

DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2020-24(3)-18

УДК: 612.821.3-057.874

## ВПЛИВ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ НА РОЗУМОВУ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ УЧНІВ БАЗОВОЇ ШКОЛИ

Даниленко Г. М.<sup>1,2</sup>, Сотнікова-Мелешкіна Ж. В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ДУ “Інститут охорони здоров’я дітей та підлітків НАМН України” (просп. Ювілейний, 52-А, м. Харків, Україна, 61153),

<sup>2</sup>Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна (майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна, 61022)

Відповідальний за листування:  
e-mail: zhanna.v.sotnikova@karazin.ua

Статтю отримано 15 липня 2020 р.; прийнято до друку 27 серпня 2020 р.

**Анотація.** Сучасна система освіти характеризується впровадженням новітніх технологій та освітніх проєктів, підвищенням інформаційного та емоційного навантаження, яке супроводжується зниженням ефективності та якості роботи, що визначається за рівнем та динамікою розумової працездатності. Мета дослідження - визначення впливу організації освітнього процесу в базовій школі на розумову працездатність учнів при вивченні предметів різної важкості. У дослідженні прийняли участь 112 учнів середнього шкільного віку, розподілені на 3 групи залежно від програми навчання. За допомогою коректурних проб визначено рівень та динаміку розумової працездатності у циклі вивчення 3-х предметів: математика, українська мова, історія. Паралельно проводилась самооцінка психоемоційного стану за методикою САН та вимірювання пульсу. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу та t-тесту у програмному пакеті IBM SPSS Statistics 20. Встановлено, що освітня програма впливала на рівень розумової працездатності ( $F=106,7$ ), пульс ( $F=25,2$ ) та самопочуття ( $F=4,5$ ;  $p<0,05$ ). Кількісний ( $382,31\pm5,46$  знаків) та якісний ( $7,60\pm0,28$  помилок) показники були кращими у дівчат ( $p<0,01$ ). Максимальне зниження обсягу та якості роботи визначалось після уроку історії (відповідно на  $27,65\pm7,24$  знаків та на  $3,35\pm0,49$  помилок;  $p<0,001$ ). У динаміці вивчення предметів реєструвалось скорочення обсягу розумової працездатності на тлі зниження рівню самопочуття до 1,9 балу ( $p<0,05$ ) та зростання ЧСС до  $92,13\pm2,82$  уд./хв. ( $p<0,001$ ). Вивчення математики за експериментальним освітнім проєктом супроводжувалось найвищим відсотком учнів із збереженням або зростанням рівня розумової працездатності, а за традиційною програмою - її зниженням у переважній більшості школярів. При вивченні української мови та історії істотної різниці між типами змін розумової працездатності за умов впровадження різних навчальних програм не встановлено. Таким чином, оптимальна організація освітнього процесу, особливо при вивченні предметів високої важкості, сприяє збереженню та відновленню розумової працездатності та, відповідно, зниженню ознак втоми, що гарантує не тільки достатній рівень академічної успішності, а й менше виснаження функціональних резервів дитячого організму та зниження ризику виникнення шкільної дезадаптації.

**Ключові слова:** розумова працездатність, ЧСС, самопочуття, навчальний колектив, школярі.

### Вступ

Сучасна система освіти характеризується впровадженням новітніх технологій та освітніх проєктів, що супроводжуються підвищенням інформаційного та емоційного навантаження. Саме рівень навантаження та складність завдань постають двома найбільш критичними факторами зниження ефективності та якості роботи [9, 18]. Одним з інтегральних показників ефективності розумової діяльності, що віддзеркалює відповідність навчального навантаження функціональним можливостям школяра постає рівень та динаміка розумової працездатності, яка характеризує не тільки його здатність до виконання конкретної розумової діяльності в рамках заданих часових лімітів і параметрів ефективності, а й використовується у наукових дослідженнях як прогностичний критерій розвитку втоми та шкільної дезадаптації [5, 6, 8, 18, 25, 29].

У вітчизняних дослідженнях зниження робочої працездатності використовують як одну з головних ознак втоми та здатність до адаптивної перебудови центральної нервової системи у відповідь на навчальне навантаження [1, 5, 8, 25]. Встановлено, що підвищення статичної та скорочення динамічної компоненти у режимі дня, нерациональне харчування, зниження тривалості нічно-

го сну негативно позначається на рівні розумової працездатності й академічній успішності учнівської молоді [3, 8, 9, 18]. Головним інструментом цих досліджень постають коректурні проби В. Анфімова [1, 3, 5, 6, 8, 25]. Є досвід використання коректурних проб Бурдона для оцінки впливу параметрів мікроклімату на продуктивність праці та фізіологічну реакцію [15]. Проте переважними методиками для визначення розумової працездатності та розумової втоми у дітей та дорослих у закордонних дослідженнях виступають теплінг-тести [10, 19, 25, 26, 28], завдання прямого та зворотного розряду цифр [11], батарея шкал сонливості Стенфорда, цифрового декодування, короткочасної пам'яті, критичної частоти злиття мерехтіння [13], комп'ютеризований нейробіологічний тест [12], комп'ютеризований тест Корсі-Блока для визначення рівня уваги та робочої пам'яті [24], у тому числі й у дослідженні виконавчих функцій у дітей шкільного віку з високим інтелектуальним потенціалом [27]. Відомі й інструментальні методики дослідження щодо визначення нейронних ефектів втоми за результатами магнітоенцефалографії при виконанні мовленево-розумово-арифметичного завдання, що викликає гострий стрес під час голодування [16, 22, 23], електроенцефалографії [30] та

окулометрії [11, 20, 21].

Достатня кількість робіт присвячена вивченню розумової працездатності в динаміці дня, тижня, навчального року, а також під впливом чинників способу життя, у т.ч. харчування та фізичної активності [1, 3, 4, 8, 9, 17, 30, 31], проведено вивчення стійкості уваги, просторової робочої пам'яті, епізодичної та семантичної пам'яті та швидкості обробки у взаємозв'язку зі стандартними тестами академічної успішності з математики та читання [14]. Проте до сьогодні залишається невирішеним питання впливу профілю навчальної дисципліни в умовах впровадження різних освітніх програм на розумову працездатність, що і обумовило мету дослідження - визначення впливу організації освітнього процесу в базовій школі на розумову працездатність учнів при вивченні предметів різної важкості.

### Матеріали та методи

У дослідженні прийняли участь 112 учнів середнього шкільного віку за наявності інформаційних згод батьків, із додержанням вимог Гельсінської декларації та прав біоетики. Залежно від програми навчання школярів було розподілено на 3 групи: НК-1 та НК-2 - здобувають середню освіту за проектом "Інтелект України", НК-3 - за традиційною освітньою програмою. За допомогою коректурних проб В. Анфімова було визначено кількісну (за обсягом проглянутих знаків) та якісну (за кількістю помилок на 500 проглянутих знаків) характеристику розумової працездатності у циклі вивчення 3-х предметів: математика, українська мова (основні предмети, що використовуються у будь-яких навчальних проєктах та не інтегруються у інші дисципліни) та історія (відрізняється від математики рівнем важкості, а від української мови - характером робочих операцій на уроці). Цикл вивчення навчальної дисципліни включав по 10 уроків з математики та української мови та 6 уроків - з історії. Додатково застосовано аналіз розумової працездатності (РП) за типом змін:

1-й тип РП: покращення РП за кількісним (збільшення кількості простежених знаків) та якісним показником (зменшення кількості помилок).

2-й тип РП: якісне зниження (покращення або збере-

ження фонового значення кількісного та погіршення якісного показника);

3-й тип РП: зниження РП за обома показниками;

4-й тип РП: кількісне зниження (покращення або збереження вихідного рівня якісного та погіршення кількісного показника).

Паралельно проводилась самооцінка психоемоційного стану за методикою САН та вимірювання пульсу. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу та t-тесту у програмному пакеті IBM SPSS Statistics 20.

### Результати

За допомогою однофакторного дисперсійного аналізу було визначено ступінь впливу чинників навчального процесу на кількісний та якісний показники розумової працездатності, а також на реакцію серцево-судинної системи за ЧСС і самопочуттям до та після уроків.

Встановлено, що освітня програма та навчальний колектив у рамках одного освітнього проєкту впливали на всі показники розумової працездатності, пульс та самопочуття до (відповідно  $F=106,7$ ;  $F=33,9$  та  $F=25,2$ ;  $p<0,001$  і  $F=4,5$ ;  $p=0,011$ ) та після уроків (відповідно  $F=101,8$ ;  $F=42,1$  та  $F=38,3$ ;  $p<0,001$  і  $F=7,44$ ;  $p=0,001$ ). Так, максимальний обсяг простежених знаків ( $423,00\pm6,01$  та  $419,84\pm6,59$  знаків) у поєднанні з низькою якістю виконання роботи був характерний для учнів НК-2 як до, так і після уроку (відповідно  $11,36\pm0,61$  та  $12,44\pm0,65$  помилок;  $p<0,001$ ). Для учнів НК-3 був характерний найвищий рівень самооцінки почуття на початку уроку ( $2,53\pm0,09$ ;  $p<0,05$ ) із незначним його зниженням протягом уроку. Серед учнів НК-1 визначався найвищий ступінь напруження серцево-судинної системи незалежно від етапу дослідження, а пульс складав понад 90 уд./хв. ( $p<0,001$ ). При цьому у школярів була позитивна динаміка самопочуття і найвищий його рівень наприкінці уроку ( $2,54\pm0,11$  балів;  $p<0,001$ ).

Аналіз розумової працездатності учнів різних статевих груп виявив більш високий її рівень у дівчат як за кількісним, так і за якісним показником ( $382,31\pm5,46$  знаків та  $7,60\pm0,28$  помилок на початку уроку і

**Таблиця 1.** Характеристика розумової працездатності залежно від напряму предмету.

Показник		Математика (n=408 досліджень)	Українська мова (n=390 досліджень)	Історія (n=211 досліджень)
Кількість простежених знаків	до уроку	362,7 $\pm$ 6,2	365,0 $\pm$ 7,1	379,2 $\pm$ 10,0
	після уроку	357,9 $\pm$ 6,6	369,0 $\pm$ 7,4	351,6 $\pm$ 10,5
Кількість помилок	до уроку	9,2 $\pm$ 0,5	9,1 $\pm$ 0,6	7,00 $\pm$ 0,59 **М,У
	після уроку	8,7 $\pm$ 0,5	9,3 $\pm$ 0,6	10,4 $\pm$ 0,8
ЧСС, уд./хв.	до уроку	86,8 $\pm$ 0,8	86,2 $\pm$ 0,9	82,7 $\pm$ 1,1 **М,У
	після уроку	85,7 $\pm$ 0,8	85,6 $\pm$ 0,8	84,6 $\pm$ 1,2
Самопочуття, бали	до уроку	2,3 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,1
	після уроку	2,3 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,1

**Примітка:** \* -  $p<0,05$  при порівнянні з іншими предметами; \*\* -  $p<0,01$  при порівнянні з іншими предметами: М - з уроком математики, У - з уроком української мови, І - з уроком історії.

372,94±5,46 знаків та 8,33±0,31 помилок - наприкінці;  $p<0,01$ ) на тлі гіршого самопочуття ( $p=0,001$ ) та його негативної динаміки ( $p>0,05$ ).

Вплив предметів різного напрямку (математика, українська мова та історія) до початку уроку визначався за показниками кількості помилок ( $F=3,68$ ;  $p=0,026$ ) та ЧСС ( $F=4,40$ ;  $p=0,013$ ), а також за динамікою показників розумової працездатності ( $p<0,001$ ). Так, для уроку історії була характерна більш висока точність виконання роботи на тлі меншого напруження серцево-судинної системи (табл. 1). Проте саме після цього предмету у школярів визначалось максимальне зниження обсягу та якості роботи (відповідно на 27,65±7,24 знаків та на 3,35±0,49 помилок;  $p<0,001$ ).

День тижня впливав на вихідний рівень обсягу простежених знаків ( $F=6,60$ ;  $p<0,001$ ), обидві характеристики розумової працездатності наприкінці уроку ( $F=9,01$ ;  $p<0,001$  та  $F=3,75$ ;  $p=0,005$ ) та їх динаміку протягом уроку ( $F=3,97$ ;  $p=0,003$  та  $F=3,90$ ;  $p=0,004$ ), а також динаміку пульсу ( $F=3,79$ ;  $p=0,005$ ). Так, протягом уроку у понеділок та середу обсяг виконаної роботи знижувався на 18-20 знаків, а у четвер - зростав на 6 знаків.

День циклу вивчення предмету впливав на кількісну та якісну характеристику розумової працездатності до ( $F=5,88$ ;  $p<0,001$  та  $F=2,14$ ;  $p=0,024$ ) та після уроку ( $F=5,30$ ;  $p<0,001$  та  $F=1,98$ ;  $p=0,038$ ), а також їх динаміку ( $F=5,82$ ;  $p<0,001$  та  $F=3,70$ ;  $p<0,001$ ). Визначався вплив також на суб'єктивну та об'єктивну характеристику самопочуття ( $p<0,05$ ). При цьому на початку циклу вивчення предмету реєструвався високий вихідний обсяг виконання роботи (411,83±13,83 знаків) при найменшому рівні її точності (12,47±1,52 помилок), максимальному рівні самооцінки свого стану (2,75±2,21 бали) та середніх показниках пульсу. Подібна характеристика показників, що аналізуються зберігалась і наприкінці уроку з позитивною динамікою якості виконання роботи. Протягом вивчення предмету ситуація дещо змінювалась і характеризувалась найгіршим протягом циклу вивчення предмету кількісним (269,94±20,35 на початку та 285,52±23,23 знаків наприкінці уроку;  $p<0,001$ ) та найвищим якісним показником (відповідно 6,68±1,26 та 53,19±0,87 помилок;  $p<0,05$ ). Фізіологічна "ціна" зростала протягом циклу і визначалась за найнижчим рівнем самопочуття і до, і після уроку (відповідно 1,9-2,1 бали;  $p<0,05$ ) та максимальними показниками ЧСС (92,13±2,82 уд./хв.;  $p<0,001$ ).

Місце уроку у розкладі занять впливало на показники обсягу та точності роботи ( $F=4,98$  та  $F=4,24$ ;  $p<0,001$  - до уроку і  $F=7,50$ ;  $p<0,001$  та  $F=2,83$ ;  $p=0,01$  - після уроку) і пульсу (відповідно  $F=4,07$ ;  $p<0,001$  та  $F=3,03$ ;  $p=0,006$ ), а також динаміку кількісної та якісної характеристики роботи ( $p<0,05$ ). Перед початком учбового дня визначалась висока кількісна та низька якісна характеристика розумової працездатності (відповідно 390,78±8,10 знаків та 10,92±0,82 помилок) на тлі середніх значень ЧСС (86,27±1,10 уд./хв.). Наприкінці пер-

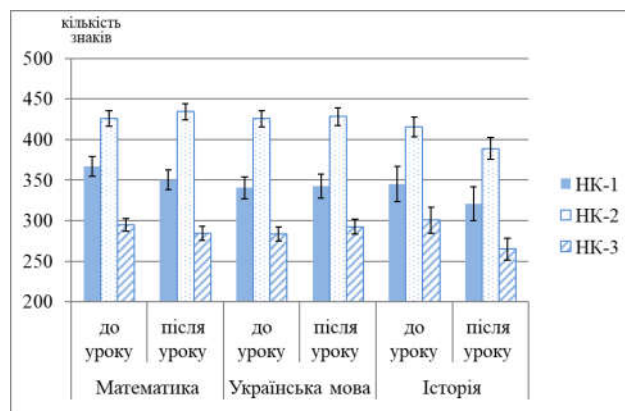


Рис. 1. Кількісна характеристика розумової працездатності при вивченні предметів за різним напрямом (за кількістю простежених знаків).

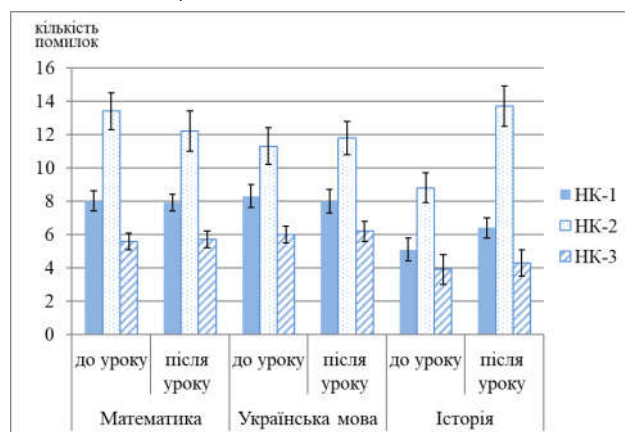


Рис. 2. Якісна характеристика розумової працездатності при вивченні предметів за різним напрямом (за кількістю помилок).

шого уроку незалежно від напрямку предмету характеристика розумової працездатності та пульсу не змінювалась і відповідно становила: 401,35±8,72 зн., 11,35±0,87 пом. та 85,14±0,94 уд./хв. Найбільшої уваги заслуговують четвертий та шостий урок, ще перед початком яких у школярів визначались найвищі критичні значення пульсу (відповідно 90,68±1,71 та 90,44±2,03 уд./хв.) і зберігались на високому рівні під час їх проведення. Рівень розумової працездатності протягом них теж знижувався, але після шостого уроку - за рахунок суттєвого зниження обсягу (на 16,65±10,73 знаки) із зростанням якості виконання роботи (зменшилась кількість помилок на 2,47±0,76), а після четвертого - знижувались обидва показники (на 10,57±8,34 знаків та на 1,63±0,61 помилок;  $p<0,05$ ).

Було проведено аналіз показників розумової працездатності для учнів, що навчаються за різними освітніми програмами під час вивчення предметів із різного напрямку (рис. 1, 2). Встановлено, що найвищий рівень розумової працездатності і до, і після уроку математики за кількісною характеристикою визначався серед учнів НК-2, а за якісною - НК-3 на тлі найнижчого обсягу вико-

**Таблиця 2.** Характеристика діяльності серцево-судинної системи та самопочуття учнів різних навчальних колективів.

Предмет	Навчальний колектив	ЧСС, уд./хв.		Самопочуття, бали	
		до уроку	після уроку	до уроку	після уроку
Математика	НК-1	94,7±1,6**2,3	95,9±1,6**2,3	2,2±0,1*3	2,6±0,2*2
	НК-2	84,1±1,1	82,7±1,1	2,2±0,1*3	2,1±0,1
	НК-3	83,8±1,2	81,3±1,1	2,6±0,1	2,2±0,1
Українська мова	НК-1	91,7±1,9**2,3	91,8±1,7**2,3	2,3±0,2	2,6±0,2*2
	НК-2	83,5±1,1	83,5±1,1	2,3±0,1	2,1±0,1
	НК-3	86,2±1,9	83,7±1,5	2,4±0,1	2,5±0,2
Історія	НК-1	86,4±2*3	86,7±2,3	1,9±0,2	2,4±0,3
	НК-2	83±1,5*3	84,6±1,5	2,2±0,1	2,0±0,1*3
	НК-3	77,4±0,2	82,5±0,3	2,6±0,2	2,7±0,3

**Примітка:** \* -  $p < 0,05$  при порівнянні з іншими навчальними колективами; \*\* -  $p < 0,01$  при порівнянні з іншими навчальними колективами; 1 - при порівнянні з НК-1, 2 - при порівнянні з НК-2, 3 - при порівнянні з НК-3.

наної роботи ( $p < 0,01$ ).

Найвище напруження серцево-судинної системи визначалось серед учнів НК-1 із критичними значеннями пульсу: 94,7-95,9 уд./хв. ( $p < 0,01$ ). Подібна картина спостерігалась і під час проведення уроку української мови та історії (табл. 2).

Для учнів НК-1 точність роботи була істотно вищою перед уроком історії, кількість простежених знаків істотно не відрізнялась до та після проведення уроків різного напрямку. Найвище напруження серцево-судинної системи було пов'язано з уроком математики й істотно відрізнялось від уроку історії ( $p < 0,01$ ). Для учнів НК-2 цей же предмет характеризувався мінімальним обсягом роботи наприкінці уроку та максимальною точністю на його початку ( $p < 0,05$ ). Реакція серцево-судинної системи та самопочуття були однаковими на всі предмети. Серед учнів НК-3 урок історії характеризувався найвищою точністю (істотно при порівнянні з уроком української мови;  $p < 0,05$ ) та мінімальною ЧСС на початку уроку.

Кожний з предметів було охарактеризовано в циклі його вивчення окремо для учнів, що навчаються за різними освітніми програмами та проаналізовано характеристику реакції серцево-судинної системи та загального стану організму за даними самооцінки при різних типах змін розумової працездатності (рис. 3).

При вивченні предмету "Математика" 1-й тип зміни РП у НК-1 реєструвався на тлі зниження ЧСС та підвищення самопочуття у більшості школярів, а у 1/3 дітей - підвищення пульсу до 102,5 уд./хв. при незмінному рівні самопочуття. Зниження РП у 70% учнів супроводжувалося підвищенням пульсу, а при його критичних значеннях (понад 100 уд./за хв.) і погіршенням самопочуття. Кількісне зниження РП (4-й тип зміни) визначалось на тлі підвищення ЧСС та самопочуття, а у іншої - незначним зниженням пульсу при незмінній самооцінці стану свого здоров'я.

Для учнів НК-2 вивчення предмету "Математика" у 40% випадків супроводжувалась 1-м типом зміни РП на тлі зниження ЧСС та самопочуття у більшості дітей. Якісне (2-й тип) або кількісне (4-й тип) зниження РП супроводжувалося зниженням самопочуття та зміною пульсу (у половини дітей він зростав, у половини - знижувався). Загальне зниження РП, що реєструвалось у 10% школярів, визначалось на тлі зростання ЧСС та покращення самопочуття.

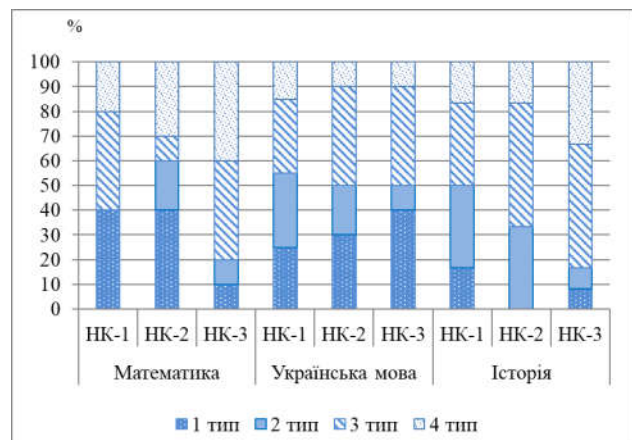
Для учнів НК-3 вивчення математики більшою мірою приводило до зниження розумової працездатності та лише у 10% випадків спостерігався 1-й тип зміни РП на тлі зниження пульсу та самопочуття. У такої ж кількості учнів зареєстровано 2-й тип зміни РП зі зниженням показника

самопочуття і незмінним пульсом. Загальне та кількісне зниження РП супроводжувалося зниженням рівня самопочуття та різноспрямованою динамікою ЧСС.

1-й тип змін РП незалежно від освітнього проєкту та навчального колективу супроводжувався зниженням ЧСС та рівня самопочуття на уроках української мови та історії у НК-1. Для учнів НК-2 та НК-3 цей тип зміни РП супроводжувався різноспрямованою динамікою реакції серцево-судинної системи під час вивчення української мови, а серед школярів НК-2 при вивченні історії зовсім не реєструвався.

Якісне зниження РП на уроках української мови та історії у НК-1 супроводжувалося підвищенням рівня самооцінки та ЧСС, а у інших колективах незалежно від напрямку навчальної дисципліни - переважно протилежною реакцією.

Для 3-го типу зміни РП були більш чітко розмежовані результати самооцінювання самопочуття та пульсу. Так, при вивченні української мови спостерігалось зниження ЧСС, а також зростання рівня самопочуття у

**Рис. 3.** Розподіл типів змін розумової працездатності у залежності від предмету.

НК-1 та НК-3 і різноспрямована динаміка вказаних показників у НК-2. Під час вивчення історії у всіх НК реєструвалось зростання пульсу та рівня самооцінки.

Така ж динаміка визначалась під час вивчення української мови та історії у НК-1 та НК-3 на тлі кількісного зниження розумової працездатності.

### Обговорення

На сьогоднішній день у науковому світі існують різні підходи щодо визначення впливу чинників навчального або виробничого процесу на розвиток втомі, у т.ч. і на розумову працездатність. У своїх дослідженнях Tianhong Duan та співавтори (2018) за результатами використання 6 критеріїв втомі (шкала сонливості Стенфорда, цифровий діапазон, цифрове декодування, короткочасна пам'ять, критична частота злиття мерехтіння та відхилення сприйняття швидкості) запропонували розрахунок індексу відносної втомі на підставі найбільш значущої та чутливої методики - цифрового декодування [13]. Akira Ishii та співав. (2017) довели, що існує механізм зниження працездатності без відчуття втомі за допомогою магнітоенцефалографії [16]. Реакцію зниці як оціночного показника розумової втомі використовували у дослідженні кількісної характеристики когнітивного навантаження, що моделювалось за допомогою селективних та розділених завдань на слухову увагу, а також прямого та зворотного розряду цифр [11]. Розроблено обчислювальні моделі на основі окулометрії для відстеження розвитку втомі та відпрацьовано план синхронізації мікро-перерв для її попередження під час роботи на комп'ютері [20, 21].

Проте найбільш прийнятним способом визначення ознак втомі при оцінці колективу учнів залишається комплексне дослідження з використанням коректурних проб у поєднанні з об'єктивними та суб'єктивними методиками. У якості додаткових методів використовувались теплінг-тест для визначення динаміки розумової працездатності у студентів Л. В. Подрігало та співав. (2016) [25], С. В. Гозак та співав. (2016) - оцінка шкільних та позашкільних чинників для визначення залежності розумової працездатності від організації режиму дня [1], Н. В. Москвяк (2013) - загальна тривожність [6], М. І. Мізюк (2018) - аналіз навчальної успішності [5], Т. Круцевич і Н. Пангелова (2014) - педагогічне спостереження [4].

Об'єктивні методики дозволяють визначати рівень втомі у різній площині: залежно від впливу розумового, фізичного навантаження, системи освіти, академічної успішності та іншого. Так, на відміну від існуючого стереотипу про розвантаження головного мозку при фізичній праці, Rui Xu та співавтори (2018) на основі електроенцефалографії встановили, що надмірне фізичне навантаження при моделюванні комбінації розумово-фізичної втомі навпаки посилює розумову стомлюваність і прискорює процес втомі на основі активації мозку, функціонального зв'язку та складності [30].

При визначенні впливу різних стилів освіти або соц-

іально-економічного статусу на рухову здатність та показники робочої пам'яті дітей молодшого шкільного віку Petra Jansen зі співав. (2019) за допомогою тестів Digit-Span та Corsi Block-Tapping дійшли висновку, що більш високі рівні обох показників реєструються у німецьких дітей порівняно з оманськими [17]. Крім того у ході визначення рівня академічних досягнень з математики, природознавства та арабської мови запропоновано їх прогнозування за допомогою не тільки базових когнітивних, а й рухових здібностей [31].

При обстеженні дітей шкільного віку з високим інтелектуальним потенціалом із профілями обдарованості, конвергентного або різнорідного таланту отримані суттєві відмінності між досліджуваними профілями та виконавчими функціями гнучкості та гальмування, але не в робочій пам'яті [27].

У ході нашого дослідження встановлено різну "психофізіологічну ціну" вивчення предметів різного напрямку та за різними системами освіти. Так, високий рівень розумової працездатності на уроках математики, що за шкалою важкості [2, 7] предметів має найвищий бал, забезпечувався за рахунок фізіологічного та психоемоційного виснаження. Подібних висновків дійшли С.В. Гозак зі співав. (2016), встановивши підвищений ризик виникнення стомлення при вивченні предметів високої та середньої складності за кількісною та якісною характеристиками [1]. У свою чергу датські дослідники встановили, що фізична здатність та когнітивні функції (робоча пам'ять, епізодична пам'ять, стійка увага та швидкість обробки) асоціюються з кращими показниками математики та читання [14].

Таким чином, при вивченні математики, за умов правильної організації освітнього процесу, рівень розумової працездатності не тільки зберігався, а й підвищувався за кількісним та якісним критеріями. Вибір освітнього проекту та навчальної програми не мав такого впливу на розумову працездатність при вивченні української мови та історії.

### Висновки та перспективи подальших розробок

1. Інтенсифікація освітнього процесу вимагає від учнів не тільки високої розумової працездатності, рівня зосередженості та уваги, а й великих фізіологічних ресурсів.

2. Аналіз вітчизняної та міжнародної літератури свідчить, що оптимальною методикою визначення рівня втомі при груповій оцінці психофізіологічного стану учнів в динаміці дня, тижня, навального року та циклу вивчення предмету слід вважати коректурну пробу у комбінації з оцінкою ЧСС та методами суб'єктивної оцінки психоемоційного стану.

3. Оптимальна організація освітнього процесу, особливо при вивченні предметів високої важкості, сприяє збереженню та відновленню розумової працездатності та, відповідно, зниженню ознак втомі, що гарантує не тільки достатній рівень академічної успішності, а й менше вис-

наження функціональних резервів дитячого організму та зниження ризику виникнення шкільної дезадаптації.

Подальші дослідження повинні бути націлені на формування алгоритму аналізу розумової працездат-

ності у динаміці вивчення предметів різного рівня важкості з метою визначення критичних періодів розвитку втоми та розробки комплексу заходів щодо профілактики шкільної дезадаптації.

### Список посилань

1. Гозак, С. В., Єлізарова, О. Т., Шумак, О. В., & Філоненко, О. О. (2016). Залежність розумової працездатності учнів середнього шкільного віку від організації режиму дня. *Молодий вчений*, 9.1 (36.1), 50-54. Взято з <http://molodyuvcheny.in.ua/files/journal/2016/9/13.pdf>
2. Гозак, С., Шумак, О., Філоненко, О., & Балачук, Ю. (2016). Розробка нових рангових шкал важкості навчальних предметів у ЗНЗ. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології: науковий журнал / МОН України, Сумський держ. пед. ун-т ім. А. С. Макаренка*, 3 (57), 104-115.
3. Гозак, С. В., Єлізарова, О. Т., Станкевич, Т. В., & Парац, А. М. (2017). Фактичне харчування сучасних школярів та його вплив на розумову працездатність і втому. *Environment & Health*, 3, 29-33. <https://doi.org/10.32402/dovkil2017.03.029>
4. Круцевич, Т., & Пантелова, Н. (2014). Рациональна рухова активність як фактор підвищення розумової працездатності школярів. *Спортивний вісник Придніпров'я*, 2, 73-76.
5. Мізюк, М. І., Суслик, З. Б., & Єремчук, Я. О. (2018). Особливості розумової працездатності та успішності учнів старших класів, які розпочали навчання з шести та семирічного віку. *Environment & Health*, 1, 73-76. <https://doi.org/10.32402/dovkil2018.01.073>
6. Москвяк, Н. В. (2013). Особливості психоемоційного стану та розумова працездатність молодших школярів. *Environment & Health*, 2, 46-49.
7. Полька, Н. С., Гозак, С. В., Єлізарова, О. Т., Парац, А. М., Шумак, О. В., Філоненко, О. О. ... & Новгородська, Л. М. (Уклад.). (2015). *Методики гігієнічної оцінки організації навчального процесу у загальноосвітніх навчальних закладах: методичні рекомендації*. Київ: ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва" НАМН України.
8. Полька, Н. С., & Гозак, С. В. (Ред.). (2018). *Розумова працездатність, навчальне навантаження та спосіб життя сучасних школярів: гігієнічні аспекти: монографія*. Київ: НАМН України, ДУ "Ін-т громад. Здоров'я ім. О.М. Марзєєва": Медінформ.
9. Флянку, И. П., Оглезнев, Г. А., & Приешкина, А. Н. (2013). Характеристика умственной работоспособности школьников 12-14 лет в зависимости от уровня двигательной активности. *Омский научный вестник*, 118, 99-102. Взято с <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19915829>
10. Aydin, L., Kiziltan, E., & Gundogan, N. U. (2016). Polyphasic temporal behavior of finger-tapping performance: A measure of motor skills and fatigue. *J. Mot. Behav.*, 48 (1), 72-78. doi: 10.1080/00222895.2015.1040111. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25988674/>
11. Baldock, J., Kapadia, S., & van Steenbrugge, W. (2019). The task-evoked pupil response in divided auditory attention tasks. *J. Am. Acad. Audiol.*, 30 (4), 264-272. doi: 10.3766/jaaa.17060. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30461386/>
12. Byun, Y. S., Park, S. K., Sakong, J., & Jeon, M. J. (2018). Performance assessment on the Korean Computerized Neurobehavioral Test using a mobile device and a conventional computer: an experimental study. *Ann. Occup. Environ. Med.*, 30, 55. doi: 10.1186/s40557-018-0264-6. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30181883/>
13. Duan, T., Zhang, N., Li, K., Hou, X., & Pei, J. (2018). Study on the preferred application-oriented index for mental fatigue detection. *Int. J. Environ. Res. Public Health.*, 15 (11), 2555. doi: 10.3390/ijerph15112555. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30441867/>
14. Geertsens, S. S., Thomas, R., Larsen, M. N., Dahn, I. M., Andersen, J. N., Krause-Jensen, M., ... & Lundbye-Jensen, J. (2016). Motor skills and exercise capacity are associated with objective measures of cognitive functions and academic performance in preadolescent children. *PLoS One*, 11 (8), e0161960. doi: 10.1371/journal.pone.0161960. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27560512/>
15. Hu, S., & Maeda, T. (2020). Productivity and physiological responses during exposure to varying air temperatures and clothing conditions. *Indoor Air.*, 30 (2), 251-263. doi: 10.1111/ina.12628. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31755604/>
16. Ishii, A., Tanaka, M., Yoshikawa, T., & Watanabe, Y. (2017). Evidence for unconscious regulation of performance in fatigue. *Sci. Rep.*, 7 (1), 16103. doi: 10.1038/s41598-017-16439-6. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29170440/>
17. Jansen, P., Scheer, C., & Zayed, K. (2019). Motor ability and working memory in Omani and German primary school-aged children. *PLoS One*, 14 (1), e0209848. doi: 10.1371/journal.pone.0209848. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30640912/>
18. Kurata, Y. B., Lou, R. M., Bano, P., & Matias, A. C. (2015). Effects of Workload on Academic Performance among Working Students in an Undergraduate Engineering Program. *Procedia Manufacturing*, 3, 3360-3367. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.497>
19. Lancia, S., Cofini, V., Carrieri, M., Ferrari, M., & Quaresima, V. (2018). Are ventrolateral and dorsolateral prefrontal cortices involved in the computerized Corsi block-tapping test execution? *An fNIRS study. Neurophotonic*, 5 (1), 011019. doi: 10.1117/1.NPh.5.1.011019. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29376100/>
20. Marandi, R. Z., Madeleine, P., Omland, Ø., Vuilleme, N., & Samani, A. (2019). An oculometrics-based biofeedback system to impede fatigue development during computer work: A proof-of-concept study. *PLoS One*, 14 (5), e0213704. doi: 10.1371/journal.pone.0213704. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31150405/>
21. Marandi, R. Z., Madeleine, P., Omland, Ø., Vuilleme, N., & Samani, A. (2020). Author Correction: Eye movement characteristics reflected fatigue development in both young and elderly individuals. *Scientific Reports*, 10 (1), 3964. doi: 10.1038/s41598-020-60914-6. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30177693/>
22. Matsuo, T., Ishii, A., Nakamura, C., Ishida, R., Yamaguchi, T., Takada, K., ... & Yoshikawa, T. (2019). Neural effects of hand-grip-activity induced fatigue sensation on appetite: a magnetoencephalography study. *Sci. Rep.*, 9 (1), 11044. doi: 10.1038/s41598-019-47580-z. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31363158/>
23. Nakamura, C., Ishii, A., Matsuo, T., Ishida, R., Yamaguchi, T., Takada, K., ... & Yoshikawa, T. (2020). Neural effects of acute stress on appetite: A magnetoencephalography study. *PLoS One*, 15 (1), e0228039. doi: 10.1371/journal.pone.0228039. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31968008/>
24. Perrochon, A., Mandigout, S., Petruzzellis, S., Garcia, N. S., Zaoui, M., Berthoz, A., & Daviet, J. C. (2018). The influence of age in women in visuo-spatial memory in reaching and



- navigation tasks with and without landmarks. *Neuroscience Letters*, 684, 13-17. doi: 10.1016/j.neulet.2018.06.054. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29966753/>
25. Podrigalo, L., Iermakov, S., Rovnaya, O., Zukov, W., & Nosko, M. (2016). Peculiar features between the studied indicators of the dynamic and interconnections of mental workability of students. *Journal of Physical Education and Sport*, 16 (4), Art 193, 1211-1218. DOI:10.7752/jpes.2016.04193
  26. Prigatano G. P., Goncalves C. W. P., de Oliveira S. B., Denucci S. M., Pereira R. M., Braga L. W. (2020). Kinematic recordings while performing a modified version of the Halstead Finger Tapping Test: Age, sex, and education effects. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.*, 42 (1), 42-54. doi: 10.1080/13803395.2019.1665170. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31516073/>
  27. Sastre-Riba, S., & Viana-Saenz, L. (2016). Executive functions and high intellectual capacity. *Rev. Neurol.*, 62 (1), 65-71. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26922961/>
  28. Turesky, T. K., Olulade, O. A., Luetje, M. M., & Eden, G. F. (2018). An fMRI study of finger tapping in children and adults. *Hum. Brain Mapp.*, 39 (8), 3203-3215. doi: 10.1002/hbm.24070. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29611256/>
  29. Volanen, S.-M., Lassander, M., Hankonen, N., Santalahti, P., Hintsanen, M., Simonsen, N., ... & Suominen, S. (2016). Healthy Learning Mind - a school-based mindfulness and relaxation program: a study protocol for a cluster randomized controlled trial. *BMC Psychol.*, 4 (1), 35. doi: 10.1186/s40359-016-0142-3. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27401884/>
  30. Xu, R., Zhang, C., He, F., Zhao, X., Qi, H., Zhou, P., ... & Ming, D. (2018). How physical activities affect mental fatigue based on EEG energy, connectivity, and complexity. *Front Neurol.*, 9, 915. doi: 10.3389/fneur.2018.00915. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30429822/>
  31. Zayed, K., & Jansen, P. (2018). Gender differences and the relationship of motor, cognitive and academic achievement in Omani primary school-aged children. *Front Psychol.*, 9, 2477. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02477. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30618922/>
- ### References
1. Gozak, S. V. Yelizarova, O. T., Shumak, O. V., & Filonenko, O. O. (2016). Zalezhnist rozumovoi pratsezdatsnosti uchniv serednogo shkilmogo viku vid organizatsiyi rezhymu dnya [Dependence of middle-aged pupils mind activity on day regimen organization]. *Molodyi vchenyi - A young scientist*, 9.1 (36.1), 50-54. Vziato z <http://molodyvchenyi.in.ua/files/journal/2016/9/13.pdf>
  2. Gozak, S., Shumak, O., & Balachuk, Yu. (2016). Rozrobka novykh rangovykh shkal vazhkosti navchalnykh predmetiv u ZNZ [The development of a new rank scale of complexity of the subjects for the pupils of the 1-11 forms of secondary schools]. *Pedagogichni nauky: teoriya, istoriya, innovatsiyi tekhnologiyi : naukovi zhurnal / MON Ukrainy, Sumskyi derzh. ped. un-t im. A. S. Makarenka*, 3 (57), 104-115.
  3. Gozak, S. V., Yelizarova, O. T., & Parats, A. M. (2017). Faktychne kharchuvannya suchasnykh shkolyariv ta yogo vplyv na rozumovu pratsezdatsnist i vtomu. *Environment & Health*, 3, 29-33. <https://doi.org/10.32402/dovkil2017.03.029>.
  4. Krutsevykh, T., & Pangelova, N. (2014). Ratsionalna rukhova aktyvnist yak faktor pidvyshchennya rozumovoi pratsezdatsnosti shkolyariv [Rational motor activity as a factor in improving the mental capacity of students]. *Sportyvnyi visnyk Prydniprov'ya - Sports Bulletin of the Dnieper*, 2, 73-76.
  5. Miziuk, M. I., Suslyk, Z. B., & Yeremchuk, Ya. O. (2018). Osoblyvosti rozumovoi pratsezdatsnosti ta uspishnosti uchniv starshykh klasiv, yaki rozpochaly navchannya z shesty ta semyrichnogo viku [Peculiarities of mental efficiency and progress of higher grades students began studying at the age of six and seven]. *Environment & Health*, 1, 73-76. <https://doi.org/10.32402/dovkil2018.01.073>
  6. Moskvayak, N. V. (2013) Osoblyvosti psykhoemotsiynogo stanu ta rozumova pratsezdatsnist molodshykh shkolyariv [Peculiarities of psycho-emotional state and mental capacity of junior pupils]. *Environment & Health*, 2, 46-49.
  7. Polka, N. S., Gozak, S. V., Yelizarova, O. T., Parats, A. M., Shumak, O. V., Filonenko, O. O. ... & Novgorodska, L. M. (2015). *Metodyky gigiyenichnoi otsinky organizatsiyi navchalnogo protsesu u zagalnoosvitnikh navchalnykh zakladakh: metodychni rekomendatsiyi [Methods of hygienic assessment of the organization of the educational process in secondary schools: guidelines]*. Kyiv: DU "Instytut gigiyeny ta medychnoi ekologiyi im. O.M. Marzyeyeva" NAMN Ukrainy.
  8. Polka, N. S., & Gozak, S. V. (2018). *Rozumova pratsezdatsnist, navchalne navantazhennya ta sposib zhyttya suchasnykh shkolyariv: gigiyenichni aspekty: monografiya [Mental capacity, educational load and way of life of modern schoolchildren: hygienic aspects: monograph]*. Kyiv: NAMN Ukrainy, DU "In-t gromad. Zdorov'ya im. O.M. Marzyeyeva": Medinform.
  9. Flyanku, I. P., Oglezneva, G. A., & Prieshkina, A. N. (2013). Kharakteristika umstvennoy rabotosposobnosti shkolnikov 12-14 let v zavisimosti ot urovnya dvigatelnoy aktivnosti [Characteristics of the mental performance of schoolchildren 12-14 years old, depending on the level of physical activity]. *Omskiy nauchnyy vestnik - Omsk Scientific Bulletin*, 118, 99-102. Vzyato s <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19915829>
  10. Aydin, L., Kiziltan, E., & Gundogan, N. U. (2016). Polyphasic temporal behavior of finger-tapping performance: A measure of motor skills and fatigue. *J. Mot. Behav.*, 48 (1), 72-78. doi: 10.1080/00222895.2015.1040111. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25988674/>
  11. Baldock, J., Kapadia, S., & van Steenbrugge, W. (2019). The task-evoked pupil response in divided auditory attention tasks. *J. Am. Acad. Audiol.*, 30 (4), 264-272. doi: 10.3766/jaaa.17060. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30461386/>
  12. Byun, Y. S., Park, S. K., Sakong, J., & Jeon, M. J. (2018). Performance assessment on the Korean Computerized Neurobehavioral Test using a mobile device and a conventional computer: an experimental study. *Ann. Occup. Environ. Med.*, 30, 55. doi: 10.1186/s40557-018-0264-6. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30181883/>
  13. Duan, T., Zhang, N., Li, K., Hou, X., & Pei, J. (2018). Study on the preferred application-oriented index for mental fatigue detection. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15 (11), 2555. doi: 10.3390/ijerph15112555. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30441867/>
  14. Geertsen, S. S., Thomas, R., Larsen, M. N., Dahn, I. M., Andersen, J. N., Krause-Jensen, M., ... & Lundbye-Jensen, J. (2016). Motor skills and exercise capacity are associated with objective measures of cognitive functions and academic performance in preadolescent children. *PLoS One*, 11 (8), e0161960. doi: 10.1371/journal.pone.0161960. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27560512/>
  15. Hu, S., & Maeda, T. (2020). Productivity and physiological responses during exposure to varying air temperatures and clothing conditions. *Indoor Air*, 30 (2), 251-263. doi: 10.1111/ina.12628. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31755604/>
  16. Ishii, A., Tanaka, M., Yoshikawa, T., & Watanabe, Y. (2017). Evidence for unconscious regulation of performance in fatigue. *Sci. Rep.*, 7 (1), 16103. doi: 10.1038/s41598-017-16439-6. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29170440/>
  17. Jansen, P., Scheer, C., & Zayed, K. (2019). Motor ability and

- working memory in Omani and German primary school-aged children. *PLoS One*, 14 (1), e0209848. doi: 10.1371/journal.pone.0209848. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30640912/>
18. Kurata, Y. B., Lou, R. M., Bano, P., & Matias, A. C. (2015). Effects of Workload on Academic Performance among Working Students in an Undergraduate Engineering Program. *Procedia Manufacturing*, 3, 3360-3367. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.497>
  19. Lancia, S., Cofini, V., Carrieri, M., Ferrari, M., & Quaresima, V. (2018). Are ventrolateral and dorsolateral prefrontal cortices involved in the computerized Corsi block-tapping test execution? *An fNIRS study. Neurophotonics*, 5 (1), 011019. doi: 10.1117/1.NPh.5.1.011019. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29376100/>
  20. Marandi, R. Z., Madeleine, P., Omland, Ø., Vuilleme, N., & Samani, A. (2019). An oculometrics-based biofeedback system to impede fatigue development during computer work: A proof-of-concept study. *PLoS One*, 14 (5), e0213704. doi: 10.1371/journal.pone.0213704. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31150405/>
  21. Marandi, R. Z., Madeleine, P., Omland, Ø., Vuilleme, N., & Samani, A. (2020). Author Correction: Eye movement characteristics reflected fatigue development in both young and elderly individuals. *Scientific Reports*, 10 (1), 3964. doi: 10.1038/s41598-020-60914-6. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30177693/>
  22. Matsuo, T., Ishii, A., Nakamura, C., Ishida, R., Yamaguchi, T., Takada, K., ... & Yoshikawa, T. (2019). Neural effects of hand-grip-activity induced fatigue sensation on appetite: a magnetoencephalography study. *Sci. Rep.*, 9 (1), 11044. doi: 10.1038/s41598-019-47580-z. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31363158/>
  23. Nakamura, C., Ishii, A., Matsuo, T., Ishida, R., Yamaguchi, T., Takada, K., ... & Yoshikawa, T. (2020). Neural effects of acute stress on appetite: A magnetoencephalography study. *PLoS One*, 15 (1), e0228039. doi: 10.1371/journal.pone.0228039. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31968008/>
  24. Perrochon, A., Mandigout, S., Petruzzellis, S., Garcia, N. S., Zaoui, M., Berthoz, A., & Daviet, J. C. (2018). The influence of age in women in visuo-spatial memory in reaching and navigation tasks with and without landmarks. *Neuroscience Letters*, 684, 13-17. doi: 10.1016/j.neulet.2018.06.054. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29966753/>
  25. Podrigalo, L., Iermakov, S., Rovnaya, O., Zukov, W., & Nosko, M. (2016). Peculiar features between the studied indicators of the dynamic and interconnections of mental workability of students. *Journal of Physical Education and Sport*, 16 (4), Art 193, 1211-1218. DOI:10.7752/jpes.2016.04193
  26. Prigatano G. P., Goncalves C. W. P., de Oliveira S. B., Denucci S. M., Pereira R. M., Braga L. W. (2020). Kinematic recordings while performing a modified version of the Halstead Finger Tapping Test: Age, sex, and education effects. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.*, 42 (1), 42-54. doi: 10.1080/13803395.2019.1665170. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31516073/>
  27. Sastre-Riba, S., & Viana-Saenz, L. (2016). Executive functions and high intellectual capacity. *Rev. Neurol.*, 62 (1), 65-71. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26922961/>
  28. Turesky, T. K., Olulade, O. A., Luetje, M. M., & Eden, G. F. (2018). An fMRI study of finger tapping in children and adults. *Hum. Brain Mapp.*, 39 (8), 3203-3215. doi: 10.1002/hbm.24070. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29611256/>
  29. Volanen, S.-M., Lassander, M., Hankonen, N., Santalahti, P., Hintsanen, M., Simonsen, N., ... & Suominen, S. (2016). Healthy Learning Mind - a school-based mindfulness and relaxation program: a study protocol for a cluster randomized controlled trial. *BMC Psychol.*, 4 (1), 35. doi: 10.1186/s40359-016-0142-3. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27401884/>
  30. Xu, R., Zhang, C., He, F., Zhao, X., Qi, H., Zhou, P., ... & Ming, D. (2018). How physical activities affect mental fatigue based on EEG energy, connectivity, and complexity. *Front Neurol.*, 9, 915. doi: 10.3389/fneur.2018.00915. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30429822/>
  31. Zayed, K., & Jansen, P. (2018). Gender differences and the relationship of motor, cognitive and academic achievement in Omani primary school-aged children. *Front Psychol.*, 9, 2477. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02477. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30618922/>

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА УМСТВЕННУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ УЧАЩИХСЯ БАЗОВОЙ ШКОЛЫ

Даниленко Г. Н., Сотникова-Мелешкина Ж. В.

**Аннотация.** Современная система образования характеризуется внедрением новейших технологий и образовательных проектов, сопровождающихся повышением информационной и эмоциональной нагрузки, которая сопровождается снижением эффективности и качества работы, определяемой по уровню и динамике умственной работоспособности. Цель исследования - определение влияния организации образовательного процесса в базовой школе на умственную работоспособность учащихся при изучении предметов различной тяжести. В исследовании приняли участие 112 учеников среднего школьного возраста, которые были разделены на 3 группы в зависимости от программы обучения. С помощью корректурных проб определен уровень и динамика умственной работоспособности в цикле изучения 3-х предметов: математика, украинский язык, история. Параллельно проводилась самооценка психоэмоционального статуса по методике САН та вимірювання пульсу. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу та t-тесту у програмному пакеті IBM SPSS Statistics 20. Установлено, що образовательная программа влияла на уровень умственной работоспособности ( $F=106,7$ ), пульс ( $F=25,2$ ) и самочувствие ( $F=4,5$ ;  $p<0,05$ ). Количественный ( $382,31\pm5,46$  знаков) и качественный ( $7,60\pm0,28$  ошибок) показатели были лучше у девушек ( $p<0,01$ ). Максимальное снижение объема и качества работы определялось после урока истории (соответственно на  $27,65\pm7,24$  знаков и на  $3,35\pm0,49$  ошибок;  $p<0,001$ ). В динамике изучения предметов регистрировалось сокращение объема умственной работоспособности на фоне снижения уровня самочувствия до 1,9 балла ( $p<0,05$ ) и рост ЧСС до  $92,13\pm2,82$  уд./мин. ( $p<0,001$ ). Изучение математики по экспериментальному образовательному проекту сопровождалось высоким процентом учеников с сохранением или ростом уровня умственной работоспособности, а по традиционной программе - ее снижением у подавляющего большинства школьников. При изучении украинского языка и истории существенной разницы между типами изменений умственной работоспособности в условиях внедрения различных учебных программ не установлено. Таким образом, оптимальная организация образовательного процесса, особенно при изучении предметов высокой тяжести, способствует сохранению и восстановлению умственной работоспособности и, соответственно, снижению признаков усталости, что гарантирует не только достаточный уровень академической успеваемости, но и меньшее истощение функциональных резервов детского организма



и снижение риска возникновения школьной дезадаптации.

**Ключевые слова:** умственная работоспособность, ЧСС, самочувствие, учебный коллектив, школьники.

**THE INFLUENCE OF THE ORGANIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS ON THE MENTAL CAPACITY OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS**

**Danylenko H. M., Sotnikova-Meleshkina Zh. V.**

**Annotation.** The modern education system is characterized by the introduction of the latest technologies and educational projects, accompanied by an increase in information and emotional load, which is accompanied by a decrease in the efficiency and quality of work, determined by the level and dynamics of mental performance. The purpose of the study - to determine the impact of the organization of the educational process in primary school on the mental capacity of students in the study of subjects of varying difficulty. The study involved 112 secondary school students, divided into 3 groups depending on the curriculum. With the help of proofreading tests, the level and dynamics of mental performance was determined in a cycle of studying 3 subjects: mathematics, Ukrainian language, history. In parallel, self-assessment of psycho-emotional state was performed according to the method of SAN and pulse measurement. Statistical data processing was performed using one-way analysis of variance and t-test in the software package IBM SPSS Statistics v.20. It was found that the educational program affected the level of mental performance ( $F=106.7$ ), heart rate ( $F=25.2$ ) and well-being ( $F=4.5$ ;  $p<0.05$ ). Quantitative ( $382.31\pm5.46$  characters) and qualitative ( $7.60\pm0.28$  errors) indicators were better in girls ( $p<0.01$ ). The maximum decrease in the volume and quality of work was determined after the history lesson (respectively by  $27.65\pm7.24$  characters and  $3.35\pm0.49$  errors;  $p<0.001$ ). In the dynamics of the study of subjects there was a decrease in mental capacity against the background of a decrease in health to 1.9 points ( $p<0.05$ ) and an increase in heart rate to  $92.13\pm2.82$  beats/min ( $p<0.001$ ). The study of mathematics according to the experimental educational project was accompanied by the highest percentage of students with the preservation or increase of the level of mental capacity, and according to the traditional program - its decrease in the vast majority of students. When studying the Ukrainian language and history, no significant difference between the types of changes in mental performance under the conditions of implementation of different curricula has been established. Thus, the optimal organization of the educational process, especially in the study of heavy subjects, helps to preserve and restore mental performance and, consequently, reduce signs of fatigue, which guarantees not only a sufficient level of academic success, but also less depletion of functional reserves of the child's body and reducing the risk of school maladjustment.

**Keywords:** mental capacity, heart rate, well-being, student group, schoolchildren.

---