

## ХАРАКТЕРИСТИКА РОЗУМОВОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СТАРШОКЛАСНИКІВ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗНИХ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ

*Сотнікова-Мелешкіна Ж. В.<sup>A,C,D,E,F</sup>, Дудник І. В.<sup>B,C,D,E</sup>, Реброва Ю. В.<sup>B,C,D</sup>,  
Аржанніков І. С.<sup>B,C</sup>*

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті;  
E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

**Вступ.** Зростання інформаційного навантаження в умовах впровадження новітніх освітніх програм висуває підвищені вимоги до психофізіологічних можливостей організму школярів, створює серйозні емоційні, когнітивні та фізичні проблеми. Розумова працездатність розглядається як характеристика здатності індивідуума до виконання навчальної діяльності та прогностичний критерій розвитку втими.

**Мета.** Визначити динамічні особливості показників розумової працездатності в умовах впровадження традиційної та меритократичної освітньої програми.

**Матеріали та методи.** У дослідженні прийняли участь 56 учнів 9-го року навчання, розподілених на 2 групи у залежності від освітньої програми. Рівень розумової працездатності оцінювався за допомогою коректурних проб В. Анфімова упродовж циклу вивчення предметів різного рівня важкості та освітніх галузей із одночасною оцінкою учбового розкладу. При статистичній обробці даних використано однофакторний дисперсійний аналіз та t-тест у програмному пакеті IBM SPSS Statistics 20.

**Результати.** Аналіз розумової працездатності учнів різних статевих груп виявив більш високий її рівень у дівчат за кількісним ( $437,75 \pm 5,14$  зн.), якісним ( $7,20 \pm 0,24$  пом.) та комплексним показником ( $38,23 \pm 0,53$  ум. од.;  $p < 0,01$ ). Визначено ступінь впливу освітньої програми на точність та продуктивність; виду предмету – на кількість простежених знаків та помилок, коефіцієнт продуктивності розумової праці; дню тижня – на вихідний та кінцевий рівень обсягу і точності виконання проби ( $p < 0,001$ ). Встановлено, що найбільш продуктивними є уроки з 2-го по 4-й, день – понеділок, предмети – українська та англійська мови. Найменшу продуктивність розумової праці виявлено на уроках геометрії та інформатики, найкритичнішим визначався 7-й урок та дні з максимальним учбовим навантаженням. За умов меритократичної системи реєструвався нижчий рівень точності незалежно від освітньої галузі та важкості предмету ( $p < 0,01$ ) і продуктивності праці із її істотним спаданням за освітніми галузями «Мови і літератури» та «Природознавство» і зростанням на 10 % після уроків математичного профілю.

**Висновки.** Встановлено статеві особливості розумової працездатності, а також вплив освітньої програми, типу предмету за освітньою галуззю та важкістю, місця уроку у денному і тижневому розкладі на якість та продуктивність виконання роботи. За умов впровадження меритократичної системи був сформований більш сприятливий розклад навчальних занять, що забезпечує ефективніше засвоєння учбового матеріалу.

Вмотивованість учнів та обґрунтований підхід до їх відбору для навчання за певною освітньою програмою з означеною перспективою щодо набуття базових знань для опанування майбутньої професії забезпечує зростання інтенсивності та продуктивності розумової праці школярів на етапі переходу до профільного навчання

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** *учні, розумова працездатність, меритократична система*

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Сотнікова-Мелешкіна Жанна Владиславівна**, д. мед. н., доцент, завідувач кафедри гігієни та соціальної медицини медичного факультету, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 6, Харків, Україна, 61022; e-mail: zhanna.v.sotnikova@karazin.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5534-8264>

**Дудник Ірина Володимирівна**, асистент кафедри гігієни та соціальної медицини медичного факультету, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 6, Харків, Україна, 61022; e-mail: irina.v.dudnik@karazin.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8722-3108>

**Реброва Юлія Володимирівна**, асистент кафедри гігієни та соціальної медицини медичного факультету, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 6, Харків, Україна, 61022; e-mail: yuliyarebrova@karazin.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6755-5930>

**Аржанніков Іван Сергійович**, асистент кафедри гігієни та соціальної медицини медичного факультету, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 6, Харків, Україна, 61022; e-mail: ivanarzhannikov@karazin.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4622-7425>

*Для цитування:*

**Сотнікова-Мелешкіна ЖВ, Дудник ІВ, Реброва ЮВ, Аржанніков ІС.** ХАРАКТЕРИСТИКА РОЗУМОВОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СТАРШОКЛАСНИКІВ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗНИХ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Медицина». 2022: 44; С. 76–89. DOI: 10.26565/2313-6693-2022-44-06

## ВСТУП

Освіта спрямована на всебічний розвиток особистості та має бути адаптованою до рівня розвитку учнів. Зростання інформаційного навантаження спричинене впровадженням новітніх технологій та освітніх програм, вибором професії та стилем викладання, висуває підвищені вимоги до рівня розумового розвитку і психофізіологічних можливостей організму школярів, створює серйозні емоційні, когнітивні та фізичні проблеми, погіршує якість сну [1–9]. Надмірне навчання, що виявляється у кількості запропонованих предметів з індексом високої складності, перешкоджає швидкості виконання завдань, утримання уваги, розуміння та запам'ятовування інформації, здатності вчитися, знижує ефективність та якість роботи, що впливає на академічний результат учнівської молоді [1, 6–8, 10, 11].

Процеси навчання та запам'ятовування тісно пов'язані зі здатністю вибірково концентруватися на дискретному аспекті інформації, ігноруючи при цьому іншу інформацію, що сприймається [12]. Складні завдання вимагають значної уваги та потребують включення кількох виконавчих функцій вищого порядку, що залежать від префронтальної кори (робоча пам'ять, когнітивна гнучкість або планування) [4].

Найкраще розуміння того, як мозок розподіляє розумові ресурси в залежності від складності завдання, має вирішальне значення для підвищення продуктивності людини. Вимірювання розумового навантаження є складним, оскільки воно є взаємодією між вимогами навколишнього середовища (вхідне навантаження), людськими характеристиками (здібностями) та виконанням завдання (результатом). Таким чином, облік лише характеристик задачі вже не дозволяє судити про рівень розумового навантаження у людини [4].

Розумова втома є поєднанням як психологічного, так і біологічного стану зниження продуктивності через тривалий час виконання важкого когнітивного завдання або недовготривалого, якщо воно вимагає постійних зусиль [13]. Розумова втома є психобіологічним станом з суб'єктивними (посилення почуття втоми), поведінковими (зниження мотивації або збільшення часу реакції) та фізіологічними (зміни сигналу електроенцефалограми) похідними у людей. Цей стан супроводжується відповідною роллю емоційних (наприклад, тривога чи стрес) та когнітивних (наприклад, робоча пам'ять або когнітивна гнучкість) аспектів [14].

На розумову втому впливають кілька супутніх змінних: складність завдання, залученість, тривалість та ін. [14]. Загалом, за винятком депривації, є декілька факторів, які можуть викликати розумову втому, один з них – виснаження обмежених ресурсів з часом і нездатність їх розподілити, що фізіологічно проявляється зменшенням мозкового кровотоку після виконання когнітивного завдання [15–18]. Другим фактором розвитку розумової втоми постає мотивація, за наявності якої не виникає ефекту розумової втоми, відновлюється продуктивність до вихідного рівня, а за відсутності – зникає бажання виконувати конкретне завдання, людина більше і легше відволікається при його виконанні [13, 19].

Розумова працездатність розглядається як характеристика здатності індивідуума до виконання конкретної розумової діяльності і використовується у наукових дослідженнях як прогностичний критерій розвитку втоми [1–3, 6, 20, 21]. У вітчизняних дослідженнях у якості головного інструменту досліджень щодо визначення ознак розумової втоми використовують коректурні проби В. Я. Анфімова із подальшим аналізом обсягу, точності та продуктивності роботи [1–3, 20, 22, 23].

Проте до сьогодні залишається невирішеним питання визначення впливу чинників навчального процесу на формування втому у школярів за умов здобуття середньої освіти за різними навчальними проєктами. Саме це і обумовило мету дослідження: визначити динамічні особливості показників розумової працездатності в умовах впровадження традиційної та меритократичної освітньої програми.

## **МАТЕРІАЛИ Й МЕТОДИ**

У дослідженні прийняли участь 56 учнів 9-го року навчання за наявності інформаційних згод батьків, із додержанням вимог Гельсінської декларації та прав біоетики. У залежності від системи навчання школярів було розподілено на 2 групи: ТО – група дітей, що здобувала середню освіту за традиційною системою, МО – за меритократичною освітньою програмою.

Рівень розумової працездатності оцінювався за допомогою коректурних проб В. Я. Анфімова за кількісним (обсяг переглянутих знаків), якісним (точність виконаної роботи за кількістю помилок на 500 переглянутих знаків) та комплексним показником (коефіцієнт продуктивності) в умовах різних форм освітнього процесу [23, 24]. Дослідження проведено упродовж циклу вивчення 11-ти предметів різного рівня важкості (від 4 до 10 балів) за ранговою шкалою та 5-ти освітніх галузей («Мови і літератури», «Суспільствознавство», «Математика», «Природознавство», «Технології») з визначенням денної та тижневої динаміки. Розклад навчальних занять оцінено за динамікою сумарного денного та тижневого навчального навантаження підлітків у годинах та у балах із побудовою відповідних кривих на основі стандартної шкали важкості предметів [25]. При статистичній обробці даних використано однофакторний дисперсійний аналіз та t-тест у

програмному пакеті IBM SPSS Statistics 20.

## **РЕЗУЛЬТАТИ**

Аналіз розумової працездатності учнів різних статевих груп виявив більш високий її рівень у дівчат за кількісним, якісним та комплексним показником ( $437,75 \pm 5,14$  знаків,  $7,20 \pm 0,24$  помилок,  $38,23 \pm 0,53$  ум.од. на початку уроку і  $433,64 \pm 5,21$  знаків,  $7,58 \pm 0,25$  помилок та  $37,65 \pm 0,54$  ум.од. – наприкінці заняття;  $p < 0,01$ ).

За допомогою однофакторного дисперсійного аналізу було визначено ступінь впливу чинників навчального процесу на кількісний, якісний та комплексні показники розумової працездатності учнів. Встановлено, що тип освітньої програми впливав на точність та продуктивність розумової працездатності на початку (відповідно  $F = 222,4$  та  $F = 18,0$ ;  $p < 0,001$ ) та після уроку (відповідно  $F = 218,9$  та  $F = 24,5$ ;  $p < 0,001$ ), а також показник адаптивності школярів ( $F = 8,03$ ;  $p = 0,004$ ). Так, при традиційній системі навчання визначалась більш висока та стабільна точність виконання коректурних проб ( $5,68$ – $5,86$  помилок на 500 простежених знаків), а також продуктивність розумової працездатності ( $35,29$ – $35,72$  ум. од.;  $p < 0,01$ ).

Визначено вплив виду предмету на кількість простежених знаків ( $F = 3,1$ ;  $p < 0,001$ ), кількість помилок ( $F = 3,9$ ;  $p < 0,001$ ) та коефіцієнт продуктивності розумової працездатності наприкінці уроку ( $F = 2,5$ ;  $p = 0,004$ ). Як показано на рис. 1–2, максимальний обсяг простежених знаків визначався після уроків хімії та англійської мови (відповідно  $422,85 \pm 16,86$  та  $428,55 \pm 9,04$  знаків) у поєднанні з низькою якістю виконання роботи (відповідно  $9,96 \pm 0,90$  та  $9,39 \pm 0,46$  помилок;  $p < 0,001$ ), але високою продуктивністю ( $36,04 \pm 0,93$  та  $35,27 \pm 1,70$  ум.од.;  $p = 0,004$ ).

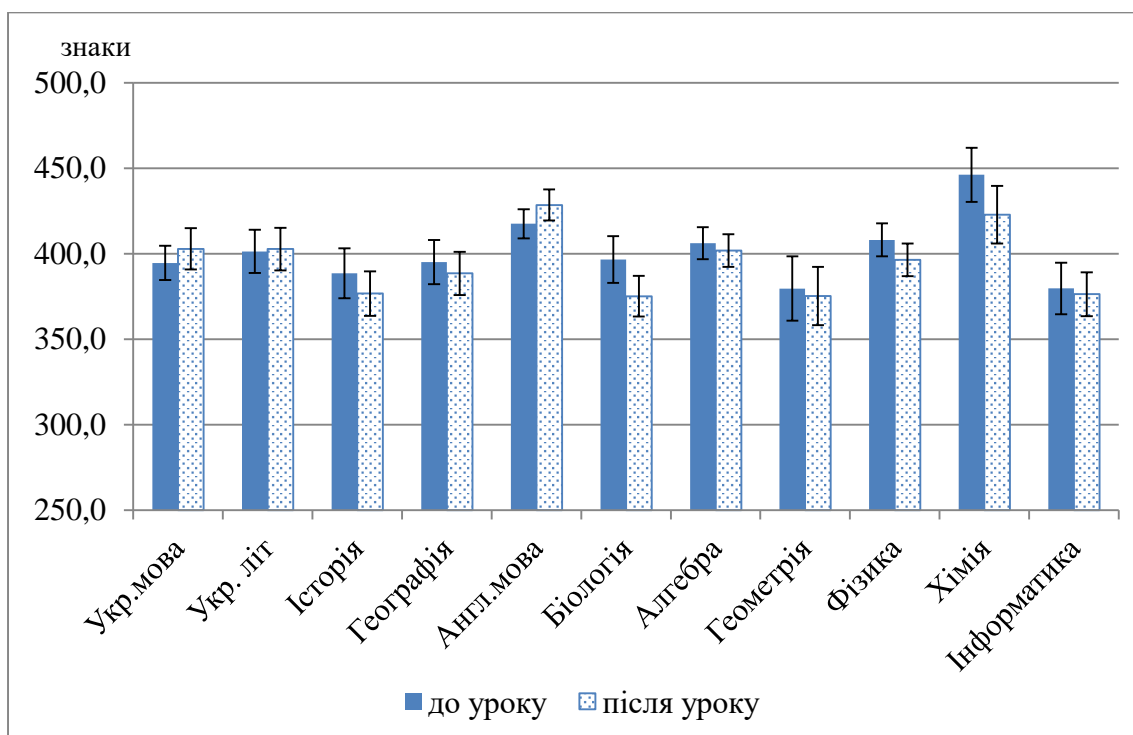


Рис. 1. Кількісна характеристика розумової працездатності при вивченні предметів за різним напрямом (за кількістю простежених знаків)

Fig. 1. Quantitative characteristics of mental capacity in the study of subjects in different directions (by the number of traced signs)

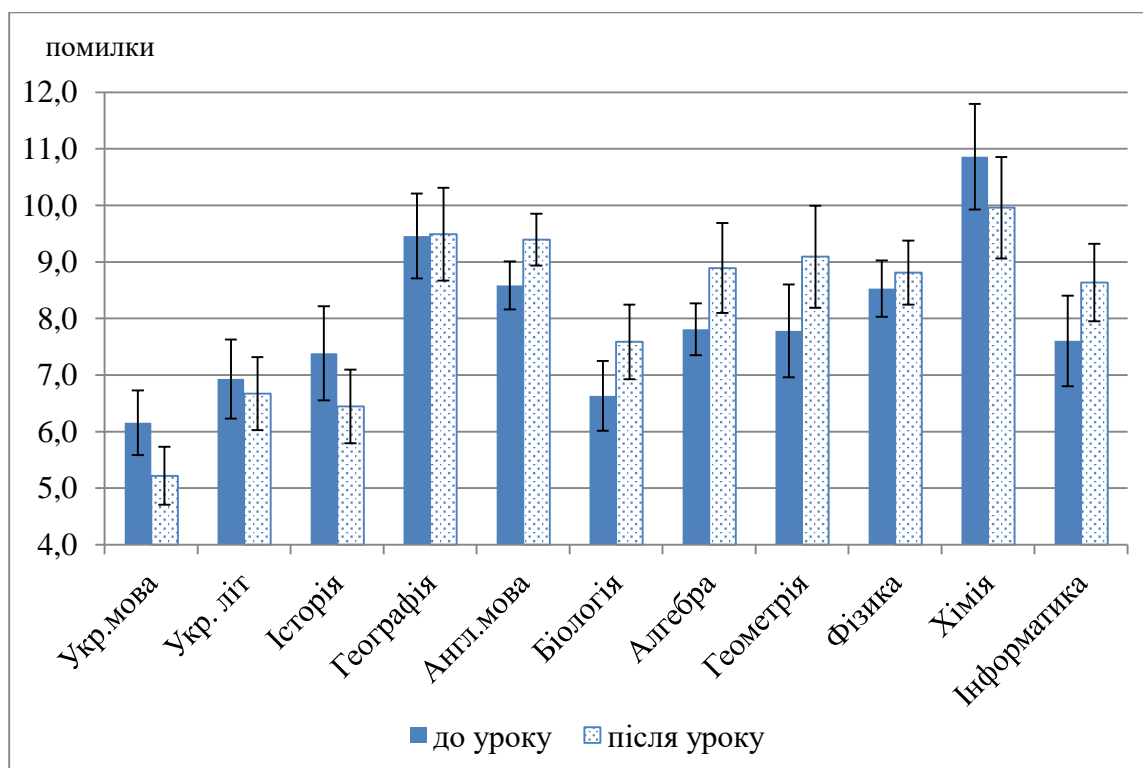


Рис. 2. Якісна характеристика розумової працездатності при вивченні предметів за різним напрямом (за кількістю помилок)

Fig. 2. Qualitative characteristics of mental capacity in the study of subjects in different directions (by number of errors)

Експертиза розкладу занять випускників базової школи встановила перевищення допустимої сумарної кількості навчальних занять на 2 години на тиждень незалежно від освітньої програми, а також більшу кількість предметів високої складності (алгебра, геометрія та англійська мова) при меритократичній системі навчання та низької важкості (Основи здоров'я, фізичне виховання) – при традиційній програмі. Але саме за умов впровадження меритократичної системи був сформований більш сприятливий розклад навчальних занять, що відповідає фізіологічній динаміці розумової працездатності. Крім того заняття з алгебри, геометрії та англійської мови у

групі ТО дуже часто відбувались на першому та шостому-сьомому уроках, у тому числі спарені, тоді як при МО вони проводились на другому-п'ятому уроках у період найвищої активності розумової діяльності, що у поєднанні із правильним чергуванням предметів різних освітніх галузей забезпечувало найменші психофізичні затрати організму.

Комплексна характеристика тижневої динаміки розумової працездатності (рис. 3) свідчила про максимальний рівень продуктивності розумової праці у понеділок як до (КП0 –  $37,65 \pm 0,65$  ум. од.), так і після уроку (КП1 –  $35,40 \pm 0,66$  ум. од.;  $p < 0,05$ ), який забезпечувався за рахунок високого обсягу виконаної роботи на тлі найнижчої точності.

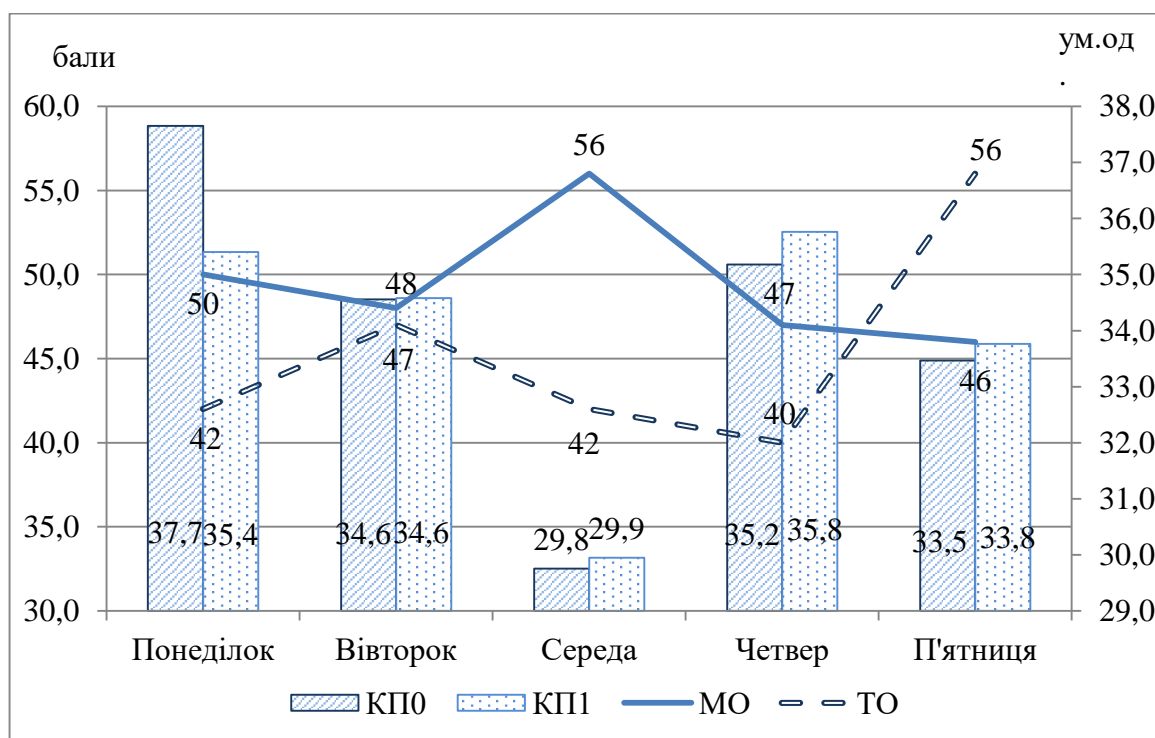


Рис. 3. Тижнева динаміка навчального навантаження та продуктивності розумової праці.

Fig. 3. Weekly dynamics of study load and mental productivity.

Встановлено вплив дня тижня на всі показники розумової працездатності: вихідний та кінцевий рівень обсягу роботи (відповідно  $F = 24,2$  та  $F = 11,2$ ;  $p < 0,001$ ), точності виконання проби (відповідно  $F = 13,0$  та  $F = 16,4$ ;  $p < 0,001$ ). При цьому найбільш продуктивним днем за коефіцієнтом розумової працездатності визначався понеділок ( $37,65 \pm 0,65$  ум. од.) за рахунок якісного показника, а

найнижчий рівень розумової працездатності реєструвався у середу ( $29,76 \pm 0,78$  ум. од.;  $F = 16,6$ ;  $p < 0,001$ ). Оскільки згідно з Санітарним регламентом для закладів загальної середньої освіти [26] висуваються певні вимоги щодо розподілу навантаження упродовж тижня нами було проаналізовано цю характеристику організації освітнього процесу у залежності від системи освіти.

Встановлено, що у дні з максимальним навчальним навантаженням за шкалою важкості предметів [25] реєструвалася нижча продуктивність праці як на початку, так і після уроку: у середу – для учнів, що навчалися за умов меритократичної системи, та у п'ятницю – за традиційною програмою.

Важливим критерієм оцінки розкладу занять є відповідність місця уроків, що вимагають значного розумового напруження, часу із найбільш високою продуктивністю розумової праці упродовж дня. Тому нами було оцінено динаміку розумової працездатності упродовж навчального дня, а також рівень впливу на її показники місця уроку. Встановлено залежність точності виконання коректурної проби та продуктивності розумової праці від цього критерію на початку (відповідно  $F = 4,1$ ;  $p = 0,001$  та  $F = 2,3$ ;  $p = 0,035$ ) та після уроку (відповідно  $F = 4,3$ ;  $p < 0,001$  та  $F = 3,7$ ;  $p = 0,003$ ). При цьому найвища кількість простежених знаків реєструвалась на початку 2–4 уроків, точність – упродовж першого уроку, а продуктивність – на першому та третьому уроках.

Найбільшої уваги заслуговує сьомий урок, ще перед початком якого у школярів

визначалася найнижча точність ( $9,74 \pm 0,80$  пом.;  $p < 0,01$ ), упродовж його відбувалось істотне зниження усіх показників розумової працездатності і, як наслідок – найкритичніші значення наприкінці уроку обсягу роботи ( $375,79 \pm 17,04$  зн.), кількості помилок ( $13,78 \pm 1,14$  пом.;  $p < 0,05$ ) та коефіцієнту продуктивності ( $29,10 \pm 1,74$  ум. од.;  $p < 0,01$ ). Проте саме на цьому уроці мали місце проведення алгебри, геометрії та англійської мови, які згідно з ранговою шкалою предметів є найбільш важкими (відповідно 10, 10 та 8 балів), що, відповідно, і спровокувало негативні зміни показників розумової працездатності. Низький вихідний рівень обсягу та продуктивності розумової роботи реєструвався також перед п'ятим уроком (відповідно  $380,92 \pm 8,54$  зн. та  $32,23 \pm 0,87$  ум. од.;  $p < 0,01$ ), проте упродовж його відбувалось незначне покращення цих показників із подальшим поступовим відновленням до вихідного рівня.

З метою визначення можливих причин щодо особливостей показників розумової працездатності учнів за умов різних систем освіти було проведено поглиблений аналіз за групами предметів з різних освітніх галузей та за їх важкістю (табл. 1).

Таблиця 1

Table 1

## Характеристика розумової працездатності у залежності від освітньої галузі

## Characteristics of mental capacity depending on the field of education

Показник	Освітня галузь	Меритократична система		Традиційна система	
		До уроку	Після уроку	До уроку	Після уроку
Кількість простежених знаків	Мови і літератури (n = 468)	419,38 ± 11,72	403,41 ± 13,16	400,97 ± 6,19	415,3 ± 6,14
	Математика (n = 320)	379,07 ± 15,57*	413,1 ± 15,05	415,25 ± 8,26	380,72 ± 8,66#
	Природознавство (n = 519)	430,64 ± 11,66**	391,65 ± 11,16#	390,26 ± 6,07	395,41 ± 6,22
Кількість помилок	Мови і літератури (n = 468)	10,84 ± 0,50**	12,52 ± 0,60#	5,78 ± 0,33 **	5,39 ± 0,32
	Математика (n=320)	10,76 ± 0,64**	11,85 ± 0,75	5,38 ± 0,41 **	6,58 ± 0,44
	Природознавство (n=519)	12,23 ± 0,55**	13,07 ± 0,59	5,81 ± 0,32 **	5,49 ± 0,31
Коефіцієнт продуктивності, ум.од.	Мови і літератури (n = 468)	34,15 ± 1,18	31,96 ± 1,32**	35,6 ± 0,65	37,27 ± 0,64
	Математика (n = 320)	30,50 ± 1,51**	33,47 ± 1,49	37,35 ± 0,91	33,16 ± 0,93 ##
	Природознавство (n = 519)	34,57 ± 1,15	30,68 ± 1,10**#	34,55 ± 0,66	35,30 ± 0,69

**Примітка:** при порівнянні з традиційною системою навчання (\* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ); у динаміці уроку (# –  $p < 0,05$ ; ## –  $p < 0,01$ )

Для учнів, що навчаються за умов меритократичної системи був характерний вищий рівень кількісного показнику на початку предметів природознавчої освітньої галузі з високим рівнем складності (хімія та фізика), нижчий рівень точності виконання роботи незалежно від освітньої галузі та важкості предмету ( $p < 0,01$ ) та продуктивності праці із її істотним спаданням за освітніми галузями «Мови і літератури» та «Природознавство» і зростанням продуктивності на 10 % після уроків математичного профілю. Проте саме за умов традиційної освіти відмічалась негативна динаміка кількісного ( $p < 0,05$ ) та комплексного показників ( $p < 0,01$ ) упродовж уроків математичного профілю, що характеризуються максимальним рівнем складності – 10 балів за ранговою шкалою.

## **ОБГОВОРЕННЯ**

Надмірні розумові або фізичні навантаження можуть виступати причиною розвитку втоми. На відміну від фізичної втоми, яка викликає порушення традиційних фізіологічних критеріїв (наприклад, частоти серцевих скорочень, лактату в крові або поглинання кисню) і, відповідно, може бути легко зареєстрована за допомогою стандартних методик, розумова втома не пов'язана з цими порушеннями, що потребує іншого підходу до її вивчення [14].

Конструкція розумового навантаження передбачає, що перцептивна, когнітивна та/або сенсомоторна діяльність мозку, пов'язана із завданням, споживає певну кількість розумових ресурсів пропорційно до складності завдання [4]. Для їх вимірювання пропонується використовувати кількісну оцінку споживання енергії на кількох клітинних рівнях мозку, неінвазивні методи функціональної візуалізації головного мозку, точне вимірювання нейроваскулярного зв'язку за допомогою fNIRS (функціональної ближньо-інфрачервоної спектроскопії) як нейрофізіологічного маркеру для кількісної оцінки змін активності мозку у певних областях [4].

Díaz-García J. та співавтори (2022) настійно рекомендують використовувати комбінацію кількох похідних (суб'єктивних, поведінкових та фізіологічних)

розумової втоми як найкращий підхід до виявлення її наявності, оскільки, наприклад, когнітивна діяльність не обов'язково знижується при розумовій втомі через дію системи компенсаторних зусиль. Отже, використання різних показників розумової втоми може виявити її причини або пояснити чому вона погіршує працездатність [14].

Для визначення рівня втоми у дослідженні Kimura T. (2020) запропоновано використання методики суб'єктивної оцінки розумового навантаження одночасно з оцінкою робочої пам'яті, електроенцефалограми, варіабельності серцевого ритму, рівню провідності шкіри та температури барабанної перетинки під час виконання завдання [27], Giorgi A. (2021) – за допомогою сигналів електрошколографії, електродермальної активності та фотоплетизмографії [24], Herlambang M. V. та співавтори (2019) – за фізіологічними показниками (варіабельність серцевого ритму, діаметр зіниці, миготіння, рухи очей з відеодистрактором) та суб'єктивні показники втоми та розумової напруги [13]. Аналіз біометричних даних (головний мозок, серце, провідність шкіри) сигналів довели свою ефективність у розпізнанні різних стадій розумової втоми за допомогою вимірювання біометричних даних – електроенцефалографії, частоти серцевих скорочень, варіабельності серцевого ритму, фотоплетизмографії та електрошкіряної активності [28]. Але найбільша кількість науково-дослідницьких робіт базуються на відстеження змін нервової активності за допомогою електроенцефалографії, яка вважається золотим стандартом оцінки розумової втоми [28].

За результатами вивчення найбільш репрезентативних електронних баз даних PubMed, WOS, Scopus, SPORTDiscus та PsycINFO щодо аналізу наявних інструментів для аналізу розумового навантаження та втоми групою дослідників [14] встановлено найчастіше використання суб'єктивних шкал для кількісної оцінки розумового навантаження та втоми з невеликою присутністю поведінкових та об'єктивних методів.

На наш погляд для повної та якісної оцінки втоми слід виокремлювати 2 групи методик: ті, що безпосередньо

використовуються для провокування втоми та способи реєстрації її ознак. Згідно із дослідницькими протоколами до тестів, що викликають стомлення може бути включено 50-хвилинні експерименти з короткостроковою пам'яттю, 1-годинні завдання на слухову пильність, 90-хвилинне моделювання водіння, 2-годинні арифметичні завдання [28], паперово-олівцеві тести з тривимірними прямокутними фігурами з 10 блоків [29], теплінг-тести [11, 20, 30, 31], батарея шкал сонливості Стенфорда, цифрового декодування, короткочасної пам'яті, критичної частоти злиття мерехтіння [32], комплексне виконання 3-х завдань: N-back, що імітує офісну діяльність із навантаженням на робочу пам'ять (впізнання літер на екрані пристрою), Doctor Game (на розвиток дрібної моторики), Webcall (для відтворення випадку дистанційної роботи) [24, 28]. Kimura T. пропонує використовувати читання кількох текстів з веб-новин, книг та звітів уряду Японії розміром по 1600–1800 знаків, розділених на 8 слайдів, та збирати відповіді на питання, пов'язані з цими текстами [27]. Серед молодих пілотів-курсантів з національної школи цивільної авіації у Франції була застосована Кембриджська батарея нейропсихологічних автоматизованих тестів, що включали тести для оцінки здатності підтримувати та оновлювати просторову інформацію у робочій пам'яті [4].

Для оцінки розумового навантаження використовується індекс навантаження, шкала суб'єктивного розумового навантаження, а серед критеріїв, що характеризують рівень розумової працездатності та втоми виокремлюють показники інтенсивності та точності роботи, зворотний показник ефективності та індекс продуктивності [1, 14, 23–25]. У нашому дослідженні рівень розумового навантаження, що провокує розвиток втоми, було оцінено шляхом аналізу учбового розкладу із визначенням денної та тижневої динаміки на основі стандартної шкали важкості предметів [25], а для групової оцінки розумової працездатності навчальних колективів обрано двохвилинну коректурну пробу В. Я. Анфімова, яка на відміну від вище зазначених методик характеризується

простотою у виконанні, швидкістю у обробці бази даних та можливістю визначати групу критеріїв, що характеризують не тільки працездатність, а й її складову та динамічні зміни.

Вітчизняними дослідниками встановлено високу продуктивність розумової праці в учнів у 1-й половині дня на початку навчального тижня [22], у вчителів відрізнялась у залежності від фахового спрямування, рівня професіоналізму та віку [23]. Нами встановлено не тільки найвищий рівень цього показника на початку тижня, а ще залежність тижневої динаміки від розподілу начального навантаження із її спадом у дні з максимальним навчальним навантаженням за шкалою важкості предметів у середу у групі МО та у п'ятницю – у групі ТО.

У наукових роботах представлено результати визначення статево-вікових особливостей пізнавальних психічних процесів та ефективності розумової роботи за різних погодних умов [11]. За нашими результатами вищий рівень розумової працездатності реєструвався у дівчат за всіма показниками, що співпадає з результатами попередніх досліджень, а також даними Zayed K., Jansen P. (2019), які встановили кращі результати тестів на робочу пам'ять серед дівчат під час оцінки організації навчального процесу на уроках математики, природознавства та арабської мови [33, 34]. Натомість у дослідженні van Tetering M. та співавторів (2019), що стосувалось виявлення гендерних особливостей при виконанні тривимірного обертання з метою оцінки навичок ментальної трансформації у віковій групі 7–12 років з цим завданням краще впоралися хлопці, а у дівчаток була більша кількість помилок, тоді як у старшому віці істотного переважання якості виконання завдання серед хлопців не визначалось [29]. Ці дослідники наголошували і на важливості поліпшення результатів у математичних досягненнях та у дисциплінах, пов'язаних зі STEM-освітою, яка позиціонується при меритократичній освіті як провідний тренд модернізації українських національних освітніх систем для безперервної підготовки фахівців у галузі converging NBIC-технологій. Концепція STEM полягає у розвитку інтересу школярів до предметів



природничої, математичної освітньої галузі, англійської мови, формуванні винахідницьких навичок [29, 35].

Нами встановлено, що підвищений рівень навчального навантаження, характерний для меритократичної освітньої програми супроводжувався нижчою точністю та продуктивністю розумової праці, але й одночасно позитивною динамікою розумової працездатності за кількісною та комплексною характеристикою під час вивчення найбільш складних предметів математичної освітньої галузі, що могло свідчити про достатній рівень мотивації під час занять з профільних предметів. В свою чергу датські дослідники встановили, що такі когнітивні функції, як робоча та епізодична пам'ять, стійка увага та швидкість обробки асоціюються з кращими показниками математики та читання [36]. Результати показують, що симпатія до математики передбачає вибір складніших (а не легких) математичних задач, а також потужний вплив інтересу як на готовність докладати більше зусиль, так і на відчуття меншої втоми, відновлення продуктивності до вихідного рівня за наявності мотивації [13, 19, 37].

Таким чином учні, що пройшли спеціальний відбір ще на початку навчання (у нашому дослідженні – це відбір дітей для навчання за меритократичною системою освіти) та мають достатній рівень мотивації у навчанні

спроможні виконувати більш складні завдання з вищим рівнем розумової працездатності за умов відповідного профілю предмету. Надійні інструменти оцінки розумової втоми та розумової працездатності дозволяють покращити успішність, психічне здоров'я та безпеку учнів.

## **ВИСНОВКИ**

1. Встановлено статеві особливості розумової працездатності, а також вплив освітньої програми, типу предмету за освітньою галуззю та важкістю, місця уроку у денному і тижневому розкладі занять на якість та продуктивність виконання роботи.

2. За умов впровадження меритократичної системи був сформований більш сприятливий розклад навчальних занять, що відповідає фізіологічній динаміці розумової працездатності та забезпечує найменші психофізичні затрати організму, а також ефективніше засвоєння учбового матеріалу.

3. Вмотивованість учнів та обґрунтований підхід до їх відбору для навчання за певною освітньою програмою з означеною перспективою щодо набуття базових знань для опанування майбутньої професії забезпечує зростання інтенсивності та продуктивності розумової праці школярів на етапі переходу до профільного навчання.

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Польша НС, редактор. Розумова працездатність, навчальне навантаження та спосіб життя сучасних школярів: гігієнічні аспекти: монографія. НАМН України, ДУ «Ін-т громад. здоров'я ім. О.М. Марзєєва». Київ: Медінформ; 2018. 214 с.
2. Гозак СВ, Єлізарова ОТ, Шумак ОВ, Філоненко ОО. Залежність розумової працездатності учнів середнього шкільного віку від організації режиму дня. Молодий вчений. 2016; 9.1 (36.1): 50–4.
3. Мізюк МІ, Суслик ЗБ, Єремчук ЯО. Особливості розумової працездатності та успішності учнів старших класів, які розпочали навчання з шести та семирічного віку. Environment & Health. 2018; (1): 73–6. DOI: <https://doi.org/10.32402/dovkil2018.01.073>.
4. Causse M, Chua Z, Peysakhovich V, Del Campo N, Matton N. Mental workload and neural efficiency quantified in the prefrontal cortex using fNIRS. Sci Rep. 2017; (7): 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05378-x>.
5. Jansen EC, Peterson KE, O'Brien L, Hershner Sh, Boolani A. Associations between mental workload and sleep quality in a sample of young adults recruited from a US College Town. Behavioral Sleep Medicine. 2020; 18 (4): 513–522. DOI: <https://doi.org/10.1080/15402002.2019.1626728>.
6. Kurata YB, Lou RM, Bano P, Matias AC. Effects of workload on academic performance among working students in an undergraduate engineering program. Procedia Manufacturing. 2015;(3):3360-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.497>.

7. Okeke NU, Anene NA, Agu NA. Assessment of over-schooling and social skills as determinants of academic achievement among selected private owned secondary schools in Anambra State-Nigeria. *Academic Journal of Current Research*. 2022; 9 (3): 19–27. Available from: <https://cirdjournal.com/index.php/ajcr/article/view/654/607>
8. Ogba FN. Managing relationship between over schooling and students achievement in curriculum content of junior secondary education. *African Journal of Education Management, Teaching and Entrepreneurship Studies*. 2020; 1 (1): 99–112. Available from: <https://ajemates.org/index.php/ajemates/article/view/16/15>
9. Осьмак М. Біоритмологічна організація розумової працездатності школярів. Безпека життєдіяльності, екологія і охорона здоров'я дітей і молоді XXI сторіччя: сучасний стан, проблеми та перспективи: зб. матеріалів Міжнарод. наук. практ. інтернет-конф.; 2016 вер. 29–30; Переяслав-Хмельницький, Україна; 2016. с. 167–171.
10. Omede J, Jimba DN. Perception of parents about the consequence of over-schooling on the cognitive and psychosocial development of the Nigerian child at the private pre- primary schools. *Academic Research Journal of Psychology and Counseling*. 2019; 7 (2): 6–13.
11. Вадзюк СН, Ратинська ОМ. Розумова працездатність у старшокласників при різних погодних умовах. *Фізіологічний журнал*. 2020; 66 (1): 55–62.
12. Ko LW, Komarov O, Hairston WD, Jung TP, Lin CT. Sustained attention in real classroom settings: An EEG study. *Front. Hum. Neurosci*. 2017; (11): 1–10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00388>.
13. Herlambang MB, Taatgen NA, Cnossen F. The role of motivation as a factor in mental fatigue. *Hum Factors*. 2019; 61 (7): 1171–1185. DOI: <https://doi.org/10.1177/0018720819828569>.
14. Díaz-García J, González-Ponce I, Ponce-Bordón JC, López-Gajardo MÁ, Ramírez-Bravo I, Rubio-Morales A, García-Calvo T. Mental load and fatigue assessment instruments: a systematic review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022; (19): 1–16. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19010419>.
15. Gergelyfi M, Jacob B, Olivier E, Zenon A. Dissociation between mental fatigue and motivational state during prolonged mental activity. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2015; (9): 1–15. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00176>.
16. Grillon C, Quispe-Escudero D, Mathur A, Ernst M. Mental fatigue impairs emotion regulation. *Emotion*. 2015; (15): 383–389. DOI: <https://doi.org/10.1037/emo0000058>.
17. Helton WS, Russell PN. Rest is best: The role of rest and task interruptions on vigilance. *Cognition*. 2015; (134): 165–173. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.10.001>.
18. Helton WS, Russell PN. Rest is still best: The role of qualitative and quantitative load of interruptions on vigilance. *Human Factors*. 2017; 59 (1): 91–100. DOI: <https://doi.org/10.1177/0018720816683509>.
19. Hopstaken JF, van der Linden D, Bakker AB, Kompier MAJ. The window of my eyes: Task disengagement and mental fatigue covary with pupil dynamics. *Biological Psychology*. 2015; (110): 100–106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2015.06.013>.
20. Podrigalo L, Iermakov S, Rovnaya O, Zukov W, Nosko M. Peculiar features between the studied indicators of the dynamic and interconnections of mental workability of students. *Journal of Physical Education and Sport*. 2016;16(4):1211-8. DOI: <https://doi.org/10.7752/jpes.2016.04193>.
21. Volanen S-M, Lassander M, Hankonen N, Santalahti P, Hintsanen M, Simonsen N, Raevuori A, Mullaola S, Vahlberg T, But A, Suominen S. Healthy Learning Mind – a school-based mindfulness and relaxation program: a study protocol for a cluster randomized controlled trial. *BMC Psychol*. 2016; 4 (1): 35. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40359-016-0142-3>.
22. Комісова ТС, Мамотенко АВ, Коваленко ЛП. Динаміка розумової працездатності підлітків впродовж навчального тижня. Валеологія: сучасний стан, напрямки та перспективи розвитку : тези доповідей XIV міжнародної наук.-практ. конф.; 2016 квіт. 14–16; Харків – Дрогобич, Україна; Харків : ХНУ, 2016. С. 183–185.
23. Латіна ГО, Калиниченко ДО. Оцінка розумової працездатності вчителів різних педагогічних категорій та фахових груп. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2021;6(33):401-7. DOI: <https://doi.org/10.26693/jmbs06.05.401>.
24. Giorgi A, Ronca V, Vozzi A, Sciaraffa N, di Florio A, Tamborra L, Simonetti I, Aricò P, Di Flumeri G, Rossi D, Borghini G. Wearable technologies for mental workload, stress, and emotional state assessment during working-like tasks: a comparison with laboratory technologies. *Sensors*. 2021; (21): 2332. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21072332>.
25. Полька НС, редактор. Методики гігієнічної оцінки організації навчального процесу у загальноосвітніх навчальних закладах : методичні рекомендації. Київ: ДУ «Інститут гігієни та медичної екології імені О. М. Марзєєва НАМН України; 2015. 38 с.
26. Наказ Міністерства охорони здоров'я України 2205 від 25.09.2020. Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1111-20#Text>.

27. Kimura T, Takemura N, Nakashima Y, Kobori H, Nagahara H, Numao M and Shinohara K. Warmer environments increase implicit mental workload even if learning efficiency is enhanced. *Front. Psychol.* 2020; (11): 568. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00568>.
28. Ramírez-Moreno MA, Carrillo-Tijerina P, Candela-Leal MO, Alanis-Espinosa M, Tudón-Martínez JC, Roman-Flores A, Ramírez-Mendoza RA, Lozoya-Santos JdJ. Evaluation of a fast test based on biometric signals to assess mental fatigue at the workplace – a pilot study. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2021; (18): 11891. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph182211891>.
29. van Tetering M, van der Donk M, de Groot RHM and Jolles J. Sex differences in the performance of 7–12 year olds on a mental rotation task and the relation with arithmetic performance. *Front. Psychol.* 2019;(10):107. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00107>.
30. Aydın L, Kiziltan E, Gundogan NU. Polyphasic temporal behavior of finger-tapping performance: A measure of motor skills and fatigue. *J Mot Behav.* 2016; 48 (1): 72–8. DOI: <https://doi.org/10.1080/00222895.2015.1040111>.
31. Lancia S, Cofini V, Carrieri M, Ferrari M, Quaresima V. Are ventrolateral and dorsolateral prefrontal cortices involved in the computerized Corsi block-tapping test execution? An fNIRS study. *Neurophotonics.* 2018;5(1):011019. DOI: <https://doi.org/10.1117/1.NPh.5.1.011019>.
32. Duan T, Zhang N, Li K, Hou X, Pei J. Study on the preferred application-oriented index for mental fatigue detection. *Int J Environ Res Public Health.* 2018; 15 (11): 2555. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph15112555>.
33. Zayed K, Jansen P. Gender differences and the relationship of motor, cognitive and academic achievement in Omani primary school-aged children. *Front Psychol.* 2018; (9): 2477. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02477>.
34. Даниленко ГМ, Сотнікова-Мелешкіна ЖВ. Вплив організації освітнього процесу на розумову працездатність учнів базової школи. *Вісник Вінницького національного медичного університету.* 2020; 24 (3): 431–441. DOI: [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2020-24\(3\)-15](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2020-24(3)-15).
35. Гавриш ІВ, Ткачов АС. Теоретико-методологічні основи реалізації компетентнісно орієнтованої освіти обдарованих учнів у межах науково-педагогічного проекту «Інтелект України». *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах.* 2017;( 55): 133–141.
36. Geertsens SS, Thomas R, Larsen MN, Dahn IM, Andersen JN, Krause-Jensen M, Korup V, Nielsen CM, Wienecke J, Ritz C, Krstrup P, Lundbye-Jensen J. Motor skills and exercise capacity are associated with objective measures of cognitive functions and academic performance in preadolescent children. *PLoS One.* 2016; 11 (8): e0161960. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161960>.
37. Milyavskaya M, Galla BM, Inzlicht M and Duckworth AL. More effort, less fatigue: the role of interest in increasing effort and reducing mental fatigue. *Front. Psychol.* 2021; (12): 755858. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.755858>.

## REFERENCES

1. Pol'ka NS, redaktor. Rozumova pratsezdattnist', navchal'ne navantazhennia ta sposib zhyttia suchasnykh shkoliariv: hihienichni aspekty: monohrafiia. NAMN Ukrainy, DU «In-t hromad. zdorov'ia im. O.M. Marzieieva». Kyiv: Medinform; 2018. 214 p. [in Ukrainian].
2. Hozak SV, Yelizarova OT, Shumak OV, Filonenko OO. Zalezhnist' rozumovoi pratsezdattnosti uchniv seredn'oho shkil'noho viku vid orhanizatsii rezhymu dnia. *Molodyj vchenyj.* 2016; 9.1 (36.1): 50–4. [in Ukrainian].
3. Miziuk MI, Suslyk ZB, Yeremchuk YaO. Osoblyvosti rozumovoi pratsezdattnosti ta uspishnosti uchniv starshykh klasiv, iaki rozpochaly navchannia z shesty ta seymrichnoho viku. *Environment & Health.* 2018; (1): 73–6. DOI: <https://doi.org/10.32402/dovkil2018.01.073>. [in Ukrainian].
4. Causse M, Chua Z, Peysakhovich V, Del Campo N, Matton N. Mental workload and neural efficiency quantified in the prefrontal cortex using fNIRS. *Sci Rep.* 2017; (7): 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05378-x>.
5. Jansen EC, Peterson KE, O'Brien L, Hershner Sh, Boolani A. Associations between mental workload and sleep quality in a sample of young adults recruited from a US College Town. *Behavioral Sleep Medicine.* 2020; 18 (4): 513–522. DOI: <https://doi.org/10.1080/15402002.2019.1626728>.
6. Kurata YB, Lou RM, Bano P, Matias AC. Effects of workload on academic performance among working students in an undergraduate engineering program. *Procedia Manufacturing.* 2015;(3):3360-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.497>.
7. Okeke NU, Anene NA, Agu NA. Assessment of over-schooling and social skills as determinants of academic achievement among selected private owned secondary schools in Anambra

- State-Nigeria. *Academic Journal of Current Research*. 2022; 9 (3): 19–27. Available from: <https://cirdjournal.com/index.php/ajcr/article/view/654/607>.
8. Ogba FN. Managing relationship between over schooling and students achievement in curriculum content of junior secondary education. *African Journal of Education Management, Teaching and Entrepreneurship Studies*. 2020; 1 (1): 99–112. Available from: <https://ajemates.org/index.php/ajemates/article/view/16/15>.
  9. Os'mak M. Biorytmolohichna orhanizatsiia rozumovoi pratsezdatsnosti shkoliariv. Bezpeka zhyttiediiial'nosti, ekolohiia i okhorona zdorov'ia ditej i molodi KhKhI storichchia: suchasnyj stan, problemy ta perspektyvy: zb. materialiv Mizhnarod. nauk. prakt. internet-konf.; 2016 ver. 29–30; Pereiaslav-Khmel'nyts'kyj, Ukraina; 2016. c. 167–171.
  10. Omede J, Jimba DN. Perception of parents about the consequence of over-schooling on the cognitive and psychosocial development of the Nigerian child at the private pre- primary schools. *Academic Research Journal of Psychology and Counseling*. 2019; 7 (2): 6–13.
  11. Vadziuk SN, Ratyns'ka OM. Rozumova pratsezdatsnist' u starshoklasnykiv pry riznykh pohodnykh umovakh. *Fiziolohichnyj zhurnal*. 2020; 66 (1): 55–62. [in Ukrainian].
  12. Ko LW, Komarov O, Hairston WD, Jung TP, Lin CT. Sustained attention in real classroom settings: An EEG study. *Front. Hum. Neurosci*. 2017; (11): 1–10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00388>.
  13. Herlambang MB, Taatgen NA, Clossen F. The role of motivation as a factor in mental fatigue. *Hum Factors*. 2019; 61 (7): 1171–1185. DOI: <https://doi.org/10.1177/0018720819828569>.
  14. Díaz-García J, González-Ponce I, Ponce-Bordón JC, López-Gajardo MÁ, Ramírez-Bravo I, Rubio-Morales A, García-Calvo T. Mental load and fatigue assessment instruments: a systematic review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022; (19): 1–16. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19010419>.
  15. Gergelyfi M, Jacob B, Olivier E, Zenon A. Dissociation between mental fatigue and motivational state during prolonged mental activity. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2015; (9): 1–15. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00176>.
  16. Grillon C, Quispe-Escudero D, Mathur A, Ernst M. Mental fatigue impairs emotion regulation. *Emotion*. 2015; (15): 383–389. DOI: <https://doi.org/10.1037/emo0000058>.
  17. Helton WS, Russell PN. Rest is best: The role of rest and task interruptions on vigilance. *Cognition*. 2015; (134): 165–173. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.10.001>.
  18. Helton WS, Russell PN. Rest is still best: The role of qualitative and quantitative load of interruptions on vigilance. *Human Factors*. 2017; 59 (1):91–100. DOI: <https://doi.org/10.1177/0018720816683509>.
  19. Hopstaken JF, van der Linden D, Bakker AB, Kompier MAJ. The window of my eyes: Task disengagement and mental fatigue covary with pupil dynamics. *Biological Psychology*. 2015; (110): 100–106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2015.06.013>.
  20. Podrigalo L, Iermakov S, Rovnaya O, Zukov W, Nosko M. Peculiar features between the studied indicators of the dynamic and interconnections of mental workability of students. *Journal of Physical Education and Sport*. 2016; 16 (4): 1211–8. DOI: <https://doi.org/10.7752/jpes.2016.04193>.
  21. Volanen S-M, Lassander M, Hankonen N, Santalahti P, Hintsanen M, Simonsen N, Raevuori A, Mullola S, Vahlberg T, But A, Suominen S. Healthy Learning Mind – a school-based mindfulness and relaxation program: a study protocol for a cluster randomized controlled trial. *BMC Psychol*. 2016; 4 (1): 35. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40359-016-0142-3>.
  22. Komisova TYe, Mamotenko AV, Kovalenko LP. Dynamika rozumovoi pratsezdatsnosti pidlitkiv vprodovzh navchal'noho tyzhnia. Valeolohiia: suchasnyj stan, napriamky ta perspektyvy rozvytku : tezy dopovidej KhIV mizhnarodnoi nauk.-prakt. konf.; 2016 kvit. 14–16; Kharkiv – Drohobych, Ukraina; Kharkiv : KhNU,2016. C. 183–185. [in Ukrainian].
  23. Latina HO, Kalynychenko DO. Otsinka rozumovoi pratsezdatsnosti vchyteliv riznykh pedahohichnykh katehorij ta fakhovykh hrup. *Ukrains'kyj zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*. 2021;6(33):401-7. DOI: <https://doi.org/10.26693/jmbs06.05.401>. [in Ukrainian].
  24. Giorgi A, Ronca V, Vozzi A, Sciaraffa N, di Florio A, Tamborra L, Simonetti I, Aricò P, Di Flumeri G, Rossi D, Borghini G. Wearable technologies for mental workload, stress, and emotional state assessment during working-like tasks: a comparison with laboratory technologies. *Sensors*. 2021; (21): 2332. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21072332>.
  25. Pol'ka NS, redaktor. *Metodyky hihienichnoi otsinky orhanizatsii navchal'noho protsesu u zahal'noosvitnikh navchal'nykh zakladakh: metodychni rekomendatsii*. Kyiv: DU «Instytut hihieny ta medychnoi ekolohii im. O.M. Marzieieva NAMN Ukrainy; 2015. 38 p. [in Ukrainian].
  26. Nakaz Ministerstva okhorony zdorov'ia Ukrainy 2205 vid 25.09.2020 Pro zatverdzhennia Sanitarnoho rehlamentu dlia zakladiv zahal'noi seredn'oi osvity. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1111-20#Text>. [in Ukrainian].

27. Kimura T, Takemura N, Nakashima Y, Kobori H, Nagahara H, Numao M and Shinohara K. Warmer environments increase implicit mental workload even if learning efficiency is enhanced. *Front. Psychol.* 2020; (11): 568. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00568>.
28. Ramírez-Moreno MA, Carrillo-Tijerina P, Candela-Leal MO, Alanis-Espinosa M, Tudón-Martínez JC, Roman-Flores A, Ramírez-Mendoza RA, Lozoya-Santos JdJ. Evaluation of a fast test based on biometric signals to assess mental fatigue at the workplace—a pilot study. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2021; (18): 11891. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph182211891>.
29. van Tetering M, van der Donk M, de Groot RHM and Jolles J. Sex differences in the performance of 7–12 year olds on a mental rotation task and the relation with arithmetic performance. *Front. Psychol.* 2019; (10): 107. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00107>.
30. Aydın L, Kiziltan E, Gundogan NU. Polyphasic temporal behavior of finger-tapping performance: A measure of motor skills and fatigue. *J Mot Behav.* 2016; 48 (1): 72–8. DOI: <https://doi.org/10.1080/00222895.2015.1040111>.
31. Lancia S, Cofini V, Carrieri M, Ferrari M, Quaresima V. Are ventrolateral and dorsolateral prefrontal cortices involved in the computerized Corsi block-tapping test execution? An fNIRS study. *Neurophotronics.* 2018; 5 (1): 011019. DOI: <https://doi.org/10.1117/1.NPh.5.1.011019>.
32. Duan T, Zhang N, Li K, Hou X, Pei J. Study on the preferred application-oriented index for mental fatigue detection. *Int J Environ Res Public Health.* 2018; 15 (11): 2555. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph15112555>.
33. Zayed K, Jansen P. Gender differences and the relationship of motor, cognitive and academic achievement in Omani primary school-aged children. *Front Psychol.* 2018; (9): 2477. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02477>.
34. Danylenko HM, Sotnikova-Meleshkina ZhV. Vplyv orhanizatsii osvitynoho protsesu na rozumovu pratsездatnist' uchniv bazovoi shkoly. *Visnyk Vinnyts'koho natsional'noho medychnoho universytetu.* 2020; 24 (3): 431–441. DOI: [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2020-24\(3\)-5](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2020-24(3)-5). [in Ukrainian].
35. Havrysh IV, Tkachov AS. Teoretyko-metodolohichni osnovy realizatsii kompetentnisno orientovanoi osvity obdarovanykh uchniv u mezhakh naukovo-pedahohichnoho proektu «Intelekt Ukrainy». *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyschij i zahal'noosvitnij shkolakh.* 2017; (55): 133–141. [in Ukrainian].
36. Geertsen SS, Thomas R, Larsen MN, Dahn IM, Andersen JN, Krause-Jensen M, Korup V, Nielsen CM, Wienecke J, Ritz C, Krusturup P, Lundbye-Jensen J. Motor skills and exercise capacity are associated with objective measures of cognitive functions and academic performance in preadolescent children. *PLoS One.* 2016; 11 (8): e0161960. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161960>.
37. Milyavskaya M, Galla BM, Inzlicht M and Duckworth AL. More effort, less fatigue: the role of interest in increasing effort and reducing mental fatigue. *Front. Psychol.* 2021; (12): 755858. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.755858>.

#### **CHARACTERISTICS OF MENTAL CAPACITY OF SECONDARY SCHOOLCHILDREN IN THE CONDITIONS OF IMPLEMENTATION OF VARIOUS EDUCATIONAL PROGRAMS**

*Sotnikova-Meleshkina Zhanna*<sup>A,C,D,E,F</sup>, *Dudnyk Iryna*<sup>B,C,D,E</sup>, *Rebrova Yuliia*<sup>B,C,D</sup>, *Arzhannikov Ivan*<sup>B,C</sup>

A – research concept and design; B – collection and/or assembly of data; C – data analysis and interpretation; D – writing the article; E – critical revision of the article; F – final approval of the article

**Introduction.** The growth of information load in the context of the introduction of the latest educational programs puts forward increased demands on the psychophysiological capabilities of the organism of schoolchildren, creates serious emotional, cognitive and physical problems. Mental capacity is considered as a characteristic of an individual's ability to perform educational activities and a prognostic criterion for the development of fatigue.

**Purpose:** to determine the dynamic features of mental capacity indicators in the implementation of traditional and meritocratic educational program.

**Materials and methods.** The research involved 56 students of the 9th year of study, divided into 2 groups depending on the educational program. The level of mental capacity was assessed with the help of V. Anfimov's proofreading samples throughout the cycle of studying subjects of different levels of severity and educational industries with a simultaneous assessment of the study schedule. One-factor analysis of variance and t-test in the IBM SPSS Statistics 20 software package were used for statistical data processing.

**Results.** An analysis of the mental capacity of students of different gender groups revealed a higher level of it in girls in terms of quantitative ( $437.75 \pm 5.14$  signs), qualitative ( $7.20 \pm 0.24$  errors) and complex indicator ( $38.23 \pm 0.53$  units;  $p < 0.01$ ). The degree of influence of the educational program on accuracy and

performance was determined; type of subject – the number of traced signs and errors, the coefficient of productivity of mental work; day of the week – on the initial and final level of the volume and accuracy of the test ( $p < 0.001$ ). It was found that the most productive lessons are from the 2nd to the 4th, the day is Monday, the subjects are Ukrainian Language and English. The lowest productivity of mental work was revealed in the lessons of Geometry and Computer Science, the 7th lesson and days with the maximum study load were determined to be the most critical. Under the meritocratic system, a lower level of accuracy was recorded regardless of the educational field and the severity of the subject ( $p < 0.01$ ) and work productivity with its significant decrease in the educational fields «Languages and Literature» and «Natural Science» and an increase of 10 % after the lessons of a mathematical profile.

**Conclusion.** The gender characteristics of mental capacity for work, as well as the influence of the educational program, the type of subject in the educational field and difficulty, the place of the lesson in the daily and weekly schedule on the quality and productivity of work have been established. With the introduction of the meritocratic system, a more favorable schedule of training sessions was formed, which ensures more effective assimilation of educational material.

The motivation of students and a reasonable approach to their selection for training in a specific educational program with a certain prospect of acquiring basic knowledge for a future profession ensures an increase in the intensity and productivity of mental work of schoolchildren at the stage of transition to specialized education.

**KEY WORDS:** *schoolchildren, mental capacity, meritocratic system*

#### **INFORMATION ABOUT AUTHORS**

**Zhanna Sotnikova-Meleshkina**, MD, PhD, Head of the Department of Hygiene and Social Medicine, School of Medicine, V. N. Karazin Kharkiv National University, 6, Svobody sq., Kharkiv, Ukraine, 61022; e-mail: zhanna.v.sotnikova@karazin.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5534-8264>

**Iryna Dudnyk**, Assistant, Department of Hygiene and Social Medicine, School of Medicine, V. N. Karazin Kharkiv National University, 6, Svobody sq., Kharkiv, Ukraine, 61022; e-mail: irina.v.dudnik@karazin.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8722-3108>

**Yuliia Rebrova**, Assistant, Department of Hygiene and Social Medicine, School of Medicine, V. N. Karazin Kharkiv National University, 6, Svobody sq., Kharkiv, Ukraine, 61022; e-mail: yuliyarebrova@karazin.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6755-5930>

**Ivan Arzhannikov**, Assistant, Department of Hygiene and Social Medicine, School of Medicine, V. N. Karazin Kharkiv National University, 6, Svobody sq., Kharkiv, Ukraine; 61022, e-mail: ivanarzhannikov@karazin.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4622-7425>

#### **For citation:**

**Sotnikova-Meleshkina Zh, Dudnyk I, Rebrova Yu, Arzhannikov I.** CHARACTERISTICS OF MENTAL CAPACITY OF SECONDARY SCHOOLCHILDREN IN THE CONDITIONS OF IMPLEMENTATION OF VARIOUS EDUCATIONAL PROGRAMS. The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series «Medicine». 2022: 44; P. 76–89. DOI: [10.26565/2313-6693-2022-44-06](https://doi.org/10.26565/2313-6693-2022-44-06)

---

*Conflicts of interest: author has no conflict of interest to declare.*

*Конфлікт інтересів: відсутній.*

*Отримано: 15.01.2022*

*Прийнято до друку: 02.03.2022*

*Received: 01.15.2022*

*Accepted: 03.02.2022*