

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичної роботи

«Розрахунок енерговитрат людини»

з дисципліни «Виробнича санітарія»

для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»

спеціалізації 263-1 «Охорона праці»

денної та заочної форм навчання

Харків 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичної роботи

«Розрахунок енерговитрат людини»

з дисципліни «Виробнича санітарія»

для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»

спеціалізації 263-1 «Охорона праці»

денної та заочної форм навчання

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 30.01.2018 р.

Харків
НТУ «ХП»
2018

Методичні вказівки до практичної роботи «Розрахунок енерговитрат людини» з дисципліни «Виробнича санітарія» для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека» спеціалізації 263-1 «Охорона праці» денної та заочної форм навчання / уклад. Л.А. Васьковець. – Харків : НТУ «ХПІ», 2018. – 33 с.

Укладач: Л.А. Васьковець

Рецензент Л.М. Чуніхіна

Кафедра охорони праці та навколишнього середовища

ВСТУП

Усі процеси життєдіяльності людини здійснюються з використанням енергії. Джерелами енергії в організмі є поживні речовини – білки, жири, вуглеводи.

Праця як важлива функція організму включає механічну та психічну складові, які характеризується певною фізіологічною вартістю. Перша пов'язана з роботою м'язів, а друга – з психічними процесами. За різних форм трудової діяльності співвідношення цих складових неоднакове і на них витрачається різна кількість енергії.

Високий рівень розумової та фізичної працездатності людини залежить від енергетичної та харчової цінності їжі. Неправильне харчування знижує захисні сили організму, може бути причиною багатьох захворювань.

Раціональне харчування – це харчування, яке забезпечує постійність внутрішнього середовища організму і забезпечує всі його життєві прояви при різних умовах праці і побуту. Раціональне харчування – достатнє в кількісному й повноцінне в якісному відношенні харчування; фізіологічно повноцінне харчування здорових людей. Воно має свої науково обґрунтовані принципи.

Для забезпечення нормальної життєдіяльності організму необхідно, щоб енергетична цінність, склад та збалансованість харчового раціону відповідали енергетичним витратам людини з урахуванням віку, статі, професійної діяльності та інших індивідуальних особливостей. Зокрема,

енергія має отримуватися не тільки за рахунок вуглеводів, чи жирів, чи білків, а їх оптимального співвідношення. Для забезпечення цих умов харчування мають бути визначені енерговитрати людини та розрахована потреба у харчових речовинах.

Мета роботи: засвоїти методи визначення енерговитрат організму та опанувати методику розрахунку енерговитрат людини та потреб у харчових речовинах.

1. Загальні положення

Розрізняють працю фізичну і розумову. Поділ праці на фізичну і розумову є умовним, оскільки будь-яка діяльність не може відбуватися без участі нервової системи, а розумова діяльність – без участі м'язової системи.

Під час фізичної роботи переважає м'язова діяльність, а під час розумової - активізуються психічні процеси.

Інтегральним показником діяльності організму людини в процесі праці є рівень витрат енергії.

Джерелом енергії для усіх процесів і функцій в організмі є обмін речовин або метаболізм. Витрачені в організмі енергетичні ресурси постійно відновлюються завдяки їжі. Кожна органічна сполука, що надходить до організму, має певний запас потенційної енергії. Запас енергії в їжі виражається її калорійністю, тобто здатністю вивільняти при окисленні ту чи іншу кількість енергії. ***Енергетична цінність вуглеводів – 4,1 ккал/г (17,1 кДж/г), білків – 4,1 ккал/г (17,17 кДж/г), жирів – 9,3 ккал/г (38,94 кДж/г).***

Енергетичні витрати людини складаються із витрат на:

- основний обмін;
- фізичну і розумову діяльність;

– процеси травлення та засвоєння їжі (специфічно-динамічну дію їжі).

Основний обмін (ОО) – це мінімальна кількість енергії, яка необхідна для підтримання нормальної життєдіяльності організму у стані спокою (на роботу серця, легень, нирок, ендокринних залоз; підтримання сталості температури тіла, м'язового тону та інших постійних функцій. Найбільшими споживачами енергії є печінка й розслаблені м'язи – по 26 % енергії, на роботу мозку припадає 18 %, на серця – 9%, нирки – 7 %, решту – усі інші органи.

Основний обмін визначається спеціальним дослідженням у стані повного спокою; натщесерце; лежачи при повному розслабленні м'язів; при температурі комфорту або за спеціальними формулами та таблицями.

Основний обмін залежить від віку, статі, росту, маси тіла, зовнішніх факторів та індивідуальних особливостей людини.

Рівень обміну, визначений в стандартних умовах при температурі комфорту – 18–20 °C через 12–14 годин після останнього приймання їжі, називають *стандартним обміном*. У дорослої людини він становить 1 ккал на 1 кг маси за 1 год. Добовий основний обмін становить 1400–1700 ккал.

Основний обмін збільшується при:

- збільшенні мускулатури;
- підвищенні температури тіла;
- зростанні функцій щитоподібної залози;
- секреції адреналіну;
- фізичній активності та ін.

Основний обмін зменшується при:

- старінні організму;
- накопиченні жиру;
- при ослабленні функцій щитоподібної залози;
- при недоїданні та виснаженні організму та ін.

Реально енерговитрати організму (E) перевищують основний обмін (OO). Відношення енерговитрат до основному обміну називається коефіцієнтом фізичної активності (I):

$$K\Phi A = E/OO \quad (1)$$

Специфічно-динамічна дія їжі (СДД) – витрати енергії на процеси перетравлення та засвоєння їжі залежить від складу їжі.

Білки, жири і вуглеводи мають неоднакову здатність стимулювати основний обмін організму, його інтенсивність. Найбільших витрат енергії потребують білки, менших – вуглеводи та жири. Встановлено, що при змішаному харчуванні та оптимальному співвідношенні білків, жирів та вуглеводів витрати енергії становлять 10–15 % від основного обміну. При змішаному харчуванні величина специфічно-динамічної дії їжі становить 10–15 % основного обміну.

Енергія на трудову діяльність – витрати енергії на виконання фізичної та розумової праці, що залежать від її важкості та напруженості (табл. 1).

Фізична робота за витратами енергії поділяється на наступні *три категорії* (ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»).

1. *Легкі фізичні роботи* (категорія I) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105–140 Вт (90–120 ккал/год.).

Легкі фізичні роботи (категорія I) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105–140 Вт (90–120 ккал/год.) – категорія Ia та 141–175 Вт (121–150 ккал/год.) – категорія Ib. До категорії Ia належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження (робота за комп'ютером, основні процеси точного приладобудування і

машинобудування, на годинниковому, швейному виробництвах, у галузі управління та ін.). До категорії Іб належать роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням (ряд професій у поліграфічній промисловості, на підприємствах зв'язку, контролери, майстри в різних видах виробництва та ін.).

2. *Фізичні роботи середньої важкості* (категорія ІІ) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 176–232 Вт (151–200 ккал/год.) – категорія ІІа та 233–290 Вт (201–250 ккал/год.) – категорія ІІб. До категорії ІІа належать роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження (механіко-складальні цехи машинобудівних підприємств, прядильно-ткацьке виробництво тощо). До категорії ІІб належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням (механізовані ливарні, ковальські, термічні, зварювальні цехи машинобудівних заводів і металургійних підприємств).

3. *Важкі фізичні роботи* (категорія ІІІ) охоплюють види діяльності, при яких витрати енергії становлять 291–349 Вт (251–300 ккал/год.). До категорії ІІІ належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль (основні процеси мартенівського, ливарного – з набиванням і заливанням опок, прокатного, ковальського – з ручним куванням, термічного виробництва та ін.).

Енергетичні витрати під час розумової роботи не такі високі, як при м'язовій, і складають 8–8,2 кДж/хв (кДж $\approx$ 0,24 ккал). Вони залежать від розумової й емоційної компоненти розумової діяльності. Наприклад, під час розв'язування задач, читанні і запам'ятовуванні тексту енерговитрати

збільшуються на 2–4 %. При поєднанні емоційної компоненти з руховою активністю (викладацька робота, виступ актора) енергетичний обмін зростає більше ніж на 20 %.

Кількість енергії, яка витрачається на виконання професійної діяльності, характеризується як «робочі калорії». Крім «робочих калорій», людина витрачає енергію на інші види діяльності, які виконує протягом дня. Ці два види витрат енергії становлять *функціональний обмін енергії*.

Робітники різних професій витрачають за добу різну кількість енергії. Так, у верстатників витрати енергії становлять 3300 ккал, робітників ковальського цеху – 3700–4000 ккал, ливарного цеху – 4000–4500 ккал. На думку фахівців верхня межа щоденних затрат енергії на м'язову роботу не повинна перевищувати 4800 ккал, нижня – 1200–1300 ккал.

Таблиця 1 – Потреби в енергії людей різного віку і статі залежно від характеру праці

Група	Вік, р	Потреби енергії (на добу)			
		Чоловіки		Жінки	
		кДж	ккал	кДж	ккал
Переважно розумова праця	18–29	11704	2800	11085	2400
	30–39	11286	2700	9623	2296
	40–59	10650	2548	9205	2200
Легка фізична праця	18–29	12540	3070	16660	2550
	30–39	12122	2920	10935	2448
	40–59	11495	2750	9830	2347
Фізична праця середньої важкості	18–29	13398	3200	11293	2691
	30–39	12958	3100	10875	2602
	40–59	12331	2949	10455	2490
Важка фізична праця	18–29	15466	3700	13179	4150
	30–39	15048	3600	12760	3040
	40–59	14421	3450	12130	2900
Особливо важка фізична праця	18–29	17974	4300		
	30–39	17138	4050		
	40–59	16302	3920		

2. Методи визначення енерговитрат організму

Для визначення кількості енергії, що вивільняється в організмі, застосовуються методи прямої і непрямой калориметрії.

Пряма калориметрія – пряме вимірювання у спеціальних термоізованих камерах (калориметрах) кількості тепла, що виділяється.

Калориметр являє собою герметичну камеру з подвійними стінками, між якими циркулює вода. За кількістю води в калориметрі, ступенем її нагрівання і теплоємністю розраховують кількість виділеної теплоти. Пряма калориметрія застосовується переважно в експериментах. Вона дуже громізка і не прийнятна для досліджень професійної діяльності людини.

Непряма калориметрія – шляхом визначення кількості виділеного вуглекислого газу та кількості вжитого кисню. При непрямій калориметрії спочатку визначають *дихальний коефіцієнт* (ДК) – відношення об'єму виділеного CO_2 до об'єму спожитого O_2 ($\text{ДК} = V \text{ CO}_2 : V \text{ O}_2$). Кількість спожитого за одиницю кисню та виділеної вуглекислоти визначають у спокої та при виконанні тієї чи іншої роботи. Видихуване повітря для аналізу O_2 і CO_2 накопичують у спеціальних заплічних мішках Дугласа.

Величина ДК різна при окисленні білків (0,8), вуглеводів (1,0), жирів (0,7). При змішаному харчуванні ДК коливається межах 0,85–0,90. Значення дихального коефіцієнта збільшується під час тривалої м'язової роботи малої та середньої інтенсивності та різко зростає до 2,0 і більше, якщо робота короткочасна, але дуже інтенсивна.

Використовуючи отримані ДК, визначають за спеціальними таблицями *калоричний коефіцієнт кисню* (кількість енергії, яка виділяється при використанні 1 дм^3 кисню). Далі, кількість використаного кисню (за 1 хв, год чи за 1 добу) множать на калоричний коефіцієнт кисню і отримують реальні енергетичні витрати організму в конкретних умовах.

Цей метод застосовують для дослідження енерговитрат у професійній діяльності людини.

Поряд з вказаними методами для визначення енерговитрат організму використовують:

- *метод пульсометрії*, при якому за допомогою спеціального приладу – пульсотохметра вимірюють частоту і наповнення пульсу при виконанні різних видів робіт і інших навантажень, результати яких в приладі автоматично переводяться у кілоджоулі;

- *метод аліментарної енергометрії* – лабораторне визначення калорійності добового раціону з урахуванням незасвоєної частини їжі;

- *розрахункові методи*:

- а) таблично-хронометражний;

- б) за методикою ВООЗ, використовуючи спеціальні рівняння.

Метод пульсометрії використовують у випадку, коли не вдається знайти нормативні КФА для того чи іншого виду діяльності. Цей метод дає приблизні значення КФА за ЧСС – частотою серцевих скороченню під час виконання роботи (табл. 2).

При таблично-хронометражному методі основний обмін визначають за допомогою спеціальних таблиць Гарріса і Бенедикта на основі статі і маси тіла (перше число – А) (табл. 3), а також статі, віку і зросту (друге число – Б) (табл. 4). *Сума чисел А та Б становить величину основного обміну.*

Далі до основного обміну додають енерговитрати на специфічно-динамічну дію їжі, які становлять 10 % величини основного обміну, і енерговитрати на всі види навантаження, яке виконує людина протягом активної частини доби. Ці енерговитрати розраховують на підставі *добового хронометражу* (кількості годин або хвилин, витрачених людиною протягом доби на кожен вид навантаження) за допомогою

Таблиця 2 – Значення КФА за споживанням кисню та ЧСС

Характеристика роботи	Вентиляція легень, дм ³ /хв	Споживання кисню, дм ³ /хв	ЧСС, уд/хв	Витрати, ккал/хв	КФА
Основний обмін	5	0,25	60	1,1	1
Дуже легка	10	0,5	80	2,5	2,3
Легка	10–20	0,5–1,0	80–100	2,5–5,0	2,3–4,5
Помірна	20–35	1,0–1,5	100–120	5,0–7,5	4,5–6,8
Важка	35–50	1,5–2,0	120–140	7,5–10	6,8–9,1
Дуже важка	50–65	2,0–2,5	140–160	10–12,5	9,1–11
Надзвичайно. важка	60–85	2,5–3,0	160–180	12,5–15	11–14

спеціальних таблиць, у яких вказана енергія (у калоріях), що витрачається на різноманітні види навантаження за 1 годину (додаток 1). Значення КФА для різних видів діяльності вказані у додатку 2.

Повні енерговитрати людини за добу (E) вираховують за формулою (2):

$$E = \text{ОО} \cdot \text{КФА}, \quad (2)$$

де ОО – величина основного обміну, КФА – середній за добу коефіцієнт фізичної активності.

За допомогою таблично-хронометражного методу добові витрати енергії можна визначити лише приблизно, так як неможливо відслідкувати усі види діяльності людини впродовж дня. До того ж, таблиці не враховують: умови праці, стан організму, кваліфікацію робітника та ін.

Таблиця 3 – Основний обмін (ккал/добу) залежно від маси тіла й статі (число А)

Число А			Число А		
Маса тіла, кг	Чоловіки	Жінки	Маса тіла, кг	Чоловіки	Жінки
3	107	683	35	548	990
4	121	693	40	617	1038
5	135	702	45	685	1085
6	148	712	50	754	1133
7	162	721	55	823	1181
8	176	731	60	892	1229
9	190	741	65	960	1277
10	203	751	70	1029	1325
15	272	798	75	1098	1372
20	341	846	80	1167	1420
25	410	894	85	1235	1468
30	479	942	90	1304	1516

За методикою Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) основний обмін (ОО) і специфічно-динамічна дія їжі розраховуються за спеціальними рівняннями з урахуванням віку, статі, зросту і маси тіла (табл. 5).

Добові енерговитрати розраховують шляхом множення величини основного обміну відповідно віку і масі тіла на відповідний коефіцієнт фізичної активності (КФА). Значення якого розроблені для різних видів діяльності (додаток 2).

У 2017 р. в Україні набули чинності нові добові норми фізіологічних потреб населення в основних харчових речовинах і енергії (Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії / Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України 03.09.2017 № 1073). У яких наведені усереднені значення ОО з урахуванням статі, віку, маси тіла і специфічно-динамічної дії їжі і КФА відповідно до професійної належності особи.

Таблиця 4 – Основний обмін (ккал/добу) залежно від зросту і статі
(число Б)

Зріст	Число Б											
	Вік (років)											
	1	3	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60
Чоловіки												
40	-40											
50	60	10										
60	160	95	40									
70	260	195	130									
80	360	295	230	95								
100	560	495	430	180								
110	595	530	475	280								
120	–	695	630	600	380							
130	–	–	730	725	480							
140	–	–	830	835	580	516						
150	–	–	–	958	680	618	582	514	480	431	345	
160	–	–	–	1040	780	684	632	598	564	530	463	395
165	–	–	–	1095	815	714	657	623	589	555	488	420
170	–	–	–	1150	850	744	682	648	614	580	513	445
175	–	–	–	–	875	774	707	673	639	605	538	470
180	–	–	–	–	900	804	732	698	664	630	563	495
Жінки												
40	– 344	– 234	– 194									
50	– 305	– 194	– 153									
60	– 264	– 154	– 113									
70	– 224	– 114	– 74									
80	– 184	– 74	– 34	– 52								
100	– 104	6	40	38	5							
110	–	46	80	88	45							
120	–	86	126	133	80							
130	–	–	166	177	125							
140	–	–	206	219	165	150						
150	–	–	–	259	204	180	161	138	113	90	44	– 2
160	–	–	–	298	242	209	179	156	132	109	62	15
165	–	–	–	315	260	222	188	165	142	118	71	25
170	–	–	–	–	278	234	198	174	151	127	81	34
175	–	–	–	–	296	247	207	183	160	137	90	43
180	-	–	–	–	313	259	216	193	169	146	99	52

Таблиця 5 – Формули для розрахунку основного обміну (ОО) за масою тіла та зростом

Віковий діапазон, роки		Основний обмін, ккал/добу
Чоловіки	10–18	$16,6 \times \text{MT} + 77 \times \text{Зр} + 572$
	18–30	$15,4 \times \text{MT} - 27 \times \text{Зр} + 717$
	30–60	$11,3 \times \text{MT} + 16 \times \text{Зр} + 901$
	понад 60	$8,8 \times \text{MT} + 1128 \times \text{Зр} - 1071$
Жінки	10–18	$7,4 \times \text{MT} + 482 \times \text{Зр} + 217$
	18–30	$13,3 \times \text{MT} + 334 \times \text{Зр} + 35$
	30–60	$8,7 \times \text{MT} - 25 \times \text{Зр} + 65$
	понад 60	$9,2 \times \text{MT} + 637 \times \text{Зр} - 302$

Примітка: МТ – маса тіла, кг; Зр – зріст, м

3. Розрахунок потреб у харчових речовинах

Норма харчування – кількість їжі, її компонентів, яка зумовлює нормальний стан здоров'я людей різного віку, статі, способу життя та праці, відповідає біологічній природі людини.

Норми харчування розраховуються на підставі наступних показників:

- енергетичні витрати організму;
- енергетична цінність їжі (калорійність);
- оптимальне збалансування поживних речовин (наявність незамінних амінокислот, ненасичених жирних кислот, вітамінів, мінеральних солей та ін.

Міністерством охорони здоров'я (МОЗ) України спільно із фахівцями профільних науково-дослідних установ МОЗ України та Національної академії медичних наук України з урахуванням рекомендацій Всесвітньої організації охорони здоров'я розроблено норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії. Вони затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України 03.09.2017 № 1073). Добові потреби дорослого населення в білках, жирах, вуглеводах

та енергії, мінеральних речовинах та вітамінах залежно від статі та віку наведені у додатках 5–7.

Ці норми передбачають наступне.

1. Оптимальне співвідношення білків, жирів і вуглеводів (за масою) в добовому раціоні становить 1:1:4.

2. Рекомендований вміст у раціоні білків тваринного походження відносно загальної кількості білків: для дітей – $\geq 60\%$, для дорослих – $\geq 50\%$.

3. Рекомендований вміст білків відносно енергетичної цінності (калорійності) добового раціону для дітей – приблизно 15 % калорійності, для дорослих – приблизно 13 % калорійності; вміст жирів – приблизно 30 % калорійності.

4. Рекомендований вміст жирів рослинного походження в раціоні харчування – 20 % загальної кількості жирів. Рекомендований вміст полі- та мононенасичених жирних кислот у раціоні – приблизно 10 і 10 % калорійності добового раціону відповідно.

5. При розрахунку харчової цінності середньодобових наборів харчових продуктів використовують такі значення узагальнених втрат: для білка – 11 %, жиру – 12 %, вуглеводів – 10 %.

Для розрахунку добових енерговитрат необхідно помножити відповідну віку і масі тіла величину основного обміну (додаток 3) на відповідний коефіцієнт фізичної активності (КФА) (додаток 4).

Приклад розрахунку.

Завдання. Визначити добові потреби у харчових речовинах для ливарника 40 років, масою 80 кг.

I. Розраховуємо основний обмін.

За додатком 3 знаходимо добові витрати енергії для людини чоловічої статі 40 років і масою тіла 80 кг. Вони становлять 1700 ккал. За додатком 4

знаходимо коефіцієнт фізичної активності (КФА) для ливарника, робота якого відноситься до IV групи фізичної активності (працівники важкої фізичної праці, висока фізична активність). Він дорівнює 2.2.

Далі виконуємо розрахунки основного обміну за формулою (2):

$$E = OO \cdot KFA = 1700 \cdot 2,2 = 3740 \text{ ккал.}$$

II. Розрахуємо необхідну кількість білків.

Енерговитрати за рахунок білків (13 % у добовому раціоні) становлять: 3740 це 100 %, X це 13 %.

$$\text{Отже, } X = \frac{3740 \cdot 13}{100} = 486 \text{ (ккал).}$$

Масу цих речовин розраховуємо шляхом поділу їх калорійності на калоричний коефіцієнт (4.1). У нашому прикладі це становить:

$$486 : 4,1 = 118 \text{ (г).}$$

$$\text{Маса тваринних білків : } \frac{118 \cdot 50}{100} = 59 \text{ (г).}$$

III. Розрахуємо необхідну кількість жирів.

Енерговитрати за рахунок жирів у добовому раціоні дорівнюють 30 %.

Таким чином, за рахунок жирів має забезпечуватися 1122 ккал. Їх маса у добовому раціоні (калоричний коефіцієнт жирів 9,3) становить:

$$1122 : 9,3 = 120 \text{ (г).}$$

Вміст жирів рослинного походження в раціоні харчування – 20 % загальної кількості жирів. Отже, в раціоні рослинних жирів має бути 24 г.

III. Розраховуємо необхідну кількість вуглеводів.

Енерговитрати за рахунок вуглеводів – 57 %. Отже, вуглеводи мають забезпечувати 2132 ккал. Їх маса у добовому раціоні з урахуванням калоричного коефіцієнту (4,1) становить:

$$2132 : 4,1 = 520 \text{ (г).}$$

IV. Потреби в вітамінах визначають за таблицями Д 5.2, Д 6.2, або за енерговитратами, враховуючи що на кожні 1000 ккал. повинно надходити:

аскорбінової кислоти – 25 мг, тіаміну – 0,6 мг, рибофлавіну – 0,7 мг, піридоксину – 0,7 мг, нікотинової кислоти – 6,6 мг. Ретинолу – 1 мг на добу (з урахуванням ретинолового еквіваленту Р-каротину, який дорівнює 2), токоферолу – 15 мг/добу.

V. Потреби у мінеральних речовинах визначають за таблицями Д 5.3, Д 6.3.

4. Завдання для самостійної роботи студентів

1. Розрахувати енерговитрати та потребу у харчових речовинах для:
 - студентки 20 років, масою 55 кг;
 - працівниці на конвеєрі 35 років, масою 60 кг;
 - слюсаря 45 років, масою 75 кг;
 - верстатника 37 років, масою 70 кг.

Контрольні запитання

1. Як розуміти термін «раціональне харчування»?
2. Що є інтегральним показником діяльності організму під час праці?
3. Дайте характеристику енергетичних витрат організму протягом доби?
4. За рахунок яких енергетичних витрат підтримуються вегетативні функції організму?
5. Від яких характеристик людини залежить рівень основного обміну?
6. Охарактеризуйте специфічно-динамічну дію їжі.
7. Як поділяються роботи за енерговитратами?
8. У чому переваги методу непрямой калориметрії?
9. Як визначають енерговитрати організму методом пульсометрії?
10. Про що свідчить коефіцієнт фізичної активності?
11. Що таке норма харчування?
12. Яке співвідношення білків, жирів та вуглеводів (за масою) у добовому раціоні є оптимальним?

Список джерел інформації

1. Гігієна праці : підручник / Ю.І. Кундієв, О.П. Яворовський, А.М. Шевченко та ін.; за ред. акад. НАН України, НАМН України, проф. Ю.І. Кундієва, чл.-кор. НАМН України, проф. О.П. Яворовського. – К. : ВСВ «Медицина», 2011. – 904 с.
2. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування: Підручник / Н. М. Зубар. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
3. Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії / Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України 03.09.2017 № 1073)

Додаток 1

Енергетичні витрати людини при різних видах діяльності

Вид діяльності	Енергетичні витрати (ккал) людини за 1 хвилину на 1 кг маси тіла
Біг швидкісний (на 100 м)	0,75
Біг зі швидкістю 200 м/хв.	0,1675
Біг зі швидкістю 325 м/хв	0,625
Біг зі швидкістю 8 км/год	0,1357
Біг зі швидкістю 15 км/год	0,1875
Біг спокійний і середній	Від 0,1 до 0,25
Бокс – бойова стійка з легким прогинанням в колінах	0,0726
Бокс:	
Імітація із скакалкою	0,12
Робота з легкою грушою	0,1291
Бій з «тінню»	0,1753
Робота з мішком	0,214
Тренування	0,214
Під час бою	0,214
Боротьба	0,1866
Сходження на гору	Від 0,05 до 0,25
Гімнастичні вправи:	
Вис на кільцях	0,092
Вільні	(0,0845)
На коні з ручками	0,103
Вправи на приладах	0,1280
Гребля	0,1100
Катання на ковзанах	0,1071
Веслування зі швидкістю:	
50 м/хв	0,043
80 м/хв	0,087
100 м/хв	0,103
Веслування:	
Академічне	0,183
На байдарках	0,194
Каное	0,2025
Рух:	
В автомашині сидячи	0,0266
Верхи на коні риссю	0,0886
Верхи на коні галопом	0,1283
Верхова їзда в манежі (учбова)	0,0676
На велосипеді зі швидкістю:	
3,5 км/год	0,0423
10 км/год	0,0713

Продовження додатка 1

15 км/год	0,0833
20 км/год	0,1426
Плавання зі швидкістю	
10 м/хв	0,05
50 м/хв	0,17
70 м/хв	0,43
Перебування у воді:	
Лежачи без руху	0,027
По пояс без руху	0,0243
Катання на ковзанах	0,1071
Урок бальних танців:	
Вальс	0,0595
Фокстрот	0,0741
Урок класичного балету	0,0965
Ходьба по кімнаті (90 кроків за хвилину)	0,054
По рівній дорозі зі швидкістю 6 км/год	0,0741
По рівній дорозі зі швидкістю 8 км/год	0,1666
По рівній засніженій дорозі зі швидкістю 4 км/год	0,068
По рівній засніженій дорозі зі швидкістю 6 км/год	0,0808
Вгору з невеликим підйомом зі швидкістю 2 км/год	0,107
Лижний спорт:	
Підганяння лиж	0,055
Учбові заняття	0,17
Рух по пересічній місцевості	0,2083
Ходьба зі швидкістю 8 км/год	0,1355
15 км/год	0,2655
Кидання спортивних снарядів	0,1833
Фізична зарядка	0,0648
Заняття зі стрільби із зброї	0,0891
Фехтування	0,1333
Альпінізм	0,0476
Учбові заняття	0,0283
Читання вголос	0,0047
Піднімання важких предметів	0,0452
Особиста гігієна (умивання, душ)	0,0329
Приймання їжі сидячи, стоячи	0,0235
Одягання, роздягання, знімання взуття	0,0281
Самообслуговування	0,025
Сон	0,0155
Прання руками	0,0511
Прасування білизни	0,0323
Домашня робота	0,0530
Підмітання кімнати	0,0402
Витирання порохи	0,0411
Миття посуду	0,0343
Миття підлоги	0,0548
Шиття (ручне, машинне), в'язання	0,0265
Прослуховування лекцій	0,0255

Закінчення додатка 1

Розумова праця	0,0241
Написання текстів, листів	0,0240
Друкування на машинці. комп'ютері	0,0333
Виголошення промови, виступ на занятті	0,0369
Робота в лабораторії сидячи	0,0250
Робота в лабораторії стоячи	0,0360
Підготовка до занять	0,0250
Читання (лікті на столі)	0,0214
Читання (сидячи без опори)	0,0238
Читання лекцій в аудиторії	0,0500
Прибирання ліжка	0,0329
Розмова сидячи	0,0252
Розмова стоячи	0,0267
Відпочинок стоячи	0,0264
Відпочинок сидячи	0,0229
Відпочинок лежачи (але не сон)	0,0183
їзда у транспорті	0,0267
їзда на мотоциклі	0,0383
їзда на велосипеді	0,0466
Прогулянка повільна	0,0446
Прогулянка в звичному темпі	0,0476
Прогулянка зі швидкістю 3 км/год	0,0510
Прогулянка під гору в звичайному темпі	0,0914

Додаток 2

Коефіцієнти фізичної активності при різних видах діяльності

Вид діяльності	Показник КФА	
	у чоловіків	у жінок
1. Навчальна діяльність		
1.1. Практичні заняття		
а) лабораторні	2,7	2,6
б) семінарські	1,9	1,8
в) семінарсько-лабораторні	2,4	2,3
г) на клінічних кафедрах терапевтичного профілю	2,3	2,2
д) на клінічних кафедрах хірургічного профілю (асистування під час операції)	2,4	2,3
е) поточний саннагляд на об'єктах	2,8	2,7
1.2. Навчально-дослідницька робота		
а) виконання наукового експерименту на тваринах	2,7	2,6
б) проведення хімічних аналізів	2,6	2,5
в) прибирання робочих місць після експерименту	2,2	2,0
г) обговорення наукових проблем	2,2	2,1
Робота на комп'ютерах (операторська) сидячи	1,7	1,6
Робота на комп'ютерах (операторська) стоячи	2,7	2,6
1.3. Лекції	2,0	1,9
1.4. Підготовка до занять		
а) читання навчальної літератури	1,6	1,6
б) перегляд наукової літератури	1,8	1,7
в) реферування наукової літератури	2,0	1,9
2. Особиста гігієна, самообслуговування		
а) умивання	1,6	1,5
б) душ	1,8	1,7

Продовження додатка 2

в) одягання, роздягання, взування	1,9	1,8
г) приймання їжі сидячи	1,5	1,3
д) приймання їжі стоячи	1,7	1,6
2. Ведення домашнього господарства		
2.1 Легке прибирання	2,7	2,7
2.2. Прибирання з помірним навантаженням	3,7	3,3
2.3. Підмітання будинку	3,5	3,5
2.4. Підмітання подвір'я	3,1	3,0
2.5. Прання одягу, білизни	2,5	3,3–4,4
2.6. Миття посуду	1,6	1,5
2.7. Догляд за дітьми	2,2	2,7
2.8. Приготування їжі	1,8	2,2
2.9. Рубання дров	4,1	
2.10. Придбання товарів, продуктів	3,5	4,0–4,6
2.11. Миття підлоги, вікон	3,3	3,7
3. Переміщення		
3.1. Ходіння по дому	2,5	2,4
3.2. Прогулянка повільна	3,0	2,8
3.3. У звичному темпі	3,4	3,2
3.4. З тягарем масою 10 кг	4,6	3,5
3.5. На гору повільна	4,7	4,6
3.6. На гору в звичайному темпі	5,7	4,6
3.7. На гору швидка	7,5	6,6
3.8 У звичайному темпі з тягарем 10 кг	6,7	6,0
3.9. Під гору повільна	2,8	2,3
3.10. Під гору в звичайному темпі	3,1	3,0
3.11. Під гору швидка	3,6	3,4
3.12. Ходьба по сходах уверх	6,2	6,1
3.13. Їзда в транспорті	1,7	1,5
4. Ведення підсобного господарства		

Продовження додатка 2

4.1. Робота лопатою	5,7	4,6
4.2. Посадка дерев	4,1	4,3
4.3. Обрізання гілок дерев	7,3	7,1
4.4. Робота сапою, прополювання	2,5–5,0	2,9
4.5. Посадка коренеплодів	3,7	3,9
5. Будівельна робота		
5.1. Тяжка робота	5,2	-
5.2. Кладка цегли	3,3	-
5.3. Теслярська робота	3,2	-
5.4. Обробна робота (малярна, обклеювання шпалерами)	2,8	3,0
6. Рукоділля		
6.1. Шиття	1,5–3,0	1,9–3,0
5.2. Ткацтво	2,1	2,2
6.3. Вишивання	1,5	1,5
6.4. В'язання	1,9	2,0
6.5. Вирізання	2,1	-
7. Заняття легким спортом		
7.1. Гра в шашки, шахи	2,2	2,1
7.2. Гра в більярд, кеглі, гольф	2,2–4,4	
7.3. Аеробні танці (аеробіка) низької інтенсивності	3,1	3,2
7.4. Аеробні танці високої інтенсивності	7,3	7,2
7.5. Бадмінтон у помірному темпі	3,7	3,7
7.6. Бадмінтон у напруженому темпі	7,3	7,1
7.7. Баскетбол на майданчику стандартних розмірів	5,6	5,5
7.8. Волейбол	3,8	3,6
7.9. Гандбол	7,0	7,1
7.10. Ранкова гімнастика	2,3	2,2
7.11. Легка гімнастика	3,5	3,5

Продовження додатка 2

7.12. Напружена гімнастика	7,0	6,6
7.13. Біг (11,2 км/год)	7,0	7,1
8. Заняття важким спортом		
8.1. Біг (16 км/год)	11,0	11,0
8.2. Верхова їзда (галопа)	4,6	4,5
8.3. Гребля (два весла, 4 км/год)	3,1	3,0
8.4. Гребля (одиначна з максимальною швидкістю)	10,5	10,2
8.5. Гребля на каное (4 км/год)	2,7	2,6
8.6. Плавання (0,4 км/год)	2,9	3,0
8.7. Плавання (2,4 км/год)	6,6	6,6
8.8. Плавання швидким кролем	8,4	8,3
8.9. Настільний теніс	3,0–4,0	3,0–3,9
8.10. Хокей на траві	7,2	7,2
8.11. Фехтування	3,1	3,1
8.12. Футбол	6,8	6,6
8.13. Піший туризм (рюкзак вагою 9 кг, швидкість переміщення 3,2 км/год)	2,2	2,2
8.14. Те ж зі швидкістю 6,4 км/год	3,4	3,5
8.15. Альпінізм	6,8	6,6
8.16. Катання на ковзанах	3,7	3,5
8.17. Швидкісний біг на ковзанах	11,0	10,3
8.18. Катання на лижах	3,9	4,0
8.19. Швидкісний спуск на лижах	3,8	3,9
8.20. Водне поло	8,8	8,8
8.21. Водні лижі	3,3	3,3
8.22. Заняття силовим тренуванням на тренажерах	8,0	7,6
8.23. Важка атлетика	6,0–10,0	6,0–8,8
9. Відпочинок		
9.1. Спокійно сидячи	1,2	1,2

Закінчення додатка 2

9.2. Перегляд телепередач	1,4	1,4
9.3. Бальні танці	3,0–4,1	3,0–4,0
9.4. Танці в ритмі диско	6,0	5,8
9.5. Сучасні танці	3,7	3,5
9.6. Спів	1,6	1,6
9.7. Читання художньої літератури	1,7	1,7
10. Сон	1	1

Додаток 3

Добові енерговитрати дорослого населення без фізичної активності

Маса тіла, кг	Вік			
	18-29 років	30-39 років	40-59 років	60-74 роки
кг	Чоловіки (основний обмін)			
50	1450	1370	1280	1180
55	1520	1430	1350	1240
60	1590	1500	1410	1300
65	1670	1570	1480	1360
70	1750	1650	1550	1430
75	1830	1720	1620	1500
80	1920	1810	1700	1570
85	2010	1900	1780	1640
90	2110	1990	1870	1720

	Жінки (основний обмін)			
40	1080	1050	1020	960
45	1150	1120	1080	1030
50	1230	1190	1160	1100
55	1300	1260	1220	1160
60	1380	1340	1300	1230
65	1450	1410	1370	1290
70	1530	1490	1440	1360
75	1600	1550	1510	1430
80	1680	1630	1580	1500

Додаток 4

Групи працездатного населення залежно від фізичної активності

Групи фізичної активності	Коефіцієнт фізичної активності	Орієнтовний перелік спеціальностей
I - працівники переважно розумової праці, дуже легка фізична активність	1,4	Наукові працівники, студенти гуманітарних спеціальностей, програмісти, контролери, педагоги, диспетчери, працівники пультів управління та інші
II - працівники, зайняті легкою працею, легка фізична активність	1,6	Водії трамваїв, тролейбусів, працівники конвеєрів, пакувальники, швейники, працівники радіоелектронної промисловості, агрономи, медсестри, санітарки, працівники зв'язку, сфери обслуговування, продавці промтоварів та інші
III - працівники середньої тяжкості праці, середня фізична активність	1,9	Слюсарі, наладчики, настроювачі, верстатники, буровики, водії автобусів, лікарі-хірурги, текстильники, взуттєвники, залізничники, продавці продтоварів, водники, апаратники, металурги-доменщики, працівники хімзаводів та інші
IV - працівники важкої фізичної праці, висока фізична активність	2,2	Будівельні робітники, помічники буровиків, прохідники, переважна більшість сільськогосподарських робітників і механізаторів, доярки, овочівники, деревообробники, металурги і ливарники та інші
V - працівники особливо важкої фізичної праці, дуже висока фізична активність	2,5	Механізатори і сільськогосподарські робітники в посівний і збиральний періоди, вальники лісу, бетонярі, муляри, землекопи, вантажники немеханізованої праці та інші

Додаток 5

Добова потреба дорослого населення в білках, жирах, вуглеводах та енергії, мінеральних речовинах і вітамінах (чоловіки)

Таблиця Д 5.1 - Добова потреба дорослого населення в білках, жирах, вуглеводах та енергії (чоловіки)

Група	Коефіцієнт фізичної активності (далі - КФА)	Вік (років)	Енергія (ккал)	Білки (г)		Жири (г)	Вуглеводи (г)
				всього	у тому числі тваринні		
I	1,4	18-29	2450	80	40	81	350
		30-39	2300	75	37	77	327
		40-59	2100	68	34	70	300
II	1,6	18-29	2800	91	45	93	400
		30-39	2650	84	42	88	380
		40-59	2500	80	39	82	360
III	1,9	18-29	3300	106	52	107	478
		30-39	3150	100	47	103	456
		40-59	2950	96	48	96	426
IV	2,2	18-29	3900	108	54	128	566
		30-39	3700	102	51	120	528
		40-59	3500	96	48	113	499

Таблиця Д 5.2 – Добова потреба дорослого населення у мінеральних речовинах (чоловіки)

Група	Кальцій (мг)	Фосфор (мг)	Магній (мг)	Залізо (мг)	Цинк (мг)	Йод (мкг)	Мідь (мг)	Хром (мкг)	Молібден (мкг)	Селен (мкг)	Марганець (мг)
I-V	1200	1200	400	15	15	150	1,0	50	70	70	2,0

Продовження додатка 5

Таблиця Д 5.3 – Добова потреба дорослого населення у вітамінах (чоловіки)

Група	С (мг)	А (мкг РЕ)	Е (мг ТЕ)	Д (мкг)	В ₁ (мг)	В ₂ (мг)	В ₆ (мг)	Ніацин (мг НЕ)	Фолат (мкг)	В ₁₂ (мкг)	Біотин (мкг)	К (мкг)	Пантотенова кислота (мг)
I-V	80	1000	15	5	1,6	2,0	2,0	22	400	3	50	110	5

Примітки:

1. Оптимальне співвідношення білків, жирів і вуглеводів (за масою) в добовому раціоні становить 1:1:4.
2. Рекомендований вміст у раціоні білків тваринного походження відносно загальної кількості білків: для дітей - 60 % і більше, для дорослих - 50 % і більше.
3. Рекомендований вміст білків відносно енергетичної цінності (калорійності) добового раціону для дітей - близько 15 % калорійності, для дорослих - близько 13 % калорійності; вміст жирів - близько 30 % калорійності.
4. Рекомендований вміст жирів рослинного походження в раціоні харчування - 20 % загальної кількості жирів. Рекомендований вміст поліненасичених та мононенасичених жирних кислот у раціоні - близько 10 % і 10 % калорійності добового раціону відповідно.
5. При розрахунку харчової цінності середньодобових наборів харчових продуктів використовуються такі значення узагальнених втрат: для білка - 11 %, жиру - 12 %, вуглеводів - 10 %.
6. Значення вітаміну А наведені в ретиноловому еквіваленті, вітаміну Е - у токофероловому еквіваленті, вітаміну РР (ніацину) - у ніациновому еквіваленті, фолата - за птероїлполіглутаміновою кислотою.
7. Для перерахунку різних форм вітамінних препаратів використовуються такі коефіцієнти:
 1 мкг ретинолового еквіваленту (РЕ) = 1 мкг ретинолу = 1,14 мкг ретинол ацетату = 1,82 мкг ретинол пальмітату = 3,3 МО або 6 мкг каротину;
 1 мг токоферолового еквіваленту (ТЕ) = 1 мг токоферолу = 1,49 мг токоферол ацетату = 1,49 МО;
 1 мг тіаміну = 1,27 мг тіаміну хлориду = 1,64 мг тіаміну броміду = 1,8 мг тіаміну дифосфату;
 1 мг рибофлавіну = 1,21 мг флавіну мононуклеотиду;
 1 мг ніацинового еквіваленту (НЕ) = 1 мг ніацину або 60 мг триптофану в раціоні;
 1 мг піридоксалу = 1,21 мг піридоксаль гідрохлориду = 1,45 мг піридоксаль фосфату;
 1 мг аскорбінової кислоти = 1,12 мг аскорбату натрію = 1,21 аскорбату кальцію;
 1 мкг птероїлмоноглутамінової кислоти (синтетичної фолієвої кислоти) = 2 мкг птероїлмоноглутамінової кислоти (природної фолієвої кислоти), що міститься в харчових продуктах;
 1 мкг вітаміну Д = 40 МО.

РЕ (ретиноловий еквівалент) - одиниця дозування ретинолу (вітаміну А) і пов'язаних з ним речовин, наприклад, бета-каротину. Один РЕ еквівалентний 5 міжнародним одиницям (IU) або 1,5 мікрограма ретинолу.

МО - міжнародна одиниця (іноді - одиниця дії, ОД) - це одиниця виміру дози речовини, що ґрунтується на його біологічній активності.

Додаток 6

Добова потреба дорослого населення в білках, жирах, вуглеводах та енергії, мінеральних речовинах і вітамінах (жінки)

Таблиця Д 6.1 – Добова потреба дорослого населення в білках, жирах, вуглеводах та енергії (жінки)

Група	КФА	Вік (років)	Енергія, ккал	Білки, г		Жири, г	Вуглеводи, г
				всього	у тому числі тваринні		
I	1,4	18-29	2000	61	30	62	300
		30-39	1900	59	29	60	280
		40-59	1800	58	28	58	240
II	1,6	18-29	2200	66	34	70	326
		30-39	2150	65	32	70	315
		40-59	2100	63	32	66	313
III	1,9	18-29	2600	76	40	80	394
		30-39	2550	74	39	83	377
		40-59	2500	72	38	80	373
IV	2,2	18-29	3050	87	46	90	473
		30-39	2950	84	45	85	462
		40-59	2850	82	43	85	439

Таблиця Д 6.2 – Добова потреба дорослого населення у мінеральних речовинах (жінки)

Група інтенсивності праці	Кальцій (мг)	Фосфор (мг)	Магній (мг)	Залізо (мг)	Цинк (мг)	Йод (мкг)	Селен (мкг)	Мідь (мг)	Марганець (мг)	Хром (мкг)	Молібден (мкг)
I-IV	1100	1200	500	17	12	150	50	1	2	50	70

Продовження додатка 6

Таблиця Д 6.3 – Добова потреба дорослого населення у вітамінах
(жінки)

Група	КФА	С (мг)	А (мкг РЕ)	Е (мг ТЕ)	Д (мкг)	В ₁ (мг)	В ₂ (мг)	В ₆ (мг)	Ніацин (мг НЕ)	Фолат (мкг)	В ₁₂ (мкг)	Біотин (мкг)	К (мкг)	Пантотенова кислота (мг)
I-IV		70	1000	15	5	1,3	1,6	1,8	16	400	3	50	100	5

Додаток 7

Рекомендовані норми споживання мінорних та біологічно активних речовин їжі із встановленою фізіологічною дією на організм (для дорослого населення)

Назва речовини	Кількість (на добу)
Вітаміни та вітаміноподібні речовини	
Каротиноїди (мг)	15
у тому числі β -каротин (мг)	5
Інозит (мг)	500
L-Карнітин (мг)	300
Коензим Q10 (мг)	30
Ліпоєва кислота (мг)	30
Оротоєва кислота (B ₁₃) (мг)	300
Холін (мг)	500
Метилметіонін-сульфоній (мг)	180
Пара-амінобензойна кислота (мг)	100
Флавоноїди (мг)	250 (у тому числі катехінів - 100)
Ізофлавоони, ізофлавоноглікозиди (мг)	50
Рослинні стерини (фітостерини) (мг)	270
Глюкозамін сульфат (мг)	700

Навчальне видання

Методичні вказівки
до практичної роботи
«Розрахунок енерговитрат людини»
з дисципліни «Виробнича санітарія»
для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»
спеціалізації 263-1 «Охорона праці»
денної та заочної форм навчання

Укладач:

ВАСЬКОВЕЦЬ Людмила Антонівна

Відповідальний за випуск проф. *Березуцький В.В.*

Роботу до видання рекомендувала проф. *Пономаренко О. І.*

Редактор О. С. Самініна

План 2018 р., поз. 32.

Підписано до друку 13.07.2018. Формат 60х84 1/16 Папір офсет. Riso-друк. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 2,0 . Наклад 50 прим. Зам № 11/08. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

Видавець ФОП Панов А.М. Свідоцтво ДК № 4847 від 06.02.2015 р.
Надруковано в поліграфцентрі «Влавке»
Харків, вул. Жон Мироносець, 10, оф. 6
Тел. +38 (057) 714-06-74, +30 (050) 976-32-87
copy@vlavke.com, <http://vlavke.com.ua>