

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра фізіології, імунології і біохімії з курсом
цивільного захисту та медицини**

**Кваліфікаційна робота
магістра**

на тему **ВПЛИВ РОБОТИ З ДИСПЛЕЄМ НА ОКРЕМІ ПОКАЗНИКИ
ЗОРОВОГО АНАЛІЗАТОРА ПРАКТИЧНО ЗДОРОВИХ ОСІБ
THE EFFECT OF WORKING WITH THE MONITOR ON SOME INDICATORS OF
THE VISUAL ANALYZER OF HEALTHY INDIVIDUALS**

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.0912 - б- дп
Спеціальності 091 Біологія
Освітньо-професійної програми Біологія
О. О. Онищенко
Керівник доц., к.б.н. Гороховський Є.Ю.
Рецензент доц., к.б.н. Григорова Н.В.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет _____ біологічний _____
Кафедра _____ фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та
медицини _____
Рівень вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 091 Біологія _____
Освітня програма _____ біологія _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри О.Г. Куш _____

« _____ » _____ 20 _____ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Онищенко Олександру Олександровичу _____

1. Тема роботи Вплив роботи з дисплеєм на окремі показники зорового аналізатора практично здорових осіб The Effect of Working with The Monitor on Some Indicators of the Visual Analyzer of Healthy Individuals

керівник роботи Гороховський Єгор Юрійович, доцент, к.б.н.
затверджені наказом ЗНУ від «01» травня 2023 року № 674-с

2. Строк подання студентом роботи (проекту) січень–лютий 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Літературний огляд за обраним напрямком дослідження

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Динамічне спостереження за формуванням здоров'я осіб під час тривалої роботи з дисплеями ПК;2. Дослідження змін функціонального стану фізіологічних систем організму під впливом безперервної роботи з ПК протягом різних періодів часу в різних вікових групах;3. Вплив комплексу фізичних факторів, що виникають при роботі з комп'ютером, на організм учнів

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): рисунок 2.1, таблиця 2.1, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 4.1, Додаток А.

6. Консультанти розділів роботи (проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Гороховський Є.Ю., к.б.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Збір та аналіз літератури	травень 2023	Виконано
2.	Підбір методів дослідження	червень 2023	Виконано
3.	Написання відповідних розділів роботи.	липень 2023	Виконано
4	Аналіз попередніх досліджень відповідно до теми.	серпень 2023	Виконано
5.	Статистична обробка експериментальних даних. Написання відповідних розділів роботи	вересень 2023	Виконано
6.	Оформлення результатів експерименту.	жовтень 2023	Виконано
7.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання дипломної роботи	жовтень 2023 – листопад 2024	Виконано
8.	Оформлення дипломної роботи	грудень 2023 – січень 2024	Виконано
9.	Передзахист дипломної роботи	лютий 2024	Виконано

Студент _____

О.О. Онищенко

Керівник роботи _____

Є.Ю. Гороховський

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____

Є.Ю. Гороховський

РЕФЕРАТ

У роботі 60 сторінок, 7 таблиці, 1 рисунок, 1 додаток, було використано 60 літературних джерел, із них 36 іноземною мовою.

Об'єкт дослідження є вплив роботи з дисплеєм на окремі показники зорового аналізатора у практично здорових осіб

Метою досліджень було визначити, як впливає тривале зорове навантаження за екраном комп'ютера на зір дитини або підлітка

Методи досліджень: аналіз літературних джерел за темою дослідження; математично-статистичний аналіз; обробка експериментальних даних.

Наукова новизна роботи полягає в ретельному аналізі різних параметрів зорової роботи при використанні різних типів дисплеїв на різних робочих відстанях і при різному часі експозиції. Такі дослідження можуть передбачати збір даних за допомогою спеціального обладнання та використання анкет для оцінки суб'єктивних відчуттів учасників дослідження.

Теоретичне значення роботи полягає в розширенні нашого розуміння впливу технологій на здоров'я людини, зокрема на зір. Дослідження такого роду може допомогти виявити можливі ризики для зорового здоров'я, і може сприяти вдосконаленню рекомендацій щодо користування такими пристроями, враховуючи різні параметри екранів, режими роботи та інші фактори, які можуть впливати на зір. Це дослідження також може відкрити нові можливості для розробки імплементації технологій, спрямованих на зменшення негативного впливу електронних пристроїв на зоровий аналізатор.

ЗОРОВИЙ СИНДРОМ, ПРАЦЕЗДАТНОСТІ, ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР, ДИСПЛЕЙ, ВІЗУАЛЬНЕ СПРИЙНЯТТЯ, ОЧНИЙ ДИСКОМФОРТ

ABSTRACT

The work has 60 pages, 7 tables, 1 figure, 1 application, 60 literary sources were used, 36 of them in a foreign language.

The object of the research is the effect of working with the display on individual indicators of the visual analyzer in practically healthy individuals

The purpose of the research was to determine how long-term visual load behind a computer screen affects the vision of a child or teenager

Research methods: analysis of literary sources on the research topic; mathematical and statistical analysis; experimental data processing.

The scientific novelty of the work consists in the careful analysis of various parameters of visual work when using different types of displays at different working distances and with different exposure times. Such studies may involve data collection using special equipment and the use of questionnaires to assess the subjective feelings of research participants.

Theoretical significance of the work lies in expanding our understanding of the impact of technology on human health, in particular on vision. Research of this kind can help identify possible risks to visual health and can contribute to improving recommendations for the use of such devices, taking into account different parameters of screens, operating modes and other factors that can affect vision. This research may also open up new opportunities for the development of technology implementations aimed at reducing the negative impact of electronic devices on the visual analyzer.

VISUAL SYNDROME, PERFORMANCE, VISUAL ANALYZER, DISPLAY, VISUAL PERCEPTION, EYE DISCOMFORT

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	10
1.1 Зоровий аналізатор.....	10
1.1.1 Структура та функції зорового аналізатора	10
1.2 Процеси візуального сприйняття.....	12
1.3 Втома і перенапруження очей.....	14
1.3.1 Механізми, фактори та шляхи вирішення сухості очей та очного дискомфорту	14
1.4 Зміни в регуляції та рефракції ока: механізми та наслідки	15
1.4.1 Рефракція: адаптація ока до зміни відстані	15
1.5 Вплив моніторів на організм користувача.....	16
1.6 Офтальмологічні аспекти впливу ПК на зоровий аналізатор.....	18
1.7 Програма відновлення психофізіологічних показників у комп'ютерокористувачів	21
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	27
2.1 Загальна характеристика обстежених осіб	27
2.2 Методика вимірювання артеріального тиску.....	27
2.3 Визначення самопочуття, активності та настрою.....	28
2.3.1 Методика САН (Самопочуття. Активність. Настрій)	29
2.4 Оцінка стану вегетативної нервової системи.....	30
2.5 Оцінка розумової працездатності за допомогою коректурної проби.....	31
2.6 Оцінка функціонального стану зорового аналізатора.....	32
2.7 Методики вимірювання ЕМП і шуму	33
2.8 Статистична обробка результатів дослідження	35
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	36
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	43
ВИСНОВКИ.....	50

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	51
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	52
ДОДАТКИ.....	60
Додаток А.....	60

ВСТУП

З широким розповсюдженням цифрових технологій у повсякденному житті значна частина населення займається роботою та дозвіллям, які передбачають тривале використання екранів.

Актуальність. У сучасну цифрову епоху використання електронних пристроїв з дисплеями стало найбільш практичним як на роботі, так і в приватному житті. Багато людей займаються такими видами діяльності, як робота на комп'ютері, читання на планшеті та використання смартфонів протягом тривалого часу. Розуміння потенційного впливу такого тривалого використання екрану на зорову систему здорових людей є важливим з наступних причин:

1. Проблеми професійного здоров'я. Зі збільшенням кількості комп'ютеризованих робочих середовищ розуміння впливу тривалого використання дисплея на роботу зорового аналізатора має вирішальне значення для забезпечення професійного здоров'я і благополуччя тих, хто покладається на екран у своїй роботі.

2. Зоровий комфорт і продуктивність. Зорова втома і дискомфорт від використання дисплея можуть мати значний вплив на комфорт, ефективність і загальну продуктивність людини. Вивчення взаємозв'язку між використанням дисплея та роботою зорового аналізатора може дати уявлення про оптимізацію умов праці та покращення зорового комфорту.

3. Вплив на громадське здоров'я. З огляду на широке використання дисплеїв у різних аспектах повсякденного життя, всебічне розуміння їхнього потенційного впливу на роботу зорового аналізатора може допомогти розробити керівні принципи та рекомендації з охорони здоров'я, спрямовані на формування здорових звичок роботи з екраном.

4. Особисте благополуччя. Оскільки зорова втома і дискомфорт можуть впливати на якість життя людей, це дослідження може сприяти поліпшенню

загального благополуччя людей шляхом виявлення потенційних ризиків, пов'язаних з тривалим використанням дисплеїв.

Вивчаючи вплив роботи за дисплеєм на роботу зорового аналізатора у здорових людей, ми маємо на меті, перш за все, надати цінну інформацію про гігієну праці, ергономіку та громадське здоров'я, що в кінцевому підсумку сприятиме розробці рекомендацій щодо здорового та безпечного використання дисплеїв на практиці.

Гіпотеза – під час дистанційного навчання діти та студенти більше часу проводять за екраном комп'ютера, що може бути негативним фактором впливу на зоровий аналізатор.

Мета – визначити, як впливає тривале зорове навантаження за екраном комп'ютера на зір дитини або підлітка.

Предмет дослідження полягає у вивченні впливу тривалої роботи за дисплеєм на здатність людини аналізувати зір у людей, які не мають в анамнезі порушень зору або очних захворювань.

Виходячи з вищезазначеної мети, були поставлені наступні завдання:

1. Динамічне спостереження за формуванням здоров'я осіб під час тривалої роботи з дисплеями ПК;
2. Дослідження змін функціонального стану фізіологічних систем організму під впливом безперервної роботи з ПК протягом різних періодів часу в різних вікових групах;
3. Вплив комплексу фізичних факторів, що виникають при роботі з комп'ютером, на організм учнів.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Зоровий аналізатор

Зоровий аналізатор людини (також відомий як зорова система) – це складна і витончена система, яка обробляє візуальну інформацію, дозволяючи нам сприймати навколишній світ за допомогою зору. Вона містить багато різних компонентів, від ока та зорового нерва до ділянок мозку, що беруть участь у зоровій обробці.

Розуміння зорового аналізатора людини має вирішальне значення для таких галузей, як неврологія, психологія та комп'ютерний зір. Вивчаючи його механізми і процеси, вчені прагнуть краще зрозуміти сприйняття, розробити методи лікування зорових розладів і створити складні системи штучного зору.

1.1.1 Структура та функції зорового аналізатора

Як було вище зазначено, зоровий аналізатор – це складна мережа структур і процесів, що відповідають за сприйняття зорової інформації у людини та інших тварин. Є важливим компонентом сенсорної системи, що дозволяє нам бачити та інтерпретувати навколишній світ [1, 2, 3].

Будова зорового аналізатора складається з:

1. Ока. Процес зорового аналізу починається з ока, що складається з різних структур, включаючи рогівку, райдужну оболонку, кришталик і сітківку. Ці компоненти працюють разом, щоб зібрати світло на сітківку, де записується зорова інформація.

2. Сітківка – це тонкий шар на задній частині ока, який сприймає світло. Сітківка містить спеціалізовані фоторецепторами, які перетворюють світлові

сигнали в електричні. А також містить інші типи клітин, що допомагають в обробці та передачі сигналів.

3. Зоровий нерв – це пучок нервових волокон, що передає електричні сигнали, вироблені фоторецепторами сітківки, до мозку. Таким чином, з'єднує око з центрами обробки зорових сигналів у головному мозку.

4. Зоровий шлях – це ряд структур і з'єднань, через які зорова інформація передається від сітківки до мозку. До них відносяться зоровий нерв, зоровий хіазм (хрестоподібна структура, в якій волокна перетинаються з обох очей на протилежну сторону), зорові шляхи і різні зорові ядра в головному мозку, в тому числі латеральне генікулярне ядро (LGN) і зорові горбки.

5. Зорова кора розташована в задній частині мозку, переважно в потиличній частці. Є основною ділянкою, що відповідає за обробку та інтерпретацію зору. Поділяється на кілька зон, кожна з яких спеціалізується на різних аспектах зорового сприйняття, таких як колір, рух, форма і глибина.

Функції зорового аналізатора [4, 5, 6]:

1. Сприйняття зорових стимулів: Зоровий аналізатор отримує зорові стимули у вигляді світла, що потрапляє в око. Рогівка та кришталик фокусують світло на сітківці, де воно сприймається фоторецепторними клітинами.

2. Перетворення світла в електричні сигнали: фоторецепторні клітини сітківки перетворюють світлову енергію в електричні сигнали. Палочкові клітини відповідають за гостроту зору при слабкому освітленні, а колбочкові - за кольоровий зір і гостроту зору при яскравому світлі.

3. Обробка зорової інформації: електричні сигнали, що генеруються фоторецепторами, після передачі обробляються і модифікуються різними клітинами сітківки. Ці клітини збільшують контрастність, розрізняють краї та здійснюють іншу візуальну обробку на ранньому рівні.

4. Передача до мозку: оброблені електричні сигнали передаються від сітківки до мозку через зоровий нерв. Деякі волокна з обох очей перехрещуються в перехресті зорових нервів, і зорова інформація від обох очей передається в обидві півкулі мозку.

5. Сприйняття та інтерпретація зору: зорова кора отримує електричні сигнали, які далі обробляються для сприйняття зорових стимулів. Різні ділянки зорової кори спеціалізуються на різних зорових функціях, таких як розпізнавання облич, сприйняття кольорів і виявлення руху. Мозок інтегрує цю інформацію, щоб створити цілісний і осмислений візуальний досвід.

6. Обробка вищого порядку: окрім первинної зорової кори, візуальна інформація також передається до інших ділянок мозку, які беруть участь в обробці вищого порядку, таких як розпізнавання об'єктів, просторова навігація та зорова пам'ять. Ці процеси передбачають взаємодію між зоровою системою та іншими когнітивними функціями.

Отже, зорові аналізатори [6, 7, 8] відіграють важливу роль у здатності бачити і розуміти візуальний світ, дозволяючи нам розпізнавати об'єкти, орієнтуватися в навколишньому середовищі та оцінювати красу нашого оточення.

1.2 Процеси візуального сприйняття

Візуальне сприйняття – це складний процес, що включає багато фізіологічних, неврологічних і когнітивних аспектів.

Фізіологічні аспекти візуального сприйняття полягають у тому, що око – це складна структура, яка складається з різних компонентів, включаючи рогівку, райдужну оболонку, кришталик, склеру, кришталик, сітківку і зоровий нерв. Кожен з цих елементів відіграє важливу роль у процесі зорового сприйняття. Наприклад, рогівка і кришталик фокусують світло на

сітківку, де світлові стимули перетворюються на нейронні сигнали [9, 10, 11, 12].

Роль неврологічних аспектів зорового сприйняття визначається сигналами, котрі отримані сітківкою, передаються через зоровий нерв до кори головного мозку, зокрема до зорової кори в тім'яній частці мозку. Тут інформація обробляється та інтерпретується [13, 14, 15].

Візуальне сприйняття – це складний і захоплюючий процес, який складається з декількох етапів, починаючи з того, як об'єкт спостереження вловлює світло, і закінчуючи тим, як мозок інтерпретує цю інформацію.

Перший етап візуального сприйняття – захоплення світла. Це отримання світла об'єктом, що відбивається від поверхні об'єкта і потрапляє в око через рогівку. Колір сприймається відповідно до різних довжин хвиль світла, а яскравість - відповідно до інтенсивності світла.

Другий етап – формування зображення на сітківці. Світло, що потрапляє в око, проходить крізь рогівку і фокусується кришталиком ока на сітківці, яка містить фоторецептори – колбочки і палички. Колбочки відповідають за кольоровий зір і розташовані переважно в центрі сітківки, тоді як палички чутливі до слабкого світла і розташовані на периферії.

Третій етап – передача сигналу до мозку. Фоторецепторні клітини перетворюють світло на нейронні сигнали, які передаються через зоровий нерв до зорової кори головного мозку. Тут сигнали обробляються та інтерпретуються.

Останній етап – інтерпретація мозком (збір інформації мозком). Мозок обробляє сигнали, отримані від різних ділянок сітківки, і порівнює їх із зображеннями, що зберігаються в пам'яті, щоб сформувати образ об'єкта або сцени.

Також на процес візуального сприйняття можуть впливати різноманітні зовнішні фактори, такі як освітлення, рух об'єктів або наш стан здоров'я. Наприклад, наші очі розширюються, щоб краще бачити в темряві, і розпливаються, коли об'єкти швидко рухаються.

1.3 Втома і перенапруження очей

Втома і перенапруження очей є поширеними проблемами в сучасному суспільстві, насиченому електронними пристроями, такими як комп'ютери і смартфони.

Фізіологія втоми і перенапруження очей показує, що передові дослідження в галузі фізіології з'ясували, які процеси відбуваються в органах зору під час тривалого перегляду екрану та виконання завдань, що вимагають напруження зору. Наприклад, доведено, що тривалий перегляд екрану викликає перенапруження очних м'язів і зменшення кількості моргань, що призводить до сухості і дискомфорту в очах.

Вчені [15, 16] також вивчають різні фактори, які впливають на ступінь втоми і напруги очей. До них відносяться освітлення в приміщенні, розташування екрану, розмір шрифту і яскравість зображення. Дослідження показали, що погане освітлення і неправильне розташування екрану можуть значно підвищити ризик втоми очей.

Наслідки перенапруження і втоми очей неприємні і впливають на якість життя людини. Тому вчені працюють над розробкою профілактичних заходів і методів лікування, серед них здебільшого виділяють гімнастику для очей, регулярні перерви в роботі за комп'ютером, використання спеціальних окулярів і програмного забезпечення, яке зменшує синє світло на екранах.

1.3.1 Механізми, фактори та шляхи вирішення сухості очей та очного дискомфорту

З наукової точки зору [17, 18], вивчення механізмів, впливу факторів та пропозиції можливих рішень для подолання сухості та дискомфорту очей,

потрібно знати їх фізіологію. Передусім, сухість очей та очний дискомфорт - це стани, пов'язані з дисбалансом сльозовиділення та розподілу сльози на поверхні ока. Що частіше спричинені нестачею вологи або її неправильним розподілом на поверхні ока. І може призвести до запалення слизової оболонки очей.

Однак, існують кілька факторів, котрі можуть викликати сухість очей і очний дискомфорт. До них відносяться висока концентрація екранів, низька вологість у приміщенні, використання контактних лінз, певні захворювання очей і фактори навколишнього середовища, такі як вітер, пил і дим.

Аналізуючи наукові дослідження [18, 19] у цій галузі, можна розробити ефективні методи профілактики та лікування, які включають використання штучних слізних розчинів, скорочення часу, проведеного перед екранами, коригування робочого та житлового середовища для підтримки оптимального рівня вологи в очах та уникнення факторів, що викликають подразнення.

1.4 Зміни в регуляції та рефракції ока: механізми та наслідки

1.4.1 Рефракція: адаптація ока до зміни відстані

Рефракція – це процес адаптації ока до різниці у відстані до об'єкта, що розглядається. Це досягається за рахунок зміни форми кришталика і зміни фокусу світла на сітківці. Наукові дослідження дозволили нам краще зрозуміти механізми цього процесу та його регуляцію мозковими центрами [20].

Процес рефракції зумовлений відмінностями у заломлюючих властивостях різних середовищ ока, таких як рогівка, кришталик і склера.

Однак, зміни рефракції можуть впливати на зорові функції людини. Наприклад, аномалії рефракції можуть спричинити проблеми з

короткозорістю та далекозорістю, тоді як порушення акомодатції можуть спричинити такі аномалії рефракції, як короткозорість, далекозорість та астигматизм.

Вивчення акомодатції та аномалій рефракції є важливим для подальших наукових розробок в галузі офтальмології та оптики. Розуміння цих процесів допоможуть розробити нові методи корекції зору, розробити оптимальні методи лікування очних захворювань та покращити якість життя пацієнтів [21].

1.5 Вплив моніторів на організм користувача

Як відомо, монітори є джерелом різних видів випромінювання, зокрема м'якого рентгенівського, легкого ультрафіолетового, інфрачервоного, високочастотного і низькочастотного електромагнітного та електростатичного полів.

Серед змін, які спостерігаються у користувачів комп'ютерів (наприклад, зміни в центральній нервовій, кістково-м'язовій та імунній системах), особливе місце займають зміни функціонального стану органів зору.

Адже саме зоровий аналізатор під час роботи за ПК зазнає найбільшого навантаження. Термін «синдром комп'ютерного зору» відомий як комплекс проблем із зором, викликаних роботою на близькій відстані під час використання комп'ютера. Зоровий дискомфорт виявляється у 25-75% користувачів комп'ютерів.

Існує небагато досліджень [22, 23], присвячених використанню спеціальних окулярів для роботи з комп'ютерними моніторами. Таким чином, зміни функціонального стану органів зору користувачів комп'ютерів і розробка засобів для полегшення цих змін є актуальною проблемою.

Доцільно було б провести більш детальне дослідження впливу роботи з комп'ютерними моніторами на функціональний стан органів зору і на основі отриманих даних розробити комплекс захисних заходів, спрямованих на зменшення цих впливів.

Відповідно до досліджень [24, 25], зміни функціонального стану сітківки ока користувачів комп'ютерів після однієї години роботи та вплив збільшення часу роботи з комп'ютерними моніторами, показав, характерні зміни функціонального стану організму користувача комп'ютера.

Як комплексний метод профілактики впливу комп'ютерних моніторів на функціональний стан органів зору запропоновано використання окулярів із захисними світлофільтрами для ультрафіолетової та синьої ділянок спектра. Запропоновано спосіб діагностики функціональних порушень органів зору осіб, які працюють з комп'ютерними моніторами, шляхом порівняння часу світлового стрес-тестування після однієї години роботи з комп'ютерними моніторами з вихідними даними, який не потребує складного обладнання.

Розроблено прості заходи щодо захисту органів зору при роботі з комп'ютерними моніторами, які можуть бути рекомендовані працівникам, що використовують комп'ютерні монітори та мають ознаки комп'ютерного зорового синдрому.

Ефективність запропонованого комплексу заходів щодо профілактики впливу роботи за монітором комп'ютера на органи зору була продемонстрована збереженням показників функціонального стану органів зору на вихідному рівні та зменшенням кількості суб'єктивних скарг користувачів комп'ютерів на 64% [25].

1.6 Офтальмологічні аспекти впливу ПК на зоровий аналізатор

Вивчення впливу роботи з персональними комп'ютерами (ПК) на функціональний стан зорового аналізатора залишається актуальною проблемою сучасної медицини і має велике медико-соціальне значення [26].

З одного боку, значна частина людської популяції вже є користувачами комп'ютерів, кількість яких постійно збільшується, але при цьому вік користувачів неухильно знижується за рахунок активного використання комп'ютерів у процесі дошкільного виховання, а також у початковій школі.

З іншого боку, специфіка роботи з ПК полягає в постійному і тривалому контакті з екраном монітора на близькій відстані, що в поєднанні з великим навантаженням на органи зору, як відомо, викликає тимчасові скарги на короткозорість і перенапруження очей, а в деяких випадках сприяє виникненню і прогресуванню короткозорості у молодих людей. Комп'ютеризація освіти підняла низку загальних і специфічних проблем, пов'язаних з особливостями взаємодії людини і комп'ютера.

Виділяють три аспекти цієї проблеми: гігієнічний, фізіологічний та психологічний. З них фізіолого-гігієнічні проблеми, пов'язані з профілактикою зниження працездатності, перевтоми і зміцненням здоров'я користувачів ПК, відіграють головну роль. Хоча ця проблема поступово вирішується, вона ще не втратила свого значення.

На основі представлених даних у науковій літературі [27, 28] про вплив персональних комп'ютерів на зорову систему можна виділити конкретні напрямки досліджень. Наприклад, ергономічні, технічні та гігієнічні аспекти безпечного впливу монітора на здоров'я і зір користувача, збереження і ефективного поліпшення зорової працездатності, причини зорової втоми і профілактика перенапруження очей, можливість виникнення органічних захворювань очей.

Робота за комп'ютером створює значне навантаження на провідні нервові шляхи та нервові центри головного мозку [29].

Ретельне дослідження десятків тисяч користувачів комп'ютерів у США, Німеччині та Італії показало, що 30-40% з них мають різні порушення зору. Частота порушень зору серед користувачів комп'ютерів на 10-20% вища, ніж серед працівників, які виконують аналогічну роботу без комп'ютерів.

При дослідженні зорової функції 96 працівників у віці 20-50 років 56% чоловіків і 70% жінок мали скарги на перенапруження очей, 37% обстежених мали знижену гостроту зору, а асиметрія в положенні найближчої яскравої плями між лівим і правим оком спостерігалася у 93% чоловіків і 87% жінок. Середній резерв конвергенції становив 4,2 дптр на ліве та праве око. 46,5% чоловіків і 48,9% жінок мали дисрегуляцію на 1 дптр і більше. Ці показники свідчать про наявність асиметрії у функціонуванні зорової системи та значно нижчі зорові функції у молодих операторів.

Скарги на перенапруження очей поширені серед більшості користувачів комп'ютерів. За даними різних авторів, цей показник коливається від 20% до 60% і залежить від характеристик зображень, що формуються на екрані дисплея, умов роботи за екраном, функціонального стану органів зору та необхідності використання пристроїв оптичної корекції.

Потенційна можливість перенапруження очей існує під час виконання будь-якого зорового завдання, але є найбільшою, коли об'єкти потрібно розглядати з близької відстані. Ця проблема є ще більш вираженою при використанні пристроїв високої інтенсивності, таких як комп'ютерні монітори.

Дослідження показали [30], що окремі технічні параметри дисплея не гарантують ні комфортної роботи, ні ефективності. Важлива лише оптимальна і прийнятна комбінація, розроблена і сформульована відповідно до санітарно-гігієнічних вимог ВДТ у вигляді національних стандартів і норм в Україні та за кордоном. Незважаючи на те, що сучасні відеомонітори мають досить високу якість зображення, користувачі часто не можуть налаштувати

оптимальний режим перегляду і не дотримуються основних ергономічних правил. Збільшення кількості скарг на погане самопочуття спостерігається після використання ВДТ низької якості. Використання дисплеїв низької якості негативно впливає на функціональний стан зорового аналізатора: знижується працездатність, значно зростає коефіцієнт втоми, а найближча точка чіткого бачення стає більш віддаленою. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), щоденне використання таких комп'ютерів погіршує гостроту зору в середньому на одну діоптрію на рік. Симптоми перенапруження очей під час роботи за комп'ютером різноманітні і можуть бути розділені на очні, зорові та загальні.

За даними багатьох авторів [31-36], очні симптоми перенапруження очей у користувачів ПК зустрічаються частіше, ніж зорові. Ряд досліджень показав зв'язок між часом, проведеним за комп'ютером, і частотою виникнення симптомів перенапруження очей. Вчені виявили, що суб'єктивний зоровий дискомфорт з'являється раніше, ніж перші ознаки перенапруження очей (зорової втоми), після 45 хвилин роботи за екраном; через дві години зорова функція раптово знижується; через чотири години зорова функція знижується; через чотири години зорова функція знижується. У той же час, тривала робота за екраном понад чотири години сприяє накопиченню втоми, дискомфорт з'являється після роботи і під час сну. Симптоми перенапруження очей можуть тривати протягом різного часу. Наприклад, очні симптоми в кінці робочого дня присутні у 40-45% користувачів ПК, 8% - наступного ранку і 4% - протягом двох днів після закінчення робочого дня. Робота з ВДТ збільшує потенціал пошкодження зорової системи, особливо протягом тривалих періодів роботи або в поєднанні використання ВДТ з іншими зоровими навантаженнями. Сомов показав [36], що фізіологічні механізми вказують на те, що це відбувається в рефракційному адаптаційному апараті, сітківці, підкіркових і кіркових структурах зорової системи.

З отриманих результатів [37] можна відзначити, що існує певний зв'язок між виникненням зорового дискомфорту і змінами в рефракційній системі. Однак інші дані показують, що в дослідженнях акомодативної, рефракції та застійних явищ зміни результатів x або x в динаміці робочого дня не були такими ж, як у контрольній групі. Слід також зазначити, що порівнювати результати цих досліджень складно через використання різних методів тестування і різних конструкцій дисплеїв. Так, при дослідженні впливу шестигодинної роботи з ЕПТ і РК-моніторами на зорову систему було виявлено значне зниження абсолютного і відносного резерву акомодативної при виконанні роботи в режимах введення тексту, гри і фіксованого погляду. Максимально знижувалася акомодативна в режимі фіксованого погляду. Цей показник був менш вираженим при роботі з рідкокристалічним монітором. Зменшення запасу по відношенню до величини акомодативної відбувалося на градієнті різниці, меншому за величину акомодативної.

У той же час, значно більші скорочення спостерігалися при роботі з ЕПТ-моніторами. Результати останніх досліджень [38] вказують на те, що у формуванні синдрому зорової втоми важливу роль відіграє недостатнє зволоження сльози рогівки і формування синдрому «сухого ока». У літературі з'явився термін «синдром монітора». Сухість очей є досить поширеною проблемою серед людей, які працюють з комп'ютерами. Більшість симптомів перенапруження очей викликані саме симптомами сухого ока. Ці результати були підтверджені в клінічних дослідженнях.

1.7 Програма відновлення психофізіологічних показників у комп'ютерокористувачів

Відомо [39, 40], що навчання старшокласників характеризується широким використанням комп'ютерів. Встановлено, що гострота зору,

контрастна чутливість, сприйняття кольорів, мінімальне розрізнення і сприйняття змінюються і коригуються під впливом роботи перед монітором. Оскільки мінімальне розділення і сприйняття чітко визначаються функцією нейронів кори головного мозку, метою дослідження було просторове сприйняття і увага старшокласників, які працюють перед монітором комп'ютера, і вплив авторської програми відновлення на ці показники.

За допомогою психофізіологічних методів провели обстеження 56 учнів старших класів з еметропічною рефракцією віком 15-16 років без офтальмологічних, фізичних або психічних порушень. Для статистичного аналізу використовували непараметричні методи (критерій Вілкоксона-Манна-Уїтні).

Встановлено [40], що година роботи за монітором комп'ютера знижує просторове сприйняття на 27%; короткочасний 15-хвилинний пасивний відпочинок очей суттєво не змінює значення досліджуваних показників у старшокласників після 60 хвилин зорового навантаження.

Після години роботи за комп'ютерним монітором вправи на відпочинок з елементами дихальної гімнастики суттєво покращили просторове сприйняття на 22%, майже досягнувши вихідних значень.

У дослідженні [41] на стійкість концентрації уваги 28,57% дітей старших класів посіли перше місце, 32,14% - друге, 25,00% - третє і 14,29% - четверте. Після 60 хвилин зорового навантаження на моніторі комп'ютера стійкість концентрації уваги старшокласників знизилася на 46,7%. Пасивний відпочинок протягом 15 хвилин після години роботи за монітором комп'ютера суттєво не вплинув на стійкість зосередженої уваги старшокласників.

Серія вправ на відпочинок, що включає компонент дихальної гімнастики, після роботи за монітором комп'ютера протягом однієї години достовірно підвищила концентрацію уваги (приріст склав 43,5%). Розподіл учнів за рангами становив 28,57% для 1-го рангу, 32,14% для 2-го рангу, 28,57% для 3-го рангу та 10,71% для 4-го рангу.

Отже, цей стан не покращується 15 хвилинами пасивного відпочинку, але відновлюється комплексом вправ, які можна рекомендувати для використання під час самостійної роботи за комп'ютером та в навчальних закладах для відновлення психофізіологічних функцій та профілактики порушень зору [42, 43].

Наступні обстежено 56 старшокласників з аномалією рефракції віком 15-16 років без офтальмологічних, фізичних або психічних порушень.

Обстеження проводилося в три етапи:

- На першому етапі досліджували вплив 60 хвилин роботи за монітором комп'ютера на психологічні показники;
- На другому етапі, після однієї години роботи за комп'ютером з подальшою 15-хвилинною перервою (з закритими очима або з відведенням погляду від монітора), оцінювали стійкість сприйняття простору і концентрацію уваги;
- На третьому етапі, після однієї години роботи за монітором, досліджували психологічні параметри досліджуваних і виконували серію відновлювальних вправ, що включали елементи дихальної гімнастики.

У роботі використано комп'ютерну авторську програму «Збереження зору» [44-46]. У представленому офтальмологічному тренінгу вправи були поділені на групи: вправи для зовнішніх м'язів ока, вправи для внутрішніх (циліарних) м'язів, вправи для покращення живлення очей та гімнастика для долонь.

Вправи для зовнішніх м'язів ока – вправи для прямих м'язів ока, вправи для прямих і косих м'язів ока. Система вправ для зміцнення окорухових м'язів, які забезпечують просторовий і спряжений зір; узгоджена дія шести очних м'язів забезпечує просторовий зір і сприйняття рухомих предметів. Вправи для руху очей мають такі фізіологічні ефекти: зміцнення окорухових м'язів та очного яблука, покращення кровотоку та обміну речовин в очному дні, сприяння виведенню метаболітів та очищенню очей.

Вправи для внутрішніх (циліарних) м'язів. Система вправ для зміцнення внутрішньоочних м'язів, що забезпечують фокусування зображення і реакцію зіниці на світло. Механізм дії – ритмічна діяльність внутрішньоочних м'язів, чергування їх скорочення і розслаблення, що сприяє поліпшенню кровопостачання і метаболізму внутрішньоочних тканин, відтоку венозної крові і внутрішньоочної рідини, нормалізації внутрішньоочного тиску і виведенню з ока продуктів обміну речовин.

Вправи для поліпшення поживного статусу ока, механізм дії: зниження внутрішньоочного тиску за рахунок посилення відтоку внутрішньоочної рідини з передньої камери через систему Герметової протоки, в результаті чого підвищується перфузійний тиск в оці і збільшується приплив крові до судин судинної оболонки і судин басейну внутрішньосудинної артерії. Це, в свою чергу, покращує поживне середовище оболонок і внутрішнє середовище ока. Цим процесам також сприяють рухи очей і скорочувальна робота повік та окорухових м'язів.

Розслаблення – долоні. Розвиток гальванічних процесів у нейронній мережі зорового аналізатора, зняття статичних і динамічних навантажень з внутрішніх і зовнішніх м'язів ока, оптимізація нейротрофічних процесів у периферичних і центральних відділах зорового аналізатора.

Перш за все, рухи очей повинні бути плавними і повільними, ні в якому разі не ривковими і не швидкими. Це схоже на принципи, що використовуються у спортивних тренуваннях. Інтенсивність і швидкість вправ слід збільшувати поступово, а навантаження розподіляти рівномірно на кожен очний м'яз. Для цього потрібно рухати очима в усіх можливих напрямках. Важливо поєднувати навантажувальні та дослідницькі вправи [46, 47]; загальнорозвиваючі фізичні вправи слід змінювати вправами для очей і зору та поєднувати з дихальною гімнастикою. Заняття має тривати 15 хвилин, з 5-6 повтореннями спеціальних вправ. Темп – повільний і середній, вихідні положення – стоячи і сидячи. Спеціальні вправи для очей

поєднуються з дихальною гімнастикою. Співвідношення спеціальних вправ до силових –2:1, заняття супроводжуються звуковим супроводом.

Умови дослідження відповідали гігієнічним вимогам та враховували зміни станів вищої нервової діяльності протягом дня. Всі студенти працювали на сучасному рідкокристалічному моніторі з діагоналлю 17 дюймів (тип LCD, роздільна здатність 1280x1024). Час безперервної роботи на моніторі становив одну годину [47].

Оскільки екранні зображення відрізняються від природних, випромінюючи, а не відбиваючи світло, маючи нижчу контрастність, ніж друковані, і зображення миготливі, а не статичні, візуальне навантаження в цьому дослідженні повинно було відповідати таким вимогам:

- програма повинна навантажувати досліджуваних діяльністю, яка не вимагає великих розумових зусиль;
- робота з програмою не повинна вимагати спеціальної комп'ютерної підготовки.

Виходячи з цих двох вимог, в якості зорового навантаження досліджуваним пред'являвся текст наукового змісту, написаний 14 кеглем шрифту Times New Roman, який читався в текстовому редакторі Word. Просторове пізнання досліджували за допомогою методу «кліпування» [47].

Кожному досліджуваному давали аркуш паперу з 30 вирізаними фігурами: 15 у верхній половині і 15 у нижній. Дві відповідні фігури (верхня і нижня) візуально поєднувалися, утворюючи коло; ліміт часу на 15 пар комбінацій становив 6 хвилин. Результати оцінювалися за кількістю правильних відповідей і виражалися в балах. Стійкість концентрації уваги визначали на основі 10-хвилинного аналізу таблиці за допомогою кілець Рондольта, після чого результати представляли у вигляді балів і рангів. Перший ранг свідчить про низьку стійкість концентрації уваги, другий - про помірну, третій – про високу і четвертий – про дуже високу. Для статистичного аналізу використовувалися непараметричні методи (критерій Вілкоксона-Манна-Уїтні) [48].

U-критерій Манна-Уїтні – це непараметричний статистичний тест, який використовується для оцінки різниці між двома вибірками за будь-якою якісною ознакою. Він дозволяє виявити відмінності у значеннях параметрів між невеликими вибірками.

Простий непараметричний критерій. Потужність цього критерію вища, ніж у Q-критерію Розенбаума.

Метод визначає [48], чи достатньо мала площа перекриття значень між двома рядами (ранжований ряд значень параметрів у першій вибірці та ті ж самі значення параметрів у другій вибірці). Чим менше значення критерію, тим більша ймовірність того, що різниця між значеннями параметрів у вибірках буде достовірною.

Кожна вибірка повинна мати щонайменше три значення ознаки; одна вибірка може мати два значення, але друга вибірка повинна мати щонайменше п'ять значень. Дані вибірок повинні бути неспівпадаючими (всі значення різні) або ледь співпадаючими [48].

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Загальна характеристика обстежених осіб

Об'єктом дослідження є вплив роботи з дисплеєм на окремі показники зорового аналізатора у практично здорових осіб.

Дослідження проводились на базі Запорізької загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів № 32 Запорізької міської ради Запорізької області м. Запоріжжя.

В експерименті взяли участь 67 осіб (15-17 років). Експеримент був констатуючим і здійснювався протягом вересня 2019 року – січня 2020 року під час навчального процесу учнів у школі до та після уроку інформатики з використанням комп'ютерної техніки впродовж 30, 45, 60 хвилин. Всі піддослідні мали показники фізіологічних функцій в межах вікових норм [49, 50].

2.2 Методика вимірювання артеріального тиску

Вимірювання артеріального тиску – це процедура, яка вимагає точності та стандартизації. Це пов'язано з тим, що неправильно виміряний артеріальний тиск може призвести до неточного діагнозу і неправильного лікування. Процедура вимірювання включає такі етапи:

1. Підготовка пацієнта: перед вимірюванням артеріального тиску пацієнт повинен відпочити протягом 5-10 хвилин у спокійному положенні, без будь-яких фізичних рухів або стресу. Також важливо не палити і не їсти та не пити каву або кофеїновмісні напої принаймні за годину до вимірювання.

2. Вибір манжети: неправильно підібрана манжета може призвести до неточного вимірювання артеріального тиску. Манжета повинна становити приблизно 40% обхвату плеча пацієнта в ширину і 80% в довжину.

3. Правильне розташування манжети: манжета повинна бути розміщена на рівні щиколотки, в тому ж місці, де зазвичай вимірюється пульс. Манжета повинна щільно прилягати до шкіри, але не перетискати її.

4. Використання тонометра: після того, як манжета правильно встановлена, виміряйте артеріальний тиск за допомогою сфігмоманометра. Сфігмоманометри можуть бути аналоговими або цифровими. Накачуючи манжету, важливо стежити за показниками манометра, щоб не перевищити максимальний рівень накачування.

5. Запис результатів: після вимірювання артеріального тиску правильно запишіть результати. Тиск зазвичай виражається двома числами: верхній граничний тиск (систоличний тиск) і нижній граничний тиск (діастолічний тиск).

6. Повторне вимірювання: часто рекомендується повторити вимірювання артеріального тиску кілька разів для отримання більш точних результатів. Результат зазвичай є середнім значенням кількох вимірювань [51].

2.3 Визначення самопочуття, активності та настрою

Визначення самопочуття, активності та настрою може включати в себе різні методи, що оцінюють фізичне, психологічне та емоційне становище особи. Загальноприйняті методики включають:

1. Анкети та опитувальники: стандартизовані опитувальники, розроблені для оцінки самопочуття та настрою, такі як «Індекс самопочуття» або «Шкала настрою Помпо». Ці опитувальники містять питання, що

оцінюють рівень емоційного стану, рівень активності та загальне самопочуття.

2. Дневники самовідчуття: людина може вести щоденник, в якому фіксує свої власні відчуття, рівень енергії, настроїв та активність протягом дня. Це дозволяє відстежувати зміни у своєму самопочутті та активності протягом тривалого часу.

3. Фізіологічні показники: пульс, кров'яний тиск та рівень гормонів використані для оцінки активності та фізичного стану організму.

4. Методи психологічного тестування: тести на депресію або тривожність, можуть бути використані для оцінки емоційного стану та настрою.

Ці методи узагальнують результати комплексної оцінки самопочуття, активності та настрою людини [51].

2.3.1 Методика САН (Самопочуття. Активність. Настрій)

Ця методика призначена для самоконтролю і самооцінки самопочуття, активності і настрою (Додаток А).

Шкала САН складається з індексів (3 2 1 0 1 2 3) і розташована між тридцятьма парами слів протилежного значення, що відображують рухливість, швидкість і темп протікання функцій (активність), силу, здоров'я, стомлення (самопочуття), а також характеристики емоційного стану (настрій). Перевагами тесту є його стислість і можливість кількаразового використання впродовж певного часу.

Інструкція. Слід співвіднести свій стан з ознаками за багатоступінчастою шкалою. Ви маєте вибрати і позначити цифру що найбільш точно відбиває ваш стан на даний момент.

Обробка та інтерпретація. При обробці ці цифри перекодуються в такий спосіб. Негативні стани за шкалою САН приймаються за 1 бал, наступний за ним за 2 бали і так далі. Слід урахувати те, що полюси шкали постійно змінюються. Позитивні стани завжди одержують високі бали, а негативні низькі. За цими балами розраховується середнє арифметичне як загалом, так і окремо за активністю, самопочуттям і настроєм. Зразок перекодування наведений у таблиці (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Зразок перекодування методики САН [51].

Перекодування	Повний надій	7	6	5	4	3	2	1	Розчарований
Текст САН	Повний надій	3	2	1	0	1	2	3	Розчарований

При оцінці функціонального стану важливі значення окремих показників та їхнє співвідношення. Наприклад, у відпочилої людини оцінки активності, настрою і самопочуття приблизно однакові. У міру наростання втоми співвідношення між ними змінюється за рахунок відносного зниження самопочуття й активності в порівнянні з настроєм.

Ключ:

1. Питання на самопочуття» 1, 2, 7, 8, 13, 14, 19, 20, 25, 26;
2. Питання на активність-3, 4, 9, 10, 15, 16, 21, 22, 27, 28;
3. Питання на настрої-5, 6, 11, 12, 17, 18, 23, 24, 29, 30.

2.4 Оцінка стану вегетативної нервової системи

Стан вегетативної нервової системи визначали за динамікою систолічного та діастолічного артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, вегетативного індексу Кердо (ВІК) та індексу Мизнікова (ІМ).

ВІК = (1 діастолічний артеріальний тиск/частота серцевих скорочень) 100%.

ІМТ = (систоличний/діастолічний артеріальний тиск) ЧСС

Тест «Здоров'я, активність і настрої» (Health, Activity and Mood, НАМ) використовувався для вивчення суб'єктивних оцінок функціонального стану. Бали наведені за окремими елементами: вимірювання КЧЗСМ, артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, коректурна проба з таблицею Анфімова, САН-тест.

2.5 Оцінка розумової працездатності за допомогою коректурної проби

Отримані результати обробляли за допомогою варіаційно-статистичного методу, який передбачає розрахунок середньої арифметичної величини (M).

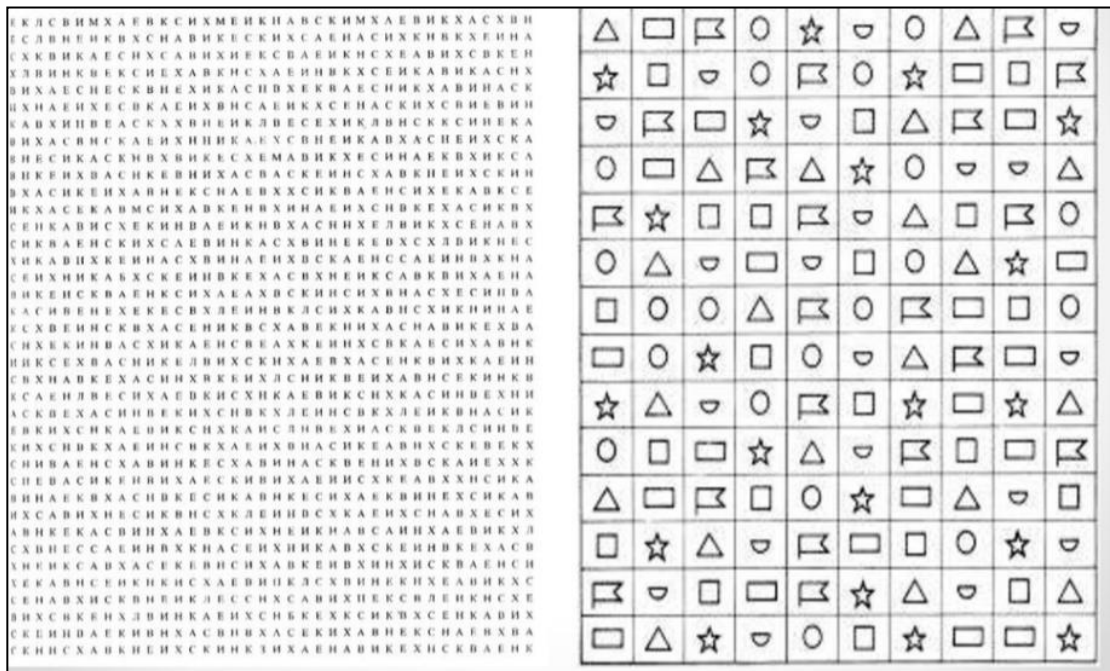


Рисунок 2.1 –Коректурний тест (таблиці Анфімова) [51]

При виборі методу дослідження функціонального стану фізіологічних параметрів організму ми керувалися тим, що робота з дисплеями вимагає тривалого напруження зорового аналізатора, статичної пози тощо. Тому досліджували розумову працездатність, критичну частоту мерехтіння світла, самопочуття, настрій та активність.

Дослідження розумової працездатності проводилося за допомогою коректурного-тесту (таблиця Анфімова) [51]. Коректурні завдання оцінювали за якісними та кількісними показниками, враховуючи загальну кількість переглянутих літер, помилок, а також розраховуючи точність виконання завдання, продуктивність та кількість помилок на 500 літер.

2.6 Оцінка функціонального стану зорового аналізатора

Функціональний стан зорового аналізатора досліджували шляхом дослідження критичної частоти мерехтіння світла за допомогою приладу КЧЗСМ-2.

Методика критичної частоти мерехтіння (КЧМ) є важливим інструментом для визначення частоти мерехтіння світла, що сприймається як нервово-судомний, або стійкий, при якому мерехтіння перестає бути помітним для більшості людей.

Кроки виконання методики КЧМ за допомогою приладу КЧЗСМ-2 включає:

1. Підготовка до вимірювання: Перед початком вимірювання слід перевірити, що прилад належним чином підключений і налаштований. Також слід забезпечити стабільні умови освітлення в приміщенні.

2. Налаштування приладу: Прилад КЧЗСМ-2 має бути налаштований на вимірювання частоти мерехтіння відповідно до стандартних методів.

3. Проведення експерименту: Учасник експерименту розташовується перед приладом на відстані, яка забезпечує оптимальний огляд. Під час експерименту учасникові по черзі пред'являються світлові стимули різних частот мерехтіння.

4. Фіксація результатів: Приблизно на частоті мерехтіння, при якій спостерігач відмічає, що мерехтіння стає менш помітним або зникає, проводиться серія вимірювань. Результати фіксуються.

5. Аналіз даних: Отримані дані аналізуються для визначення критичної частоти мерехтіння, яка може бути виражена в герцах (Гц) або інших відповідних одиницях.

6. Інтерпретація результатів: Критична частота мерехтіння може варіюватися залежно від особистих особливостей спостерігача і умов експерименту. Ці дані можуть бути корисними для розробки стандартів освітлення та уникнення негативного впливу мерехтіння на зорову систему [52, 53].

2.7 Методики вимірювання ЕМП і шуму

Вимірювання електромагнітного поля (ЕМП) проводилося за допомогою дозиметричного методу, щоб оцінити вплив його на людину чи середовище вимірюючи експозицію електромагнітного випромінювання в певному місці та часі.

Методика вимірювання дозиметрами варіюється в залежності від типу приладу та характеристик вимірювального параметру. Проте, загальний підхід включає:

1. Підготовка приладу: перш, ніж розпочати вимірювання, важливо переконатися, що прилад налаштований і підготовлений до роботи. Тобто, перевірка заряду батареї (якщо прилад працює від батареї), перевірка

калібрування (якщо необхідно) та перевірка коректності вимірювальних датчиків.

2. Встановлення приладу на місце вимірювання: дозиметр розміщується на місці, де потрібно здійснити вимірювання. Наприклад, якщо вимірюються рівні радіації, дозиметр може бути закріплений на спеціальному тримачі або носитися особою, яка виконує вимірювання.

3. Запуск вимірювання: запускається збір даних, що включає запуск реєстрації радіаційного рівня або вимірювання інших параметрів, таких як рівень шуму, освітлення, температура, вологість тощо.

4. Аналіз результатів: накопичення даних про вимірювальні параметри протягом певного періоду часу, і після завершення їх, відбувається аналіз оцінки відповідності нормативам, пошуку аномалій або виявлення паттернів.

5. Опис результатів: підготовка звіту з вимірювання, включаючи деталі про умови вимірювання, методологію та отримані результати [54].

Методика вимірювання шуму включає ряд процедур і інструментів для оцінки рівня шуму в конкретному середовищі.

Одним з найпоширеніших приладів для вимірювання рівня шуму в середовищі є шумомір (звукомір). Здебільшого використовуються для вимірювання загального рівня шуму або для вимірювання окремих шумових джерел.

Вимірювання шуму відбувається з високою точністю та з різними характеристиками в залежності від потреби вимірювань.

Шумомір, або звукомір, призначений для вимірювання рівня звукового тиску, який виражається у децибелах (дБ). Загальний опис процедури вимірювання шуму за допомогою шумоміра включає:

1. Підготовка приладу: перевірка і налаштування шумоміра, що прилад належним чином підключений, а також калібрування приладу.

2. Визначення місця вимірювання: важливо, щоб прилад був розташований належним чином, не занурений в шум, який не потрібно виміряти, і не перешкоджав роботі інших пристроїв.

3. Вимірювання рівня шуму: Увімкніть шумомір і розпочніть вимірювання. Зазвичай шумомір показує значення рівня шуму в реальному часі. Запишіть або зафіксуйте отримані значення.

4. Результати вимірювання: Після закінчення вимірювання отримані результати (значення рівня шуму), записують у децибелах, а також іншу інформацію (час та місце вимірювання).

5. Аналіз результатів: аналіз отриманих даних і написання висновків щодо рівня шуму в досліджуваному середовищі, порівняння результатів з встановленими нормативами або стандартами безпеки [55-58].

2.8 Статистична обробка результатів дослідження

Статистичний аналіз даних обстеження проводили із використанням методів дискриптивної статистики (розрахунок середнього арифметичного та похибки середнього арифметичного) та методів порівняння груп (Т-критерій Стьюдента). Усі розрахунки проводили за допомогою програми Microsoft Excel 2021 [59-61].

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Аналіз показує, що комп'ютерний клас у навчальному закладі загальною площею 51 м² містить вісім робочих місць, з розрахунку 6,4 м² на одне робоче місце, що відповідає нормі.

Статичні та електромагнітні поля не перевищують гранично допустимих рівнів, а шум ізольований. Показники мікроклімату не перевищують гранично допустимих рівнів.

Комп'ютери в класах навчального закладу розміщені в два ряди, монітори повернуті до протилежних стін, що не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам. Це пов'язано з тим, що світло падає на екрани з протилежних сторін, створюючи тіні та відблиски на екранах, що, в свою чергу, збільшує потребу в зміні положення тіла і викликає втому очей. У комп'ютерному класі учні проводять перед монітором комп'ютера 45 хвилин, що є цілком обґрунтованим.

Температура в комп'ютерному класі, який виходить вікнами на південну сторону горизонту, має низьку питому площу і недостатньо ефективно провітрюється, підвищувалася на 8-10°C до 30°C до кінця навчального дня в теплі місяці навчального року. Як наслідок, понад 60% учнів скаржилися на тепловий дискомфорт, головний біль, сонливість і втому.

Рівень шуму в комп'ютерному класі перевищував 55-58 дБА лише при одночасній роботі восьми комп'ютерів, кондиціонера та флуоресцентних ламп.

Дослідження розподілу електромагнітних полів на різних відстанях від екрану найбільш поширеного типу відеомоніторів (навчальні заклади) показало, що найвищі рівні електромагнітного випромінювання зафіксовані на відстані 10 см від поверхні панелі відеомонітора (особливо задньої), а по мірі збільшення відстані від поверхні відеомонітора та системного блоку ПК

Виявлено, що він закономірно зменшується. Вже на відстані 30-40 см рівні електромагнітного поля (ЕМП) електростатичного і магнітного полів були нижче контрольного значення, а на відстані 50 см - на рівні фонових значень і нижче чутливості обладнання. Закономірність виявленого розподілу ЕМП дає підстави рекомендувати встановлювати комп'ютери на робочих місцях учнів на відстані не менше 50 см від екрану відеомонітора, а комп'ютери в аудиторіях встановлювати тільки по периметру, щоб виключити можливість знаходження учнів біля задньої панелі відеомонітора.

Аналіз розміщення учнівських меблів у комп'ютерних класах показав, що лише у всіх класах були спеціальні комп'ютерні столи з регульованою висотою та підставкою для відеомонітора короткі періоди роботи перед монітором ПК (45 хвилин) мають значний вплив на артеріальний тиск та частоту пульсу.

Таблиця 3.1 – Показники артеріального тиску та ЧСС учнів вікової групи 15-17 років

	Показники					
	Систолічний тиск, мм. рт. ст.		Діастолічний тиск, мм. рт. ст.		Пульс (ЧСС), уд/хв.	
	Перед уроком інформатики	Після уроку інформатики	Перед уроком інформатики	Після уроку інформатики	Перед уроком інформатики	Після уроку інформатики
Середні показники	117,4	113,5	69,5	61,3	67,7	65,3

Відповідно до таблиці 3.1, середні значення показників артеріального тиску та ЧСС досліджуваної групи учнів показують, що перед уроком інформатики середні показники систолічного тиску становили 117,4 мм. рт. ст., діастолічного тиску – 69,5 мм. рт. ст., а ЧСС – 67,7 уд/хв. А після уроку інформатики середні показники систолічного тиску знизилися до 113,5 мм. рт. ст., діастолічного тиску до 61,3 мм. рт. ст., а ЧСС до 65,3 уд/хв.

Отже, робота перед монітором комп'ютера має тенденцію до зниження діастолічного (з 117,4 мм рт.ст. до 113,5 мм рт.ст.) та систолічного (з 69,5 мм рт.ст. до 61,3 мм рт.ст.) артеріального тиску та уповільнення артеріального пульсу (з 67,7 уд/хв до 65,3 уд/хв) (табл. 3.1). Такий ефект може бути пов'язаний з фізичним навантаженням під час уроку, а також з психологічними аспектами, такими як концентрація та напруженість.

Таким чином, зниження артеріального тиску призводить до зниження судинного тону. Кровоносні судини розширюються, кровопостачання органів погіршується і функція органів погіршується.

Гігієнічне вивчення факторів, які можуть мати негативний вплив на формування здоров'я учнів під час навчання в комп'ютерному класі, дозволило класифікувати традиційні фактори, пов'язані з внутрішнім середовищем класу (параметри мікроклімату, освітлення), фактори, зумовлені експлуатацією комп'ютера (шум, електромагнітне випромінювання, якість зображення, дизайн робочого місця тощо) та фактори, пов'язані з навчальним процесом (навчальний час викладання, положення в денному та тижневому розкладі, кількість робочих годин тощо) можна класифікувати в основні групи.

Результати дослідження функціонального стану студентів залежно від тривалості навчальної діяльності представлені в таблицях 3.2 – 3.5.

Таблиця 3.2–Динаміка показників САН в залежності від тривалості навчальної діяльності учнів

Показники	Тривалість діяльності, хв.		
	30(n=11) X±Sx	45(n=10) X±Sx	60(n=10) X±Sx
Самопочуття, бал	-0,03±0,12	-0,05±0,10	0,11±0,10
Активність, бал	-0,21±0,12	-0,3±0,11*	-0,41±0,20
Настрій, бал	0,01±0,21	0,10±0,15	0,26±0,12*

Примітка: 1. X – середньоарифметичне від різниці величини показників до та після діяльності; 2. * – різниця достовірна ($p < 0,05$)

Використовуючи методику САН, ми визначили динаміку показників (самопочуття, активність і настрої, у балах) в залежності від тривалості навчальної діяльності учнів при 30, 45, 60 хвилин.

Розраховані показники самопочуття показували, що при 30 хв. діяльність тривала 40%, при 45 хв. становило -145%, і на 60 хв. складає всього 10 %. Активність навчальної діяльності учнів для 30 хв. становила 600%, для 45 хв. – 500 %, а для 60 хв. -473 %. Такі дані можуть свідчити про зниження рівня фізичної та психічної активності з плином часу навчального процесу. Стосовно показників настрою при 30 хв. і 45 хв. становило 0 %, тоді як при 60 хв., цей показник складає 160 %.

В загалом, відповідно до таблиці 3.2, відображення відсотках змін показників самопочуття, активності та настрою учасників дослідження після тривалої діяльності показало, що негативні значення при 45 хв. самопочуття - 145% та активності діяльності при 60 хв. -473% вказують на погіршення, а позитивні – на покращення показників.

Таблиця 3.3 – Показники розумової працездатності обстежених осіб за результатами коректурної проби

Показники	Тривалість діяльності, хв.		
	30(n=11) X±Sx	45(n=10) X±Sx	60(n=10) X±Sx
Коректурна проба: загальна кількість переглянутих знаків	28,8±4,02*	43,50±7,74*	52,10±9,12*
Кількість вірно відмічених знаків	6,71±2,38*	6,30±3,96	8,80±1,62*
Загальна кількість помилки	1,3±1,6	1,30±1,14	1,90±1,69
Точність роботи	-0,01±0,02	-0,01±0,02	-0,001±0,02
Продуктивність роботи	25,45±5,52*	31,7±8,41*	42,76±6,25*
Кількість помилок на 500 знаків	1,59±2,49	0,10±1,93	0,24±2,39

Примітки: 1. X – середньоарифметичне від різниці величини показників до та після діяльності; 2. * – різниця достовірна ($p < 0,05$)

Відсоткова зміна показників розумової працездатності у таблиці 3.3 показує, що коректурна проба при 30 хв. становить 50,87%, при 45 хв. – 19,71%, а при 60 хв. – 0%. Кількість вірно відмічених знаків при 30 хв. складає -6,11%, при 45 хв. – 39,68% та при 60 хв. – 0%. І продуктивність роботи при 30 хв. складає 24,52%, при 45 хв. – 34,84% та при 60 хв. – 0%.

Показники з таблиці 3.3, як загальна кількість помилок (1,3-1,9), точність роботи (від 25,45 до 42,76) та кількість помилок на 500 знаків (1,59-0,24) не показували значні зміни. Отже, позитивні значення вказують на покращення показників, а негативні, в свою чергу, на погіршення.

Розрахунки щодо стану вегетативної нервової системи обстежених осіб (таблиця 3.4) показали, що артеріальний тиск (мм.рт.ст.) : систолічний тиск – при 30 хв. становить 71,11%, при 45 хв. 129,17% та при 60 хв. 74,25%; діастолічний тиск – при 30 хв. становить 92,59%, при 45 хв. 113,77% та при 60 хв. 100%. Такі результати можуть свідчити про певне зниження майже на всіх етапах тривалості діяльності, у разі систолічного тиску, можна сказати про зменшення навантаження на серце під час роботи. А щодо діастолічного тиску присутня тенденція до зниження зі збільшенням тривалості діяльності, що свідчить про зниження загального тону судин та вегетативний вплив на артеріальний тиск.

Значення показника частоти серцевих скорочень при тривалості діяльності 30 хв. складає 198,68%, при 45 хв. 66,67% та при 60 хв. 100%, що по-перше, характеризує майже повне зниження протягом тривалості діяльності. І вказує на зниження активності серцево-судинної системи під час роботи.

Таблиця 3.4 – Стан вегетативної нервової системи обстежених осіб

Показники	Тривалість діяльності, хв.		
	30(n=11) X±Sx	45(n=10) X±Sx	60(n=10) X±Sx
Артеріальний тиск, мм. рт. ст.: систоличний діастолічний	-5,4±1,8* -3,84±1,72*	-8,35±4,95 -5,00±1,3	-9,50±2,15* -6,20±1,87*
Частота серцевих скорочень, уд./хв	-1,51±1,33	-3,00±2,11	-2,00±2,79
Вегетативний індекс Кердо	2,30±1,29	3,90±2,00	4,38±2,90

Примітки: 1. X – середньоарифметичне від різниці величини показників до та після діяльності; 2. * – різниця достовірна ($p < 0,05$)

За результатами вегетативного індексу Кердо відображається тенденція зниження тривалості діяльності. Отже, при 30 хвилинах тривалості діяльності вегетативний індекс Кердо виявився значно вищим за базовий рівень (169,57%), що може свідчити про активну реакцію організму на діяльність.

При 45 хвилинах цей показник також вищий за базовий рівень, але значно менший, ніж при 30 хвилинах, що може свідчити про поступове зниження активності організму під час тривалої діяльності.

При 60 хвилинах вегетативний індекс Кердо вже стає рівним базовому рівню (100%), що може свідчити про те, що організм втомився від тривалої діяльності і припинив свою активну реакцію.

Отже, зі збільшенням тривалості діяльності організм поступово втомлюється, що проявляється у зменшенні активності його вегетативної нервової системи

Як видно з таблиці 3.5, показники частоти світлових мерехтінь у лівому оці показували при 30 хв. -59% ; при 45 хв. -41%; при 60 хв. -45%. Отже, спостерігається зниження частоти світлових мерехтінь у відсотках при збільшенні тривалості діяльності, і свідчить про зростання втоми чи певні труднощі у сприйнятті світла.

Таблиця 3.5 – Функціональний стан зорового аналізатора обстежених осіб

Показники	Тривалість діяльності, хв.		
	30(n=11) X±S _x	45(n=10) X±S _x	60(n=10) X±S _x
Око	Частота світлових мерехтінь:		
Ліве око	-1,61±0,95	-2,12±0,87*	-3,35±1,53*
Праве око	-1,79±1,15	-2,36±1,00*	-3,84±1,19

Примітки: 1. X – середньоарифметичне від різниці величини показників до та після діяльності; 2. * – різниця достовірна (p < 0,05)

Проте, у правому оці при 30 хв. -64% ; при 45 хв. -42%; при 60 хв. -31% також спостерігається зниження частоти світлових мерехтінь, але тренд менш виражений порівняно з лівим оці. Це може означати і меншу втому, і краще сприйняття світла.

Загалом, зниження частоти світлових мерехтінь спостерігається зі збільшенням тривалості діяльності. Це може бути пов'язано зі зростанням втоми очей чи зі зміною рівня концентрації особи під час роботи.

За даними анкетування, скарги на здоров'я відзначали респонденти всіх вікових груп. 36,0% опитаних скаржилися на біль в очах, 23,0% – на головний біль, 16,0% – на відчуття важкості в голові, 12,0% – на нечіткість зору, 75,0% – на мерехтіння перед очима, 54,0% – на зміну настрою, 31,0% – на сонливість, 11,0% – на дратівливість і 4,0% – на недосипання.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Життєдіяльність безпосередньо пов'язана з виконанням певних завдань і продуктивністю праці, яка визначається як людським фактором і засобами виробництва, так і технічними, організаційними та умовами праці. Сьогодні діяльність більшості працівників сучасних професій у виробничому секторі пов'язана з використанням комп'ютерної техніки. Під час роботи з комп'ютером люди піддаються впливу різних факторів. До них відносяться електромагнітні поля (радіочастотні, високочастотні та мікрохвильові), інфрачервоне випромінювання, іонізуюче випромінювання, шум, вібрація та статична електрика [62].

Сьогодні багато установ і компаній використовують застаріле обладнання. Наразі діють вимоги щодо охорони праці та техніки безпеки.

Робота з комп'ютером вимагає значного розумового напруження і пов'язана з високим рівнем неврологічного та емоційного навантаження на оператора, високим зоровим навантаженням, високим напруженням м'язів рук при роботі з клавіатурою ПК. Раціональний дизайн і розташування елементів робочого місця має вирішальне значення для підтримки оптимальної робочої пози під час роботи.

Під час роботи з комп'ютером необхідно дотримуватися правильного режиму праці та відпочинку. В іншому випадку персонал може відчувати незадоволеність роботою, головний біль, дратівливість, порушення сну, втому, біль в очах, спині, шиї та руках.

Залежно від розташування вікон у приміщенні, де знаходиться комп'ютер, рекомендуються такі кольори стін і підлоги

- Вікна на південь – зеленувато-блакитні або світло-блакитні стіни, зелена підлога;
- Вікна на північ – блідо-помаранчеві або оранжево-жовті стіни, червоно-помаранчева підлога; та

- Вікна на схід – жовто-зелені стіни, зелена або червоно-помаранчева підлога;

- Вікна на захід – жовто-зелені або синьо-зелені стіни, зелена або червоно-помаранчева підлога.

Комп'ютерне обладнання є джерелом тепла, що призводить до підвищення температури в приміщенні та зниження відносної вологості. У приміщеннях, де встановлені комп'ютери, необхідно дотримуватися необхідних параметрів мікроклімату (табл. 4.1).

Таблиця 4.1. Нормативні параметри мікроклімату для приміщень з ПК

Період року	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	22—24	40—60	0,1
	21—23	40—60	0,1
Теплий	23—25	40—60	0,1
	22—24	40—60	0,2

Об'єм приміщень, де проводиться комп'ютерна робота, повинен бути не менше 20 м³ на одну людину з урахуванням максимальної кількості одночасно працюючих [62].

Для подачі повітря в приміщення використовується природна вентиляція, а також системи механічної вентиляції та кондиціонування.

Рівень шуму на робочих місцях економістів та операторів програмного забезпечення не повинен перевищувати 35-45 дБ, а в приміщеннях для обробки даних - 56-70 дБ. Для зниження рівня шуму стіни і стелі приміщень, де встановлені комп'ютери, повинні бути покриті звукопоглинальним матеріалом. Рівень вібрації в комп'ютерних центрах можна знизити, встановлюючи обладнання на спеціальні фундаменти або віброізолятори.

Негативні фактори при використанні комп'ютерів

Інтенсивне (рентгенівське) випромінювання. Дослідження показали, що монітори не є небезпечними для користувачів комп'ютерів, оскільки

інтенсивність такого випромінювання нижче гранично допустимої межі (ГДР). Згідно з українськими нормами радіаційної безпеки (НРБУ-97), гранично допустима потужність дози рентгенівського випромінювання на відстані 5 см від екрану відеотерміналу становить $7,74 \times 10^{-12}$ Кл/кг, що еквівалентно еквівалентній дозі 0,1 мбер/год (100 мкбер/год) [63].

Оптичне випромінювання включає ультрафіолетове (УФ), світлове та інфрачервоне (ІЧ) випромінювання.

Ультрафіолетове випромінювання зазвичай впливає на шкіру та очі людини. Аналіз робочих місць користувачів комп'ютерів показав, що у 86% вимірювань, тобто в більшості випадків, УФ-випромінювання не було виявлено. Там, де вони були виявлені, рівні в середньому становили $0,001 \text{ Вт/м}^2$.

Промені в основному впливають на очі, викликаючи втому і подразнення райдужної оболонки. Однак ці симптоми швидко зникають і не викликають патологічних змін.

Інфрачервоне випромінювання - довжина хвиль обмежена від 0,76 мм до 1 мм. Для більшості біологічних матеріалів випромінювання в цьому діапазоні вважається непрозорим. Дослідження показали, що інтенсивність інфрачервоного випромінювання відеотерміналів нижча за значення, зазначені в ДСанПіН 3.3.2-007-98.

Електромагнітне випромінювання (ЕМВ) в радіочастотному діапазоні; джерелом ЕМВ є монітор. Тому, вибираючи робоче місце для комп'ютера, пам'ятайте, що його задня і бічні стінки можуть бути набагато більшим джерелом ЕМП, ніж екран.

Вчені довели, що радіочастотне випромінювання впливає на центральну нервову систему (ЦНС) і є значним стресором.

Дослідження показали, що кактуси, розміщені біля моніторів, слугують засобом «уловлювання» випромінювання (важливим є тип і розмір рослини), але все ж таки діють більше як психологічний заспокійливий засіб, ніж як антирадіаційний агент.

Більшість вчених вважають, що як короткочасний, так і довготривалий вплив будь-якого виду випромінювання від екранів моніторів не є небезпечним для здоров'я комп'ютерних операторів. Однак вичерпних даних про безпеку впливу моніторного випромінювання для комп'ютерних операторів поки що немає, і дослідження в цій галузі все ще тривають [63].

Щоб зменшити вплив вищезгаданого випромінювання, рекомендується використовувати монітори з низьким рівнем випромінювання і дотримуватися регулярного режиму праці та відпочинку.

Вимоги до перерв у роботі та відпочинку при використанні ВДТ [64]

При організації робіт, пов'язаних з використанням ВДТ, передбачаються встановлені внутрішньозмінні перерви для збереження здоров'я працівників, запобігання професійним захворюванням і підтримання працездатності.

Внутрішньозмінний режим праці та відпочинку передбачає додаткові невеликі перерви в період до появи об'єктивних і суб'єктивних ознак втоми та зниження працездатності.

Якщо робота належить до різних видів трудової діяльності, слід вважати, що основна робота з ВДТ становить не менше 50% робочого часу. Протягом робочої зміни повинні бути забезпечені:

- перерви для відпочинку та харчування (обідня перерва);
- перерви для відпочинку та особистих потреб (відповідно до Кодексу законів про працю);
- додаткові перерви, які встановлюються для окремих професій з урахуванням специфіки трудової діяльності.

Залежно від характеру трудової діяльності, згідно з чинним класифікатором професій (ДК-003-95 та Зміна № 1 до ДК-003-95), виділяють три професійні групи

1) Розробники програмного забезпечення (інженери-програмісти) в основному зайняті у сфері відеотерміналів та документації, що вимагає інтенсивного обміну інформацією з комп'ютерами та високої частоти

прийняття рішень. Робота характеризується інтенсивною розумовою творчою працею з напруженням зору, концентрацією уваги на фоні нервово-емоційного напруження, вимушеними робочими позами, загальною гіподинамією та регулярним навантаженням на кисті верхніх кінцівок. Робота виконується в інтерактивному режимі з комп'ютером, у вільному темпі та з регулярним пошуком помилок в умовах дефіциту часу;

2) Оператор комп'ютерного набору виконує завдання, пов'язані з обліком інформації, отриманої за попереднім запитом або з ВДТ, з перервами різної тривалості, пов'язаними з виконанням інших завдань, що характеризуються напруженням зору, незначним фізичним зусиллям і помірним нервовим напруженням, у вільному темпі;

3) оператори комп'ютерного набору виконують монотонну роботу, пов'язану з використанням документів і клавіатури, частими короткими періодами перемикання погляду на екран дисплея і швидким введенням даних. Ця робота характеризується як фізична праця з підвищеним навантаженням на верхні кінцівки на фоні загальної гіподинамії з напруженням зору (переважно концентрація погляду на документах) та нервово-психічним напруженням [64, 65].

Положення встановлює наступний внутрішньозмінний режим праці та відпочинку для робіт, пов'язаних з використанням комп'ютера, при восьмигодинній денній робочій зміні в залежності від характеру роботи:

- для розробників програмного забезпечення з використанням ВДТ - 15-хвилинна перерва для відпочинку через кожну годину роботи на ВДТ;
- для операторів комп'ютерного набору - передбачена перерва тривалістю 15 хвилин через кожні дві години роботи на ВДТ;
- для операторів комп'ютерного набору - встановлена перерва на 10 хвилин після кожної години роботи понад ГДН.

У всіх випадках, коли умови виробництва не дозволяють використовувати встановлені перерви для відпочинку, тривалість безперервної роботи з ВДТ не повинна перевищувати чотирьох годин.

У разі 12-годинної робочої зміни перші вісім годин слід надавати з регламентованою перервою для відпочинку, аналогічною перерві для відпочинку при восьмигодинній робочій зміні, а останні чотири години - з 15-хвилинною перервою для відпочинку щогодини, незалежно від характеру трудової діяльності [65].

З метою зниження нервово-психічного напруження, зорово-аналітичної втоми, поліпшення мозкового кровообігу, подолання негативних наслідків гіподинамії та профілактики перевтоми слід використовувати перерви для виконання комплексу вправ, передбачених Державними санітарними правилами і нормами ДСанПіН 3.3.2.007-98 при роботі з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. Доцільно виконувати комплекс вправ, як зазначено в психофізіологічне розвантаження.

Цей метод базується на свідомому застосуванні низки взаємопов'язаних прийомів психічної саморегуляції та виконанні нескладних фізичних вправ, що супроводжуються словесним самонавіюванням. Основна увага приділяється набуттю та утриманню навичок м'язового розслаблення.

Рекомендовані заняття проводяться в кімнатах психофізіологічного розвантаження з відповідним декором та кольоровою гамою і мають три періоди, що відповідають етапам процесу відновлення.

Перший період – це час, коли працівник відірваний від виробничого середовища і відповідає стадії залишкового збудження. Вмикається повільна мелодійна музика або спів птахів. Вибравши зручну позу, працівник адаптується і психологічно готується до наступного періоду.

Другий – заспокоєння, що відповідає фазі відновного гальмування. Запропонуйте показати фотослайди луку з квітучими квітами, лісу беріз або гладіні спокійної водойми. У навушниках звучить заспокійлива музика, а на задньому плані тихо і повільно (тричі) проговорюється заспокійлива формула методу аутогенного тренування:

- «Я повністю розслаблений, спокійний»;

- «Моє дихання рівне, спокійне».

- «Моє тіло важке, гаряче і розслаблене; я повністю розслаблений; лоб прохолодний; голова легка».

Зелене світло використовується як функціональне освітлення. Яскравість поступово зменшується протягом сеансу, а в кінці сеансу світло вимикається на одну-дві хвилини. Екран також вимикається [66].

Третій період – активація – відповідає фазі підвищеного збудження.

На початку періоду світло вимикається і через короткий час на екрані з'являється червона точка, яка поступово збільшується в розмірах і яскравості. В кінці періоду грає яскрава музика. Перед цим зробіть глибокий вдих і глибокий видих:

- «Я енергійний, я свіжий, я яскравий, я добре себе почуваю»;

- Я сповнений енергії.

Сеанси психологічного розвантаження можна проводити в індивідуальних навушниках і за єдиною програмою, що складається з двох періодів по п'ять хвилин: 1) повне розслаблення; 2) активізація працездатності.

За необхідності, під музичний супровід можна вимовляти певні фрази, що навіюють відпочинок, гарне самопочуття і, на завершальному етапі, бадьорість духу.

Після сеансу психофізіологічного розвантаження працівники відчують себе менш втомленими, бадьорими і в кращому настрої. Їхній загальний стан також значно покращується [66].

ВИСНОВКИ

1. Вплив роботи за комп'ютером на здоров'я учнів, після уроку інформатики середні показники артеріального тиску знизилися: систолічний тиск зменшився на 3,9 мм рт.ст., діастолічний – на 8,2 мм рт.ст., а серцевий пульс – на 2,4 уд/хв. Це свідчить про тенденцію до зниження артеріального тиску та уповільнення серцевого ритму після тривалої роботи за комп'ютером. Відтак, тривале перебування перед монітором комп'ютера може призвести до змін у функціонуванні серцево-судинної системи учнів.

2. Вплив тривалості навчальної діяльності на психофізичний стан учнів, відзначено зниження показників самопочуття та активності, а також зміни у настрої учнів зі збільшенням тривалості навчання. Показники самопочуття та активності вже після 45 хвилин занять показали негативні значення, зменшуючись на 145% та 30%, відповідно. Це свідчить про погіршення фізичного та психічного стану учнів під час тривалої навчальної діяльності.

3. Вплив роботи за комп'ютером на зоровий аналізатор та загальний стан здоров'я, спостерігається зниження частоти світлових мерехтінь у обох очах зі збільшенням тривалості діяльності. Це може свідчити про зростання втоми та труднощі у сприйнятті світла, що може виникати під час тривалого перебування перед монітором комп'ютера. Крім того, відзначено скарги учнів на різні прояви нездужання, такі як біль в очах, головний біль, мерехтіння перед очима та зміни настрою.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Проведене дослідження підтверджує той факт, що тривала робота за комп'ютером може негативно впливати на здоров'я та психофізичний стан учнів, викликаючи зміни в функціонуванні серцево-судинної системи, погіршення самопочуття та активності, а також негативні зміни у зоровому аналізаторі, і тому можуть слугувати обґрунтуванням для розробки оздоровчих програм та комплексів, спрямованих на відновлення функціонального стану учнів при тривалій роботі із ВДТ.

Отримані дані можуть бути використані при викладанні розділу «Фізіологія сенсорних систем» навчальної дисципліни «Фізіологія людини і тварин» та навчальної дисципліни «Фізіологія праці».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Зоровий аналізатор. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Зоровий_аналізатор
2. Анатомія, фізіологія дітей з основами гігієни та фізкультури. URL: https://pidru4niki.com/15970122/meditsina/zoroviy_analizator#127
3. Линник Є. Вплив моніторів на організм користувача...: ст. гр. ОКС-312 Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. III Всеукраїнська студентська науково-технічна конференція «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання». URL: <https://core.ac.uk/download/60824397.pdf>
4. Particularities of the Program for Psychophysiological Indicators' Recovery in Hcu Senior Pupils. Natalia Ulyanytska, Svitlana Indyka, Olga Andriychuk, Olena Yakobson, Natalia Grayda, Volodymyr Lavrenyuk. *Lesya Ukrainka Eastern European National University*, 2020. №. 2 (50). URL: <https://sport.vnu.edu.ua/index.php/sport/article/view/2232>.
5. Бегош Н.Б. Офтальмологічні аспекти впливу персональних комп'ютерів на зоровий аналізатор. Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського. *Вісник наукових досліджень*, 2010. № 4. С. 4-6.
6. Карпенко С.Г., Попов В.В., Тарнавський Ю.А., Шпортюк Г.А. Інформаційні системи і технології. Київ, 2004р.
7. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основи екології Київ, 2000 р.
8. Танась М., Беднарек Ю. Комп'ютерні небезпеки нашого часу. *Науковий світ*, 2003. № 5. С. 8-10.
9. Oba Funsho Usman, Mubarak Umar, Yusuf Abubakar & Yahaya Mani Tsauri Influence of computer skills on the quality of services in health and fitness centres in nigeria. 2023, P. 13. URL: <https://www.researchgate.net/publication/372170100>.

10. Ritunsa Mishra, Rabinarayan Satpathy, Bibudhendu Pati Human Computer Interaction Applications in Healthcare: An Integrative Review. *EAI Endorsed Transactions on Pervasive Health and Technology*, 2023, Vol. 9. P. 10
11. Nazar. M, Alam. M.M, Yafi. E, Su'ud. M.M, «a systematic review of Human computer Interaction and Explainable Artificial intelligence in healthcare with Artificial intelligence techniques». 2021. Vol. 9, P. 153316-153348.
12. Forbrig P. «Continuous software engineering with special emphasis on continuous business-process modeling and human-centered design» *Proc. 8th Int. Conf. Sub-ject-Oriented Bus. Process Manage.* Apr. 2016, P. 1-4. DOI: 10.1145/2882879.2882895
13. S. Dino M.J, M. Davidson P, W. Dion. K, L. Szanton. S, L. Ong. I, «Nursing and human-computer interaction in healthcare robots for older people: An integrative review» Mar-2022.
14. Scibilia, A., Pedrocchi, N., & Fortuna, L. Human control model estimation in physical human-machine interaction: A survey. *Sensors*, 2022. Vol. 22, № 5. P. 1732.
15. Solari. F, Chessa. M, Chinellato. E, Bresciani. J. P, «advances in Human Computer In-teraction: Methods, Algorithms, Applications». 2018.
16. T. Raduntz, T. Muhlhausen, N. Furstenau, E. Cheladze, and B. Meffert, Application of the Usability Metrics of the ISO 9126 Standard in the E-Commerce Domain: A Case Study. Cham, Switzerland:*Springer*, 2019. Vol. 903.
17. Y. Yun, D. Ma, and M. Yang, Human computer interaction based decision support system with applications in data mining. *Future Gener.. Comp. Syst.*, 2021. Vol. 114, P. 285-289. DOI:10.1016/j.future.2020.07.048.
18. Z. Zeng, P. J. Chen, and A. A. Lew, From high-touch to high-tech: COVID-19 drives robotics adoption. *Tour. Geogr*, 2020. Vol. 22, № 3, P. 724-734. DOI:10.1080/14616688.2020.1762118.
19. Wang. J, Cheng. R, Liu. M, Liao. P.C, Research trends of HCI studies in construction hazard recognition: A bibliometric review. *Sensors*, 2021. Vol. 21, P. 6172.

20. Danila Germanese, Sara Colantonio, Marco Del Coco, Pierluigi Carcagnì and Marco Leo Computer Vision Tasks for Ambient Intelligence in Children's Health. *Information*, 2023. Vol. 14, P. 548. DOI: <https://doi.org/10.3390/info14100548>
21. State of the Art on Ethical, Legal, and Social Issues Linked to Audio- and Video-Based AAL Solutions. Ake-Kob A., Blazevidiene A., Colonna L., Cartolovni A., Dantas C., Fedosov, A.; Florez-Revuelta, F.; Fosch-Villaronga, E.; He, Z.; Klimczuk, A.; et al. 2022. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4075151.
22. Walsh, V.; Oddie, S.; McGuire, W. Ethical Issues in Perinatal Clinical Research. *Neonatology* 2019. Vol. 116. P. 52-57.
23. Alexander D.; Quirke M.; Doyle C.; Hill K.; Masterson K.; Brenner M. Technology solutionism in paediatric intensive care: Clinicians' perspectives of bioethical considerations. *BMC Med. Ethics*, 2023. Vol. 24. P. 55.
24. Adams, C.; Pente, P.; Lemermeyer, G.; Rockwell, G. Artificial Intelligence Ethics Guidelines for K-12 Education: A Review of the Global Landscape. In Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence in Education, Utrecht, The Netherlands; Roll, I., McNamara, D., Sosnovsky, S., Luckin, R., Dimitrova, V., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2021; P. 24-28.
25. Adams C.; Pente P.; Lemermeyer G.; Rockwell G. Ethical principles for artificial intelligence in K-12 education. *Comput. Educ. Artif. Intell.*, 2023. Vol. 4. P. 100131.
26. McStay A.; Rosner G. Emotional artificial intelligence in children's toys and devices: Ethics, governance and practical remedies. *Big Data Soc.*, 2021. Vol. 8. P. 1-16.
27. Boch, S.; Sezgin, E.; Lin Linwood, S. Ethical artificial intelligence in paediatrics. *Lancet Child Adolesc. Health* 2022. Vol. 6. P. 833-835.
28. Perspectives of Youths on the Ethical Use of Artificial Intelligence in Health Care Research and Clinical Care. Thai, K.; Tsiandoulas, K.H.; Stephenson,

E.A.; Menna-Dack, D.; Zlotnik Shaul, R.; Anderson, J.A.; Shinewald, A.R.; Ampofo, A.; McCradden, M.D. *JAMA Netw. Open*, 2023. Vol. 6. P. 2310659.

29. Ravi, S.; Climent-Pérez, P.; Florez-Revuelta, F. A review on visual privacy preservation techniques for active and assisted living. *Multimed. Tools Appl.* 2023.

30. Jovanovic, M.; Mitrov, G.; Zdravevski, E.; Lameski, P.; Colantonio, S.; Kampel, M.; Tellioglu, H.; Florez-Revuelta, F. Ambient Assisted Living: Scoping Review of Artificial Intelligence Models, Domains, Technology, and Concerns. *J. Med. Internet Res.*, 2022. Vol. 24. P. 36553.

31. Особливості програми відновлення психофізіологічних показників у старшокласників-комп'ютерокористувачів Наталія Ульяницька, Світлана Індика, Ольга Андрійчук, Олена Якобсон, Наталія Грейда, Володимир Лавренюк. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*, 2020. № 2. С. 78-84. DOI :<https://doi.org/10.29038/2220-7481-2020-02-78-84>.

32. Єременко Г.М., Яцковська Н.Я., Добрянська О.В. Гігієнічна оцінка функціонального стану організму дітей, які відвідують комп'ютерні клуби. *Довкілля та здоров'я*, 2006. № 3. С. 55-59.

33. Кочина М.Л., Яворский А.В. Динамика функциональных показателей зрительной системы подростков при контактах с разными видами визуальной загрузки. *Гигиена населенных мест*. Киев, 2005. Вып. 46. С. 362-365.

34. Flory, S., Cail, F. Psychophysiological changes during a VDU repetitive task. *Ergonomics*, 2015. Vol. 28. P. 329-342.

35. Godnig Edward, C. Children and computer use: The impact on learning and visual development. *J. Behav. Optom*, 2012. Vol. 13. P. 15-38.

36. Бегош Н. Б. Зміни біоелектричної активності головного мозку у осіб молодого віку під впливом зорових навантажень за комп'ютером. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*, 2012. № 1. С. 148-151.

37. Бурлачук Л. Ф., Морозов С. Н. Словарь-справочник по психологической диагностике. Киев: Наук. думка, 1989. С. 61-62.
38. Вадзюк С. Н., Ваврищук Т. А. Вікові особливості зорових функцій у школярів/за ред. член-кор. АПН України, проф. В. Г. Шевчука. Тернопіль: Воля, 2004. 68 с.
39. Вадзюк С. Н., Уляницька Н. Я. Вплив роботи за персональним комп'ютером на гостроту зору, контрастну чутливість та кольоровідчуття у дітей старшого шкільного віку з еметропічною рефракцією. *Український медичний альманах*. 2011. Т. 14, № 6. С. 36-37.
40. Вадзюк С. Н., Уляницька Н. Я. Стан гостроти зору, мінімумів розділення та сприйняття у старшокласників з еметропічною рефракцією при роботі з персональним комп'ютером. *Український науково-практичний журнал. Таврійський медико-біологічний вісник*. 2012. Т. 15, № 3. Ч. 2 (59). С. 311.
41. Бегош Н. Б., Черноמידз І. Б., Зятковська О. Я. Особливості функціонування зорової системи у користувачів комп'ютерів. *Медична інформатика та інженерія*, 2014. № 1 С. 5.
42. Gangamma M. P., Poonam. M. Rajagopala A clinical study on «Computer vision syndrome» and its management with Triphala eye drops and SaptamritaLauha. *Ауи*, 2010. Vol. 31, № 2. P. 236-239.
43. Griffiths K. L., Mackey M. G., Adamson B. J. The impact of a computerized work environment on professional occupational groups and behavioural and physiological risk factors for musculoskeletal symptoms: a literature review. *J. Occup. Rehabil*, 2007. Vol. 17, № 4. P 743-765.
44. Iribarren R., Iribarren G., Fornaciari A. Visual function study in work with computer. *Medicina (B Aires)*, 2002. Vol. 62, № 2. P. 141-144.
45. Trasiewicz D., Niesluchowska M., Makszewska-Chetnik Z. Eye-strain symptoms after work with a computer screen. *Klin.Oczna*, 1995. Vol. 97, № 11-12. P. 343-345.

46. Ustinaviciene R., Januskevicius V Association between occupational asthenopia and psycho-physiological indicators of visual strain in workers using video display terminals. *Med. Sci. Monit.*, 2006. Vol. 12, №7. P. 296-301.
47. Комп'ютерний зоровий синдром: симптоми та лікування Оптичний блог / Глибина різкості. 16.04.2018. URL: <https://linza.com.ua/uk/articles/blog/kompyuternyy-zritelnyy-sindrom-simptomyy-i-lechenie/>
48. Mann H. B., Whitney D. R. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics*, 1947. № 18. P. 50-60.
49. Клепець О. В. Передумови розвитку та заходи профілактики комп'ютерного зорового синдрому у старшокласників. 2020. С. 11. DOI:10.5281/zenodo.4450203.
50. Вадзюк С.Н., Ульяницька Н.Я., Дорошенко М.В. Про деякі особливості взаємодії із комп'ютерами і їх наслідки в учнів старшого шкільного віку. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.*, 2012, № 1 (50). С.50-53. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/4821/1/Vazuk.pdf>
51. Measurement of Blood Pressure in Humans: A Scientific Statement From the American Heart Association / Muntner P. et al. *Hypertension*. 2019. Vol. 73, №5. P. e35–e66. URL: <https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000087>
52. «Computer Vision Syndrome»: сайт «American Optometric Association» URL: <http://www.aoa.org/x5374.xml> (дата звернення: 12.10.2023).
53. «Computer Vision Syndrome»: сайт «National Institute of Occupational Safety and Health of USA». URL: <http://www.cdc.gov/niosh/> (дата звернення: 12.10.2023).
54. Радиометричні НВЧ методи та засоби вимірювання фізичних величин: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / О. П. Яненко, С. М Перегудов, К. Л. Шевченко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 352 с.

55. Трач Р.Р. Комп'ютеризована система «Аналізатор аудіо спектру», кваліфікаційна робота зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія». Тернопіль, 2021. 60 с.
56. Найда М. С. Дослідження частотних характеристик імплантатів кісточок середнього вуха людини. *Мікросист., Електрон. та Акуст.*, 2022. Т. 27, Вип. 1. Київ. 11 с.
57. Beranek Leo L., Mellow Tim J., *Acoustics – Sound Fields and Transducers*. 2012, San Diego. *Elsevier – Academic Press*. ISBN: 9780123914217.
58. Gelfand S. A., *Hearing: An Introduction to Psychological and Physiological Acoustics*. UK, 2017. ISBN-13: 978-1-4200-8865-6.
59. CVS. The Wall Street Journal. URL: http://europe.wsj.com/homepage?hat_input=computer+vision+syndrome (дата звернення: 10.11.2023).
60. Kendall Wills Sterling. Computer Vision Syndrome. URL: http://www.kwsterlingcommunications.com/KWSTERLING_Communications/Publications_files/RSIs--_Computer%20Vision%20Syndrome.pdf (дата звернення: 12.11.2023).
61. Human-Computer Interaction: Psychological Aspects of the Human Use of Computing. *Annual Review of Psychology*. 2008. Vol. 54. P. 491-516.
62. Лапін В. М. Безпека життєдіяльності людини: навчальний посібник. 6-те вид., перероб. і доп. Київ: Знання, 2007, 332 с.
63. Міністерство охорони здоров'я України. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. ДСанПІН 3.3.2.007-98.
64. «Основи охорони праці», затверджена Міністерством освіти України 31 липня 1997 року для студентів загально-інженерних, економічних, педагогічних та різних гуманітарних спеціальностей вищих закладів освіти України. URL: <https://library.if.ua/books/9.html>
65. Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. Наказ «Про затвердження правил охорони праці

під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» від 19 квітня 2010 р. за N 293/17588.

66. Основи охорони праці: навч. посіб. / В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін. 2-ге вид., перероб. і доп. Харків: Факт, 2007. С. 423-429.

ДОДАТКИ

Додаток А

Типова карта методики САН

1. Прізвище, ім'я _____
 2. Стать _____, Вік _____
 3. Дата _____, Час _____

Самопочуття добре	3 2 1 0 1 2 3	Самопочуття погане
Почуваюся сильним	3 2 1 0 1 2 3	Почуваюся слабким
Пасивний	3 2 1 0 1 2 3	Активний
Малорухливий	3 2 1 0 1 2 3	Рухливий
Веселий	3 2 1 0 1 2 3	Сумний
Добрий настрої	3 2 1 0 1 2 3	Поганий настрої
Працездатний	3 2 1 0 1 2 3	Розбитий
Сповнений сил	3 2 1 0 1 2 3	Знесилений
Повільний	3 2 1 0 1 2 3	Швидкий
Бездіяльний	3 2 1 0 1 2 3	Діяльний
Щасливий	3 2 1 0 1 2 3	Нещасливий
Життєрадісний	3 2 1 0 1 2 3	Похмурий
Напружений	3 2 1 0 1 2 3	Розслаблений
Здоровий	3 2 1 0 1 2 3	Хворий
Байдужий	3 2 1 0 1 2 3	Захоплений
Спокійний	3 2 1 0 1 2 3	Схвильований
Захоплений	3 2 1 0 1 2 3	Сумовитий
Радісний	3 2 1 0 1 2 3	Печальний
Відпочивший	3 2 1 0 1 2 3	Стомлений
Свіжий	3 2 1 0 1 2 3	Виснажений
Сонливий	3 2 1 0 1 2 3	Збуджений
Бажання відпочити	3 2 1 0 1 2 3	Бажання працювати
Спокійний	3 2 1 0 1 2 3	Стурбований
Оптимістичний	3 2 1 0 1 2 3	Песимістичний
Витривалий	3 2 1 0 1 2 3	Втомлений
Бадьорий	3 2 1 0 1 2 3	Млявий
Думати важко	3 2 1 0 1 2 3	Думати легко
Розсіяний	3 2 1 0 1 2 3	Уважний
Сповнений сподівань	3 2 1 0 1 2 3	Розчарований
Задоволений	3 2 1 0 1 2 3	Незадоволений

Декларація
академічної доброчесності
здобувача ступеня вищої освіти ЗНУ

Я Онищенко Олександр Олександрович, студент 2 курсу, форми навчання денної, факультету біологічного, спеціальність 091 Біологія, адреса електронної пошти onisenkoaleksandr031@gmail.com,

підтверджую, що написана мною кваліфікаційна робота на тему: «Вплив роботи з дисплеєм на окремі показники зорового аналізатора практично здорових осіб The Effect of Working with The Monitor on Some Indicators of the Visual Analyzer of Healthy Individuals»,

відповідає вимогам академічної доброчесності та не містить порушень, що визначені у ст. 42 Закону України «Про освіту», зі змістом яких ознайомлений/ознайомлена;

- заявляю, що надана мною для перевірки електронна версія роботи є ідентичною її друкованій версії;

- згоден/згодна на перевірку моєї роботи на відповідність критеріям академічної доброчесності у будь-який спосіб, у тому числі за допомогою інтернет-системи а також на архівування моєї роботи в базі даних цієї системи.

Дата _____

Підпис _____

Онищенко О.О. _____

Дата _____

Підпис _____

Гороховський Є.Ю.