

Впродовж декількох сторіч, включаючи початок XX століття [48] в більшості армій миру частина харчового раціону військовослужбовців формувалася за рахунок продуктів, що купуються самими військами на суми, що спеціально виділяються, так звані приварочні гроші. *(Бібліографічний опис роботи [48] виконано із збереженням орфографії*

*оригіналу – прим.авторів).* Така практика існувала аж до кінця Першої Світової війни, що створювало передумови для зловживань і розкрадань з боку відповідальних за закупівлю, подібно до того, як це описано в повісті О.І. Купріна “Поєдинок” [49]. Перехід на одноманітний харчовий раціон відбувся в міжвоєнний період і до початку Другої Світової війни в арміях розвинених держав існувало централізоване продовольче забезпечення і встало завдання оптимізації харчових раціонів.

У СРСР в 1935 році вийшла наукова праця “Керівництво по харчуванню Червоної армії” [34] під редакцією професора Б.І. Збарського (1885–1954). На базі результатів науково-дослідних робіт у травні 1941 року були затверджені норми продовольчого постачання, які застосовувалися у РСЧА СРСР у мирний час [50].

**Аналіз літератури.** Так співпало, що саме в ці передвоєнні роки народжувалась галузь математики, яку потім назвали лінійним програмуванням. Однією з класичних задач лінійного програмування і стала задача складання оптимальної дієти. Дієтою називають спеціально підібраний по кількості, хімічному складу та енергетичній цінності (калорійності) режим харчування. Він повинен задовольнити потреби людини в основних поживних речовинах (жири, білки, вуглеводи), а також в вітамінах та мікроелементах.

Задачу оптимізації дієти можна сформулювати двома способами. Перший варіант: розробити дієту з мінімальною вартістю, яка б при цьому забезпечувала добову потребу людини в поживних речовинах в межах заданої енергетичної цінності. Другий варіант – розробити дієту максимальної енергетичної цінності із заданою калорійністю та в межах її вартості.

У своїй класичній постановці задача виникла під час другої світової війни у США, коли виникла потреба годувати велику кількість солдат у тренувальних центрах. Класична постановка цієї задачі викладена в роботах [35–36]. У сучасній науковій літературі, наприклад в роботі [37], задача про дієту має такий вигляд.

Припустимо, що в наявності є  $m$  продуктів  $p_1, p_2, \dots, p_j, \dots, p_m$ . Щодобове вживання продукту  $p_j$  дорівнює величині  $x_j$ . Щодобовою дієтою будемо називати багатовимірний вектор  $X = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_m)$ . Зрозуміло, що замість доби може бути обраний будь який проміжок часу. Заздалегідь відома кількість поживних речовин, мікроелементів та вітамінів у складі кожного з продуктів. До складу поживних речовин входять білки, жири, вуглеводи. Перелік мікроелементів та вітамінів також заздалегідь відомий, він, як правило, залежить від особливостей службової діяльності військовос-

лужбовців. Припустимо, що величина  $a_{ij}$  визначає вміст  $i$ -ї поживної речовини ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) в одиниці продукту  $p_j$ . Для наочності подамо умови задачі у вигляді табл. 2. В цій таблиці величина  $a_{ij}$  визначає кількість  $i$ -ї поживної речовини у складі  $j$ -го про-

дукту в одиницях виміру, які задовольняють фізичному змісту задачі,  $c_j$  – узагальнена вартість одиниці  $j$ -го продукту в одиницях виміру, які задовольняють фізичному змісту задачі. Наприклад, грошові, енергетичні, або вагові одиниці виміру.

Таблиця 2

Умови задачі про дієту у загальному вигляді

Поживні речовини	Продукти					
	$p_1$	$p_2$	...	$p_j$	...	$p_m$
$A_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1j}$	...	$a_{1m}$
$A_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2j}$	...	$a_{2m}$
...	...	...	...	...	...	...
$A_i$	$a_{i1}$	$a_{i2}$	...	$a_{ij}$	...	$a_{im}$
...	...	...	...	...	...	...
$A_n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$	...	$a_{nj}$	...	$a_{nm}$
Узагальнена вартість	$c_1$	$c_2$	...	$c_j$	...	$c_m$

Тоді загальний вміст  $i$ -ї поживної речовини в дієті дорівнює величині:

$$A_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} x_j, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

Визначимо мінімальну щодобову потребу у вживанні  $i$ -ї поживної речовини як  $b_i$ . Тоді буде мати місце нерівність:

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} x_j \geq b_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

Обмеження на щодобове вживання кожного продукту мають вигляд:

$$0 \leq x_j \leq d_j, \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (3)$$

Вартість усієї щодобової дієти дорівнює величині:

$$L = \sum_{j=1}^m c_j x_j. \quad (4)$$

Оптимальною за критерієм узагальної вартості буде така дієта, яка, в залежності від конкретних вимог замовника результатів відповідних обчислень, мінімізує або максимізує вираз (4) за умов виконання обмежень (1–3). Слід зауважити, що задачу про дієту використовують не тільки для розрахунку дієти в цілому, але також для розрахунку окремих її елементів. Приклади розв'язання таких задач наведено в роботах [38–39]. В роботі [38] математичну модель задачі дієти використано для оптимізації амінокислотного складу продуктів. Цільовою функцією в роботі [39] є максимізація вмісту білка в 100 г сухого концентрату супу, призначеного для харчування військовослужбовців. В роботі [5] запропоновано методику оптимізації раціонів харчування,

призначених для харчування військовослужбовців в особливий період. Також в роботі [5] наведено важливий довідковий матеріал щодо індивідуальних раціонів харчування для військовослужбовців Збройних Сил України та інших військових формувань. В роботах [40–41] детально розглянута задача дієти з урахуванням обмежень більш детальних, ніж обмеження (1–3). Слід зауважити таку важливу відмінність цих робіт від традиційних. Обмеження на змінні в них сформовані відповідно до діючих на момент їх публікації нормативних матеріалів щодо харчування військовослужбовців. Більш детально ці питання розглянуто в роботах [42–43]. Слід зауважити, що на практиці задача дієти у такому вигляді може бути застосована, на наш погляд, тільки в умовах стаціонарного розміщення військ, тому що в цьому випадку задачі логістики можна віднести до другорядних. При польовому розміщенні військ, або їх перебуванні на марші, доцільно розглядати задачу як багатокритеріальну з обмеженням маси раціону військовослужбовця. Основні теоретичні положення векторної оптимізації викладено в роботі [44]. Сучасний стан розв'язання задачі векторної оптимізації розглянуто в роботі [45], чисельні методи її розв'язання розглянуто в роботі [46], їх реалізація детально викладена в роботі [47]. Автори даної роботи вважають за доцільне зауважити, що не вважають себе фахівцями в історичній бібліографії, тому в деяких випадках літературні посилання зроблено з відхиленням від діючих правил. Цитування робіт, виданих до 1918 р., виконано згідно з правилами сучасної орфографії.

**Мета роботи:** розробка методики багатокритеріальної (векторної) оптимізації методами лінійного



програмування. Предмет дослідження: оптимізація раціону військовослужбовців, розташованих в стаціонарних і польових умовах за критеріями максимуму калорійності та мінімуму вартості продуктів у складі раціону. Об'єкт дослідження: раціон військовослужбовців РСЧА станом на 15.05.1941 [50]. Вибір саме цього раціону обумовлено наступними обставинами. Він був одним з найперших науково обґрунтованих раціонів харчування військовослужбовців. Його історична віддаленість дає можливість порівняти, як то кажуть, *sine ira et studio* (без гніву та упередженості), відмінність дієти, розрахованої з використанням сучасних методів оптимізації, від дієти, створеної за результатами багаторічних нау-

кових досліджень та майже двовікового досвіду інтендантської служби.

### Виклад основного матеріалу

Відповідно до табл. 2 в табл. 3 наведено перелік продуктів, які були включені до раціону військовослужбовців згідно з роботою [50], види та кількість поживних речовин, що входять до їх складу, та їх верхні та нижні межі. Одиницею масштабу обрано масу в 100 г., одиницею вартості – одну копійку 1941 року. Слід ще раз підкреслити, що це, на погляд авторів, не впливає на зміст методики розв'язання задачі. Інші позначення наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Перелік продуктів, включених до раціону військовослужбовців \*)

Поживні речовини та їх коди	Продукти та їх коди						
	Хліб жит., обійний $x_1$ , 100 г	Хліб пшен., $x_2$ , 100 г	Мука пшенична 2-го сорту, $x_3$ , 100 г	Крупа різна, $x_4$ , 100 г	Макарони-вермішель, $x_5$ , 100 г	М'ясо, $x_6$ , 100 г	Риба, $x_7$ , 100 г
Білки, $a_{1j}$ , г	4,5	4,8	7	7,5	7,5	15	19
Жири, $a_{2j}$ , г	0,5	0,5	0,8	1,1	0,2	1,7	3
Вуглеводи, $a_{3j}$ , г	37	55	71	69,2	72	0	0
Вітамін А, $a_{4j}$ , г	0	0	0	0	0	0,0007	0
Вітамін В1, $a_{5j}$ , г	0,0002	7E-05	0,0004	0,0003	0	0,0002	0
Вітамін С, $a_{6j}$ , г	0	0	0	0	0	0,0009	0
Калорійність, $a_{7j}$ , ккал	175	250	330	326	330	75	106
Вартість, $C_j$ , коп. /100г	10	17	11	21	32	53	13
Верхня межа, $V_j$ , 100г	8,4	4,2	0,28	1,96	0,42	2,1	1,4
Нижня межа, $A_j$ , 100г	6	3	0,2	1,4	0,3	1,5	1

Продовження таблиці 3

Поживні речовини та їх коди	Продукти та їх коди						
	Сойова дезод. мука, $x_8$ , 100г	Сало, $x_9$ , 100г	Масло росл., $x_{10}$ , 100г	Цукор, $x_{11}$ , 100г	Картопля, $x_{12}$ , 100г	Капуста свіжа або квашена, $x_{13}$ , 100г	Морква, $x_{14}$ , 100г
Білки, $a_{1j}$ , г	43	1,6	0	0	1,1	1,2	0,6
Жири, $a_{2j}$ , г	8	82,1	9,4	0	0,1	0	0,2
Вуглеводи, $a_{3j}$ , г	22	72	0	94	14	4,1	5,7
Вітамін А, $a_{4j}$ , г	0,0003	0	0	0	0	0	0,006
Вітамін В1, $a_{5j}$ , г	0,001	0	0	0	0,0001	0,00005	0,0001
Вітамін С, $a_{6j}$ , г	0	0	0	0	0,01	0,02	0,004
Калорійність, $a_{7j}$ , ккал	330	770	880	400	65	22	27
Вартість, $C_j$ , коп. /100г	66	19	50	38	7	8	8
Верхня межа, $V_j$ , 100г	0,84	0,42	0,28	0,49	7	2,38	0,63
Нижня межа, $A_j$ , 100г	0,6	0,3	0,2	0,35	5	1,7	0,45

Поживні речовини та їх коди	Продукти та їх коди				Мінімальне добове споживання
	Бурак, $x_{15}$ , 100г	Лук ріповий, $x_{16}$ , 100г	Коріння, зелень, огірки, $x_{17}$ , 100г	Томат паста, $x_{18}$ , 100г	
Білки, $a_{1j}$ , г	0,6	0,8	0,8	4	95
Жири, $a_{2j}$ , г	0,1	0	0	0	60
Вуглеводи, $a_{3j}$ , г	6,4	4,3	0,6	9	475
Вітамін А, $a_{4j}$ , г	0,00001	0,00002	0	0,002	0,004
Вітамін В1, $a_{5j}$ , г	0,00002	0,00002	3E-05	0,00007	0,0005
Вітамін С, $a_{6j}$ , г	0,008	0,008	0,005	0,07	0,04
Калорійність, $a_{7j}$ , ккал	29	35	17	98	4200
Вартість, $C_j$ , коп. /100г	6	12	6	35	-
Верхня межа, $V_j$ , 100г	0,56	0,42	0,49	0,084	-
Нижня межа, $A_j$ , 100г	0,4	0,3	0,35	0,06	-

\*) Таблицю складено згідно з роботою [50].

**Постановка задачі.** Припустимо, що маються наступні харчові продукти: хліб житній, обойний; хліб пшеничний; мука пшенична 2-го сорту; крупа різна; макарони – вермішель; м'ясо; риба; соєва мука; сало; масло рослинне; цукор; картопля; капуста свіжа або квашена; морква; бурак; лук; коріння, зелень, огірки; томат, які занумеровані числами 1, 2, ..., 18 відповідно ( $j = \overline{1,18}$ ).

Розглядаються наступні життєво необхідні поживні речовини: білки; жири; вуглеводи, вітамін А; вітамін В1; вітамін С; калорійність, які занумеровані 1, 2, ..., 7 відповідно ( $i = \overline{1,7}$ ). Відомі кількість поживних речовин в 100 г кожного продукту  $a_{ij}$ :  $i = \overline{1,7}$ ,  $j = \overline{1,18}$  та щодобова мінімальна потреба в кожній поживній речовині  $b_i$ :  $i = \overline{1,7}$  (табл. 3). Відома ціна 100 г кожного продукту  $c_j$ :  $j = \overline{1,18}$  (табл. 3).

Нехай також розглядаються нижні  $a_j^H$ ;  $j = \overline{1,18}$  та верхні  $a_j^B$ ;  $j = \overline{1,18}$  границі щодо обмежень маси кожного продукту та обмеження щодо сумарної маси всіх продуктів  $M$  (табл. 3).

Необхідно скласти дієту, тобто визначити кількості кожного продукту  $x_1, x_2, \dots, x_{18}$ , що забезпечувала б не менш мінімальної щодобової потреби в кожній поживній речовині за критеріями мінімуму сумарної вартості та максимуму сумарної калорійності дієти при обмеженнях на маси продуктів.

Математична модель двокритеріальної задачі про дієту має наступний вигляд:

$$C = \sum_{j=1}^{18} c_j x_j \rightarrow \min ; \quad (5)$$

$$Q = \sum_{j=1}^{18} a_{7j} x_j \rightarrow \max ; \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^{18} a_{ij} x_j \geq b_i ; i = \overline{1,7} ; \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{18} x_j \leq M ; \quad (8)$$

$$a_j^H \leq x_j \leq a_j^B ; j = \overline{1,18} . \quad (9)$$

Слід зауважити, що цільова функція (5) та обмеження (7–9) відповідають пошуку складу дієти мінімальної вартості, цільова функція (6) та обмеження (7–9) відповідають пошуку складу дієти максимальної калорійності.

Зведемо задачу (5–9) до задачі однокритеріальної оптимізації, використовуючи згортку цільових функцій (5) та (6):

$$F = \max \left[ \frac{C - C_{\min}}{C_{\min}}, \frac{Q_{\max} - Q}{Q_{\max}} \right]. \quad (10)$$

В умові (10)  $C_{\min}$ ,  $Q_{\max}$  – оптимуми цільових функцій задач лінійного програмування (5; 7–9) та (6; 7–9) відповідно.

Особливість запропонованої згортки (10) в тому, що вона забезпечує зменшення відносних значень відхилень обох цільових функцій від їх оптимумів рівномірно, тобто “підтягує” найгірше з них (з найбільшим значенням) до рівня другої. Тому інколи говорять, що співвідношення (10) здійснює принцип рівномірності. Цей принцип вперше був

застосований П.Л. Чебишевим для наближення функцій поліномами в теорії апроксимації. Більш детально цей метод викладено в роботі [51]. Нова, вже однокритеріальна, задача прийме вид:

$$u = \max \left[ \frac{C - C_{\min}}{C_{\min}}, \frac{Q_{\max} - Q}{Q_{\max}} \right] \rightarrow \min; \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^{18} a_{ij} x_j \geq b_i; \quad i = \overline{1,6}; \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^{18} x_j \leq M; \quad (13)$$

$$a_j^h \leq x_j \leq a_j^e, \quad j = \overline{1,18}. \quad (14)$$

Результати розв'язання однокритеріальних задач за критеріями мінімуму вартості, максимуму калорійності та двохкритеріальної задачі наведено в табл. 4–5.

Таблиця 4

Вміст продуктів відповідно до розв'язання однокритеріальних задач за критеріями мінімуму вартості, максимуму калорійності та двохкритеріальної задачі<sup>\*)</sup>

Продукти	Обмеження		Результати оптимізації		
	Верхня границя	Нижня границя	За критерієм максимуму калорійності, (Q)	За критерієм мінімуму вартості, (C)	За згорткою критеріїв, (Q,C)
$x_1$	8,4	6	6,404	7,87	7,05
$x_2$	4,2	3	4,2	3	3,82
$x_3$	0,28	0,2	0,28	0,28	0,28
$x_4$	1,96	1,4	1,96	1,96	1,96
$x_5$	0,42	0,3	0,42	0,3	0,3
$x_6$	2,1	1,5	2,1	2,03	2,034
$x_7$	1,4	1	1,4	1,4	1,4
$x_8$	0,84	0,6	0,84	0,84	0,84
$x_9$	0,42	0,3	0,42	0,42	0,42
$x_{10}$	0,28	0,2	0,28	0,28	0,28
$x_{11}$	0,49	0,35	0,436	0,35	0,35
$x_{12}$	7	5	5	5	5
$x_{13}$	2,38	1,7	1,7	1,7	1,7
$x_{14}$	0,63	0,45	0,45	0,45	0,45
$x_{15}$	0,56	0,4	0,4	0,4	0,4
$x_{16}$	0,42	0,3	0,3	0,3	0,3
$x_{17}$	0,49	0,35	0,35	0,35	0,35
$x_{18}$	0,084	0,06	0,06	0,06	0,06

<sup>\*)</sup> Код продуктів співпадає з кодом, який наведено табл. 3.

З наведених в табл. 4 даних можна зробити висновки про те, що вміст продуктів в оптимальних дієтах, визначених за різними критеріями, майже співпадає з їх вмістом, визначеним в роботі [50]. В табл. 5 наведено чисельні значення критеріїв, отриманих в процесі розв'язання однокритеріальних та багатокритеріальної задачі.

Таблиця 5

Чисельні значення критеріїв, отриманих в процесі розв'язання однокритеріальних та багатокритеріальної задачі

Чисельні значення критеріїв	Максимум, Q	Мінімум, C	Згортка критеріїв, (Q,C)
Вартість	462,73	-	468,48
Калорійність	-	4776,4	4716,7

Порівняння чисельних значень критеріїв, які наведено в табл. 5, показує високий науковий рівень раціону, складові частини якого наведено в табл. 3.

Слід зауважити, що цей раціон був визначений після майже п'ятдесятирічного практичного досвіду та багаторічних наукових досліджень. Використання сучасних методів оптимізації дало можливість визначити його за значно менший час.

## Висновки

1. Досліджено історію проблеми харчування військовослужбовців починаючи з античних часів до середини ХХ століття.

2. Сформульовано задачу про формування оптимального раціону військовослужбовців, розташованих в стаціонарних і польових умовах.

3. Для однокритеріальних задач критеріями обрано максимум калорійності та мінімум вартості раціону. Розв'язання задач виконано методами лінійного програмування.

4. Для багатокритеріальної (векторної) оптимізації запропоновано використовувати згортку кри-

теріїв максимуму калорійності та мінімуму вартості раціону, яка реалізує рівномірне (чебишевське) наближення розв'язку задачі до оптимального.

5. Виходячи з того, що основна задача роботи – розробка методичного підходу до розв'язання багатокритеріальної задачі дієти, перелік продуктів, їх калорійність, кількість в них поживних речовин, а саме білків, жирів, вуглеводів, вітамінів А, В1, С,

вартість продуктів, які ввійшли до складу раціону взято з історичних джерел.

6. Показано, що раціон, який був визначений після майже п'ятдесятирічного практичного досвіду та багаторічних наукових досліджень, майже співпав з оптимальним, отриманим за результатами розв'язання задачі.

## Список літератури

1. Великие империи. Рефераты подготовлены по материалам журнала “Illustrierte Wissenschaft” // Наука и жизнь. – 1998. – № 5. – С. 86-90.
2. Козленко А. Первобытная война. Междоусобицы и осады [Электронный ресурс] / А. Козленко. – Режим доступа: <https://warspot.ru/5855-pervobytnaya-voyna-mezhdousobitsy-i-osady/> 02.08.2019 р.
3. Флавий Вегеций Ренат. Краткое изложение военного дела; пер. С.П. Кондратьева / Флавий Вегеций Ренат // Вестник древней истории. – 1940. – № 1(10). – С. 231-293.
4. Хазанович О.І. Система матеріально-технічного забезпечення. Ретроспектива розвитку та напрямки удосконалення / О.І. Хазанович // Наука і оборона. – 2007. – № 1. – С. 53-57.
5. Ізюмнікова Т.Г. Гігієнічна оцінка норм харчування військовослужбовців в сучасних умовах / Т.Г. Ізюмнікова, Н.В. Козаченко, О.М. Іванько // Проблеми військової охорони здоров'я. – 2016. – Вип. 45(1). – С. 161-167.
6. Блюх И.С. Будущая война в техническом, экономическом и политическом отношениях. Т. IV. / И.С. Блюх. – Санкт – Петербург: А.О. “Гуттенберг”, 1898. – 521 с.
7. Бескровный Л. Г. Отечественная война 1812 года / Л.Г. Бескровный. – М.: Соцэргиз, 1962. – 115 с.
8. Статистический анализ действия адаптогенов на работоспособность экипажей бронетанковой техники при выполнении боевой задачи / В.В. Барбашин, И.А. Толкунов, В.Ю. Дубницкий, Г.В. Фесенко, И.А. Черепнев // Системы оздоровления і військова техніка. – 2017. – № 3(51). – С. 95-112.
9. Козленко А. Диета легионеров [Электронный ресурс] / А. Козленко. – Режим доступа: <https://warspot.ru/6176-dieta-legionerov>. – 02.08.2019 р. – Загол. з екрану.
10. Колобов А.В. У истоков военной логистики: опыт армии Древнего Рима [Электронный ресурс] / А.В. Колобов. – Режим доступа: <https://kidm-psu08.ucoz.ru/publ/8-1-0-24>. – 02.08.2019 р. – Загол. з екрану.
11. Фролов Н.А. История военной медицины. Возникновение военной медицины и ее развитие в XIV-XVIII вв. Сообщение 1 / Н.А. Фролов // Военная медицина. – 2007. – № 2. – С. 123-126.
12. Дмитриева А. Чеснок. Ваш домашний доктор / А. Дмитриева. – М.: Центрполиграф, 2005. – 112 с.
13. Тарле Е.В. Наполеон / Е.В. Тарле. – Москва: Воениздат, 1939. – 520 с.
14. Орлов Николай Алексеевич. Очерк трехнедельного похода Наполеона против Пруссии в 1806-м году / Соч. флигель-адъютанта гр. Николая Орлова; [От издателя: бар. Модест Корф]. – Санкт-Петербург: тип. Э. Праца, 1856. – VIII, 236 с., 5 л. план.; 23.
15. Питание в Великой армии Наполеона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tyshenka-voiskovoyu-spresrezerv.ru/racion-pitaniya/istoriya/pitanie-v-velikoi-armii-napoleona>. – 02.08.2019 р. – Загол. з екрану.
16. Браевич Игорь. Походная кухня образца 1812 года [Электронный ресурс] / Игорь Браевич. – Режим доступа: <https://www.proza.ru/2013/07/09/772>. – 02.08.2019. – Загол. з екрану.
17. Полевые лагеря и кухни, из истории армейского питания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://harmfulgrumpy.livejournal.com/198669.htm>. – 02.08.2019. – Загол. з екрану.
18. Скрипник В. Памятник полевой кухне открывал внук изобретателя [Электронный ресурс] / В. Скрипник // Голос Украины, 12 мая 2011 г. – Режим доступа: <http://www.golos.com.ua/rus/article/110864/>. – 02.08.2019. – Загол. з екрану.
19. Энциклопедический Словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона (В 86 томах с иллюстрациями и дополнительными материалами) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.vehi.net/brokgauz>. – 02.08.2019. – Загол. з екрану.
20. Сысоев В.И. Анна Керн: жизнь во имя любви / Владимир Сысоев. – М.: Молодая гвардия, 2010. – 285 с.
21. Русский биографический словарь / изд. под наблюдением пред. Имп. Рус. ист. о-ва А.А. Половцова. Типография Главного Управления Уделов Т. 8, 1897. – 757 с.
22. Урланис Б.Ц. История военных потерь: Войны и народонаселение Европы. Людские потери вооруженных сил Европейских стран в войнах XVII–XX вв. (историко-статистическое исследование) / Б.Ц. Урланис. – Санкт Петербург: Полигон, 1999. – 558 с.
23. Пономарева Т.Г. Гигиена в Великой армии Наполеона [Электронный ресурс] / Т.Г. Пономарева. – Режим доступа: <http://shikardos.ru/text/gigiena-v-velikoj-armii-napoleona-eto-delikatna>. – 02.08.2019. – Загол. з екрану.
24. Роос Г.У. С Наполеоном в Россию: Воспоминания врача о походе 1812 г. / Г.У. Роос. – Санкт-Петербург: Литературно-научное книгоиздательство, 1912. – 176 с.
25. Нафзайгер Джордж Ф. Тыл и снабжение в кампании 1812 г.: причина поражения Наполеона / Джордж Ф. Нафзайгер // 185 лет Отечественной войне 1812 года: Сборник статей. – Самара: Издательство Самарского государственного педагогического университета, 1997. – 136 с.
26. Тарасенко-Отрешков Н.И. Посещение в Крыму армий союзников и исчисление потерь в людях и деньгах, понесенных Францией, Англией и Пьемонтом в нынешнюю войну их против России / Н.И. Тарасенко-Отрешков. – Санкт-Петербург: Тип. Н. Греча, 1857. – 94 с.
27. Осёдло Г.В. Стресс-индуцированные заболевания эзофагогастроуденальной зоны: подходы к профилактике и терапии / Г.В. Осёдло // Сучасна гастроентерологія. – 2015. – № 5. – С. 71-75.

28. Эрисман Ф.Ф. Профессиональная гигиена, или Гигиена умственного и физического труда / Ф.Ф. Эрисман. – Санкт-Петербург: тип. М.М. Стасюлевича, 1877. – 406 с.
29. Влияние новейших технических изобретений на тактику войск. Конспект лекций, чит. в Николаев. акад. Ген. Штаба Михневич Н.П. – тип. С.Н. Худекова, 1893. – 2, II, 151 с.
30. Супрунов М.Н. Научные основы питания. Опыт применения их, соглас. с требованиями физиологии и диететики: Обед на три-четыре копейки из одного или двух блюд для приходящих учеников одноклас. и двуклас. ж.-д. уч-щ Санкт-Петербург тип. М-ва пут. сообщ. (т-ва И.Н. Кушнерев и К°), 1909 г. – 96 с.
31. Редигер А.Ф. История моей жизни: воспоминания военного министра: В 2-х т. / А.Ф. Редигер. – М.: Канон-Пресс-Ц, 1999. – Т. 1. – 1999. – 576 с.
32. Срибная А.В. Сестры милосердия в годы Первой мировой войны / А.В. Срибная. – М.: Изд-во ПСТГУ, 2017. – 192 с.
33. Оськин М.В. Питание солдата в окопах Первой мировой войны [Электронный ресурс] / М.В. Оськин. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/pitanie-soldata-v-okopah-pervoy-mirovoy-voyny>. – 02.08.2019. – Загол. з екрану.
34. Руководство по питанию Красной армии [Текст]: [Сборник статей] / Под общ. ред. Б.И. Збарского, В.М. Каганова; В ред. и сост. принимали участие И.Ф. Александров, Н.С. Альтшулер, Е.С. Боголепова [и др.]; Воен.-науч. ком. ЦС Союза Осоавиахима СССР. – М.; Ленинград: Биомедгиз, 1935. – 448 с.
35. Данциг Дж. Линейное программирование и его приложение и обобщение / Дж. Данциг. – М.: ПРОГРЕСС, 1966. – 600 с.
36. Юдин Д.Б. Задачи и методы линейного программирования / Д.Б. Юдин, Е.Г. Гольштейн. – М.: Советское радио, 1961. – 494 с.
37. Економіко-математичне моделювання / За ред. О.Т. Івашука. – Тернопіль: ТНЕУ “Економічна думка”, 2008. – 704 с.
38. Васильев Ф.В. К вопросу оптимизации аминокислотного состава поликомпонентных продуктов с использованием методов вычислительной математики / Ф.В. Васильев, И.А. Глотова, Л.В. Антипова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 2. – С. 58-61.
39. Федорова Д. Мінеральний склад концентратів супів-пюре для військовослужбовців / Д. Федорова, О. Козачишина // Товари і ринки. – 2012. – № 2. – С. 165-172.
40. Лисейчиков Н.И. Оптимизация продовольственных пайков военнослужащих / Н.И. Лисейчиков, Е.Л. Сименков // Наука и военная безопасность. – 2017. – № 3. – С. 33-36.
41. Стародубцев С.О. Математичні моделі оптимізації раціонів харчування військовослужбовців / С.О. Стародубцев, Ю.І. Кушнерук, В.І. Тробюк // Системи озброєння і військова техніка. – 2008. – № 2. – С. 111-114.
42. Сименков Е.Л. Задачи оптимизации продовольственных пайков военнослужащих / Е.Л. Сименков, А.А. Родионов // Современные тенденции развития военного образования: тез. докл. IV Респ. науч.-метод. конф., Минск, 27 апр. 2018 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: А.М. Бахарь (пред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2018. – С. 150-153.
43. Товма Л.Ф. Методика оптимізації раціонів харчування військовослужбовців в особливий період / Л.Ф. Товма, С.О. Каплун, І. В. Касьянов // Честь і закон. – 2018. – № 1. – С. 128-137.
44. Мушик Э. Методы принятия технических решений / Э. Мушик, П. Мюллер. – М.: Мир, 1990. – 208 с.
45. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 256 с.
46. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения / Р. Штойер. – М.: Радио и связь, 1992. – 504 с.
47. Кузьмичов А.И. Оптимізаційні методи і моделі: практикум в EXCEL / А.И. Кузьмичов. – К.: ВПЦ АМУ, 2013. – 438 с.
48. Снабжения: (Организация и тактика их на войне) и военное хозяйство в военное время: Справ. руководство для офицеров-слушателей Николаев. акад. Ген. штаба / Ф.А. Макшеев, засл. орд. проф. Николаев. акад. Ген. штаба. – 2-е изд., заново перераб. – Санкт-Петербург: типо-лит. Бусселя, 1905. – XIV, 327, [3] с.: табл.; 24.
49. Куприн А.И. Поединок / А.И. Куприн. Собрание сочинений в 6 т. Том 3. – Москва: Гослитиздат, 1957. – 588 с.
50. Нормы продовольственного снабжения от 15.05.1941 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rkka.ru/handbook/tyl/150541/1.htm>. – 02.08.2019 р. – Загол. з екрану.
51. Ремез Е.Я. Основы численных методов чебышевского приближения / Е.Я. Ремез. – К.: Наук. думка, 1969. – 623 с.

## References

1. (1998), “Velykye ympery: Referaty podgotovleny po materialam zhurnala “Illustrierte Wissenschaft” [Great empires], *Science and Life*, No. 5, pp. 86-90.
2. Kozlenko, A. (2018), “Pervobytnaya voyna. Mezhdousobitsy i osady” [Primeval war. Feuds and sieges], available at: <https://warspot.ru/5855-pervobytnaya-voyna-mezhdousobitsy-i-osady> (accessed 02 august 2019).
3. Flavij Vegecij Renat (1940), “Kratkoe izlozhenie voennogo dela” [Military Summary], *Bulletin of Ancient History*, No. 1(10), pp. 231-293.
4. Khazanovych, O.I. (2007), “Systema materialno-tekhnichnoho zabezpechennya. Retrospektyva rozvytku ta napryamky udoskonalennya” [The system of material and technical support. Retrospective of development and directions of improvement], *Science and defense*, No. 1, pp. 53-57.
5. Izyumnikova, T.H. (2016), “Hihiiienichna otsinka norm kharchuvannya viyskovosluzhbovtiv v suchasnykh umovakh” [Hygienic assessment of nutrition standards of servicemen in modern conditions], *Military Health Issue*, No. 45(1), pp. 161-167.
6. Blioh, I.S. (1898), “Budushhaja vojna v tehnicheskom, jekonomicheskom i politicheskom otnoshenijah” [Future war in technical, economic and political relations], Guttenberg, St. Petersburg, 521 p.
7. Beskrovnyy, L.G. (1962), “Otechestvennaya vojna 1812 goda” [The Patriotic War of 1812], Sotsekgiz, Moscow, 115 p.

8. Barbashin, V.V., Tolkunov, I.A., Dubnitsky, V.Yu., Fesenko, G.V. and Cherepnev, I.A. (2017), "Statisticheskij analiz dejstvija adaptogenov na rabotosposobnost' jekipazhej bronetankovoj tehniki pri vypolnenii boevoy zadachi" [A statistical analysis of the action of adaptogens on the performance of armored vehicle crews during a combat mission], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 3(51), pp. 95-112.
9. Kozlenko, A. (2019), "Dieta legionerov" [Diet of legionnaires], available at: <https://warspot.ru/6176-dieta-legionerov/> (accessed 02 august 2019).
10. Kolobov, A.V. (2019), "U istokov voyennoy logistiki: opyt armii Drevnego Rima" [At the origins of military logistics: the experience of the army of Ancient Rome], available at: <https://kidm-psu08.ucoz.ru/publ/8-1-0-24> (accessed 02.08.2019).
11. Frolov, N.A. (2007), "Istoriya voyennoy meditsiny. Vozniknoveniye voyennoy meditsiny i yeye razvitiye v XIV-XVIII vv. Soobshcheniye 1" [History of military medicine. The emergence of military medicine and its development in the XIV-XVIII centuries. Communication 1], *Military medicine*, No. 2, pp. 123-126.
12. Dmitriyeva, A. (2005), "Chesnok. Vash domashniy doktor" [Garlic. Your home doctor], Centerpolygraph, Moscow, 112 p.
13. Tarle, Ye.V. (1939), "Napoleon" [Napoleon], Voenizdat, Moscow, 520 p.
14. Orlov, Nikolay Alekseyevich (1856), "Ocherk trekhnedel'nogo pokhoda Napoleona protiv Prussii v 1806-m godu" [Essay on the three-week campaign of Napoleon against Prussia in 1806], tipografiya E. Pratsa, St. Petersburg, 236 p.
15. (2019), "Pitanie v Velikoy armii Napoleona" [Nutrition in the Great Army of Napoleon], available at: <https://tyshenka-voiskovoy-specrezerv.ru/racion-pitaniya/istoriya/pitanie-v-velikoi-armii-napoleona/> (accessed 02 august 2019).
16. Braevich, I. (2018), "Pohodnaja kuhnja obrazca 1812 goda" [Camp kitchen of the sample of 1812], available at: <https://www.proza.ru/2013/07/09/772/> (accessed 02 august 2019).
17. (2019), "Polevye lagerya i kukhni, iz istorii armeyskogo pitaniya" [Field camps and kitchens, from the history of army nutrition], available at: <https://harmfulgrumpy.livejournal.com/198669.htm> (accessed 02 august 2019).
18. Skripnik, V. (2011), "Pamyatnik polevoy kukhne otkryval vnuk izobretatelya" [The monument to the field kitchen was opened by the grandson of the inventor], *Golos Ukrainy*, 12 may, available at: [www.golos.com.ua/rus/article/11086418](http://www.golos.com.ua/rus/article/11086418) (accessed 02 august 2019).
19. "Entsiklopedicheskiy Slovar' F.A. Brokgauza i I.A. Yefrona (V 86 tomakh s illyustratsiyami i dopolnitel'nymi materialami)" [Encyclopedic Dictionary F.A. Brockhaus and I.A. Efron (In 86 volumes with illustrations and additional materials)], available at: [www.vehi.net/brokgauz](http://www.vehi.net/brokgauz) (accessed 02 august 2019).
20. Sysoyev, V.I. (2010), "Anna Kern: zhizn' vo imya lyubvi" [Anna Kern: life in the name of love], Molodaya gvardiya, Moscow, 285 p.
21. Polovtsov, A.A. (1897), "Russkiy biograficheskiy slovar'" [Russian Biographical Dictionary], Vol. 8, Tipografiya Glavnogo Upravleniya Udelov, St. Petersburg, 757 p.
22. Uralnis, B.Ts. (1999), "Istoriya voyennykh poter': Voyny i narodonaseleniye Yevropy. Lyudskiyeh poteri vooruzhennykh sil Yevropeyskikh stran v voynakh XVII-XX vv. (istoriko-statisticheskoye issledovaniye)" [The history of military losses: Wars and the population of Europe. The human losses of the armed forces of European countries in the wars of the XVII-XX centuries. (historical and statistical research)], Polygon, Sankt Peterburg, 558 p.
23. Ponomareva, T.G. (2019), "Gigiyena v Velikoy armii Napoleona" [Hygiene in the Great Army of Napoleon], available at: [www.shikardos.ru/text/gigiyena-v-velikoj-armii-napoleona-eto-delikatnaya](http://www.shikardos.ru/text/gigiyena-v-velikoj-armii-napoleona-eto-delikatnaya) (accessed 02.08.2019).
24. Roos, G.U. (1912), "S Napoleonom v Rossiyu Vospominaniya vracha o pokhode 1812 g." [With Napoleon to Russia Memoirs of a doctor about a campaign of 1812], Literaturno-nauchnoye knigoizdatel'stvo, St. Petersburg, 176 p.
25. Nafzayger, Dzhordzh F. (1997), "Tyl i snabzheniye v kampanii 1812 g.: prichina porazheniya Napoleona" [Rear and supply in the campaign of 1812: the reason for the defeat of Napoleon], *185 years of the Patriotic War of 1812: Collection of articles*, Publishing House of the Samara State Pedagogical University, Samara, 136 p.
26. Tarasenko-Otreshkov, N.I. (1857), "Poseshcheniye v Krymu armiy soyuznikov i ischisleniye poter' v lyudyakh i den'gakh, ponesennykh Frantsiyey, Angliyei i P'yemontom v nyneshnyuyu voynu ikh protiv Rossii" [Visiting in Crimea the armies of the allies and calculating the losses in people and money suffered by France, England and Piedmont in their current war against Russia], Tip. N. Grecha, St. Petersburg, 94 p.
27. Osodlo, G.V. (2015), "Stress-indutsirovannyye zabolevaniya ezofagogastroduodenal'noy zony: podkhody k profilaktike i terapii" [Stress-induced diseases of the esophagogastroduodenal zone: approaches to prevention and therapy], *Modern Gastroenterology*, No. 5, pp. 71-75.
28. Erisman, F.F. (1877), "Occupational hygiene, or Hygiene of mental and physical labor" [Occupational hygiene, or Hygiene of mental and physical labor], publishing M.M. Stasyulevich, St. Petersburg, 406 p.
29. Mikhnevich, N.P. (1893), "Vliyaniye noveyshikh tekhnicheskikh izobreteniy na taktiku voysk. Konspekt lektsiy, chitannykh v Nikolayevskoy akademii. Gen. Shtaba" [The influence of the latest technical inventions on the tactics of the troops. Synopsis of lectures delivered at the Nikolaev Academy. Gen. Headquarters], publishing S.N. Khudekov, St. Petersburg, 156 p.
30. Suprunov, M.N. (1909), "Nauchnyye osnovy pitaniya. Opyt primeneniya ikh, soglasno s trebovaniyami fiziologii i dietetiki: Obed na tri-chetyre kopeyki iz odnogo ili dvukh blyud dlya prikhodyashchikh uchenikov odnoklassnykh i dvuklassnykh zheleznodorozhnykh uchilishch" [Scientific fundamentals of nutrition. The experience of using them, in accordance with the requirements of physiology and dietetics: Lunch for three or four kopeks from one or two dishes for incoming students of class and two-year railway schools], Printing house of the Ministry of Railways. (Partnership I.N. Kushneryov and C°, St. Petersburg, 96 p.
31. Rediger, A.F. (1999), "Istoriya moyey zhizni: vospominaniya voyennogo ministra: V 2-kh t." [The story of my life: memoirs of the Minister of War: In 2 volumes, Vol I], Canon-Press, Moscow, 576 p.
32. Sribnaya, A.V. (2017), "Sestry miloserdiya v gody Pervoy mirovoy voyny" [Sisters of mercy during the First World War], Publishing house of PSTGU, Moscow, 192 p.
33. Os'kin, M.V. (2019), "Pitanie soldata v okopah Pervoy mirovoj voyny" [Nutrition of a soldier in the trenches of the First World War], available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/pitanie-soldata-v-okopah-pervoy-mirovoy-voyny/> (accessed 02.08.2019).
34. Aleksandrov, I.F., Al'tshuler, N.S. and Bogolepova, Ye.S. (1935), "Rukovodstvo po pitaniyu Krasnoy armii" [Nutrition Guide of the Red Army], Biomedgiz, Moscow; Leningrad, 448 p.

35. Dantsig, Dzh. (1966), "Lineynoye programmirovaniye i yego prilozheniye i obobshcheniye" [*Linear programming and its application and generalization*], Progress, Moscow, 600 p.
36. Yudin, D.B. and Gol'shteyn, Ye.G. (1961), "Zadachi i metody lineynogo programmirovaniya" [*Tasks and methods of linear programming*], Soviet Radio, Moscow, 494 p.
37. Ivashchuk, O.T. (2008), "Ekonomiko-matematichne modeliuвання" [*Economic and mathematical modeling*], TNEU "Ekonomichna dumka", Ternopil, 704 p.
38. Vasil'yev, F.V., Glotova, I.A. and Antipova, L.V. (2002), "K voprosu optimizatsii aminokislotojnogo sostava polikomponentnykh produktov s ispol'zovaniyem metodov vychislitel'noy matematiki" [*On the issue of optimizing the amino acid composition of multicomponent products using methods of computational mathematics*], *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya*, No. 2, pp. 58-61.
39. Fedorova, D. and Kozachyshyna, O. (2002), "Mineralnyi sklad kontsentrativ supiv-piure dlia viiskovosluzhbovtiv" [*Mineral composition of soup concentrates - purees for servicemen*], *Goods and markets*, No. 2, pp. 165-172.
40. Liseychikov, N.I. and Simenkov, Ye.L. (2017), "Optimizatsiya prodovol'stvennykh paykov voyennosluzhashchikh" [*Optimization of food rations of military personnel*], *Nauka i voyennaya bezopasnost'*, No. 3, pp. 33-36.
41. Starodubtsev, S.O., Kushneruk, Yu.I. and Trobiuk, V.I. (2008), "Matematichni modeli optymizatsii ratsioniv kharchuvannya viiskovosluzhbovtiv" [*Mathematical models of optimization of rations of feed of servicemen*], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 2, pp. 111-114.
42. Simenkov, Ye.L. and Rodionov, A.A. (2018), "Zadachi optymizatsii prodovol'stvennykh paykov voyennosluzhashchikh" [*Tasks of optimization of food rations of military personnel*], *Sovremennyye tendentsii razvitiya voyennogo obrazovaniya: tezisy dokladov IV Respublikanskoj nauchno-metodicheskoy konferentsii, Minsk, 27 aprelya 2018*, Belorusskiy gosudarstvennyy universitet, Minsk, pp. 150-153.
43. Tovma, L.F., Kaplun, S.O. and Kasianov, I.V. (2018), "Metodyka optymizatsii ratsioniv kharchuvannya viiskovosluzhbovtiv v osoblyvyi period" [*Methods of optimizing the diets of soldiers in the special period*], *Honor and Law*, No. 1, pp. 158-137.
44. Mushik, Je. and Mjuller, P. (1990), "Metody prinjatija tehniceskikh reshenij" [*Techniques of making technical decisions*], Mir, Moscow, 208 p.
45. Podinovskiy, V.V. and Nogin, V.D. (2007), "Pareto-optimal'nyye resheniya mnogokriterial'nykh zadach" [*Pareto-optimal solutions of multicriteria problems*], FIZMATLIT, Moscow, 256 p.
46. Shtoyyer, R. (1992), "Mnogokriterial'naya optimizatsiya. Teoriya, vychisleniya i prilozheniya" [*Multicriteria optimization. Theory, Computing, and Applications*], Radio i svyaz', Moscow, 504 p.
47. Kuzmychov, A.I. (2013), "Optimizatsiini metody i modeli: praktykum v EXCEL" [*Optimization methods and models: a workshop in EXCEL*], VPT AMU, Kyiv, 438 p.
48. Maksheyev, F.A. (1905), "Snabzheniya: (Organizacija i taktika ih na vojne) i voennoe hozjajstvo v voennoe vremja: Spravochnoe rukovodstvo dlja oficerov-slushatelej Nikolaevskoj akademii General'nogo shtaba" [*Supplies: (Organization and tactics of their war) and military management in wartime: A reference guide for officers-listeners of the Nikolaev Academy of the General*], typographic lithography, Bussel, St. Petersburg, 327 p.
49. Kuprin, A.I. (1958), "Poedinok" [*Fight*], Goslitizdat, Moscow, 588 p.
50. (1941), "Normy prodovol'stvennogo snabzheniya ot 15.05.1941" [*Food Supply Standards dated 05/15/1941*], available at: [www.rkka.ru/handbook/tyl/150541/1.htm](http://www.rkka.ru/handbook/tyl/150541/1.htm) (accessed 02.08.2019).
51. Remez, E.Y. (1969), "Osnovy chyslennykh metodov chebyshevskoho pryblyzheniya" [*Fundamentals of numerical methods of Chebyshev approximation*], Naukova dumka, Kyiv, 623 p.

Надійшла до редколегії 10.05.2019

Схвалена до друку 18.06.2019

**Відомості про авторів:****Гадецька Світлана Вікторівна**

кандидат фізико-математичних наук доцент  
доцент Харківського національного  
автомобільно-дорожнього університету,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-9125-2363>

**Дубницький Валерій Юрійович**

кандидат технічних наук  
старший науковий співробітник  
старший науковий співробітник Харківського  
навчально-наукового інституту  
Державного вищого навчального закладу  
"Університет банківської справи",  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0003-1924-4104>

**Кушнерук Юрій Іонович**

кандидат технічних наук доцент  
доцент Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-6833-6462>

**Information about the authors:****Svitlana Gadetska**

PhD in Physics and Mathematics Associate Professor  
Senior Lecturer of Kharkiv National  
Automobile and Highway University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-9125-2363>

**Valeriy Dubnitskiy**

Candidate of Technical Sciences  
Senior Research  
Senior Research Associate  
of Kharkiv Educational Scientific  
institute SHEI  
"University of Banking" Kharkiv,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-1924-4104>

**Yurii Kushneruk**

Candidate of Technical Sciences Associate Professor  
Senior Lecturer of Ivan Kozhedub  
Kharkiv National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-6833-6462>

**Філатова Любов Дмитрівна**

кандидат фізико-математичних наук доцент  
доцент Харківського навчально-наукового інституту  
Державного вищого навчального закладу  
“Університет банківської справи”,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-6605-3442>

**Lubov Filatova**

PhD in Physics and Mathematics Associate Professor  
Senior Lecturer of Kharkiv Educational  
Scientific Institute SHEI  
“University of Banking” Kharkiv,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-6605-3442>

**Черепньов Ігор Аркадійович**

кандидат технічних наук доцент доцент  
Харківського національного технічного університету  
сільського господарства ім. П. Василенка,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0003-2421-6503>

**Igor Cherepnov**

Candidate of Technical Sciences Associate Professor  
Senior Lecturer of Petro Vasylenko  
Kharkiv National Technical University of Agriculture,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-2421-6503>

### **МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ (ВЕКТОРНАЯ) ОПТИМИЗАЦИЯ РАЦИОНА ВОЕННОСЛУЖАЩИХ, ДИСЛОЦИРОВАННЫХ В СТАЦИОНАРНЫХ И ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

С.В. Гадецкая, В.Ю. Дубницкий, Ю.И. Кушнерук, Л.Д. Филатова, И.А. Черепнёв

*На примере легионеров Древнего Рима показаны подходы к решению проблемы питания в походных условиях. Рассмотрены вопросы питания с использованием походных кухонь и консервированных продуктов армией Наполеона и Российской Императорской Армией. Показана связь между болезнями органов пищеварения и недостаточно качественным и полноценным питанием военнослужащих. Приведены показатели пищевых рационов ряда армий Европы на момент конца XIX века. Проанализирован период формирования научных основ лечебного питания. Приведены особенности формирования рациона питания раненых в госпиталях. Сформулирована задача о формировании оптимального рациона военнослужащих, расположенных в стационарных и полевых условиях. Для однокритериальных задач критериями избраны максимум калорийности и минимум стоимости рациона. Решение задач выполнено методами линейного программирования. Для многокритериальной (векторной) оптимизации предложено использовать свёртку критериев максимума калорийности и минимума стоимости рациона, которая реализует равномерное (чебышевское) приближение решения задачи к оптимальному. Исходя из того, что основная задача работы – разработка методического подхода к решению многокритериальной задачи диеты, перечень продуктов, их калорийность, количество в них питательных веществ, а именно белков, жиров, углеводов, витаминов А, В<sub>1</sub>, С, стоимость продуктов, которые вошли в состав рациона, взяты из исторических источников. Показано, что рацион, который был определен на основе пятидесятилетнего практического опыта и многолетних научных исследований, почти совпал с оптимальным, полученным по результатам решения задачи.*

**Ключевые слова:** питание военнослужащих, оптимальный рацион, линейное программирование, задача диеты, многокритериальная (векторная) оптимизация, свёртка критериев.

### **MULTI-CRITERIA (VECTOR) OPTIMIZATION OF MILITARY RATIONS UNDER PRESIDIAL AND FIELD CONDITIONS**

S. Gadetska, V. Dubnitskiy, Y. Kushneruk, L. Filatova, I. Cherepnov

*It was shown that standing armies appeared actually simultaneously with formation of primeval states and has been remaining their standard attribute. The experience of past wars and current armed conflict prove the importance of military logistics, and a substantial component of the latter is subsistence support of forces as timely and balanced catering of personnel enables to maintain adequate military's preparedness level, sound social and psychological environment in units, reduces risks of diseases and fastens recovery of wounded or injured. It is emphasized that within millennia lack or low quality of chew caused diseases and deaths among soldiers and, as a result, increased non-combat loss. The example of ancient Rome shows a fundamental approach to bannock formation ensuring sustainment of energy loss, reasonable catering and improved immunity. The question of mobile field kitchens and canned foods introduction in Napoleonic Grande Armees and Russian Imperial Army is discussed. Direct connection is shown between diseases of the digestive system and low quality, poor nutrition. Food ration parameters are specified for a number of European armies at the end of XIX century. The period of scientific basis formation for nutritional management is described when scholars began detailed studies of nutrition physiology and chemistry, protein balance, physiological rates of nutrients and role of mineral components in nutrition. Peculiarities are discussed of nutrition rations of wounded at hospitals. The problem is stated of optimal military ration formation under presidial and field conditions. Criteria for single-criteria problems are selected as caloric value and minimum cost of ration. The problems are solved by linear programming method. For multi-criteria (vector) optimization we propose to apply a convolution of criteria maximum caloric value and minimum cost of ration which realizes uniform (Chebyshev-type) approximation of problem solution to optimum. Issuing from the main object of work as development of methodological approach to solution of multi-criteria dietary problem, we exacted the list of foods, their caloric values, contents of nutrients, such as proteins, fats, carbohydrates, vitamins A, B<sub>1</sub>, C, costs of foods included to rations, from historical sources. The ration developed after almost 50 years of experience and many years of intense research, is shown to actually coincide with optimal ration obtained as a result of our problem solution.*

**Keywords:** feed of servicemen, optimum ration, linear programming, task of diet, multicriterion (vectorial) optimization, package of criteria.