

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ І. Я. ГОРБАЧЕВСЬКОГО МОЗ УКРАЇНИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ І. Я. ГОРБАЧЕВСЬКОГО МОЗ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**БІДЗЮРА ІННА ГРИГОРІВНА**

УДК 612.821:612.882]-053.6(043.3)

**ДИСЕРТАЦІЯ**  
**НЕЙРОДИНАМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ У**  
**ПІДЛІТКІВ З РІЗНОЮ ТЕПЛОЧУТЛИВІСТЮ**

222 «Медицина»

22 «Охорона здоров'я»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ І. Г. Бідзюра

Науковий керівник: **Вадзюк Степан Несторович**, доктор медичних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, почесний академік НАПН України.

Тернопіль – 2024

## АНОТАЦІЯ

*Бідзюра І. Г.* Нейродинамічні особливості у підлітків з різною теплочутливістю. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 222 «Медицина» (22 «Охорона здоров'я»). – Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, 2024.

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль 2024.

Дисертаційна робота присвячена вивченню у 160 підлітків віком 15-17 років емоційного стану, когнітивних функцій та особливостей функціонування нервової системи в залежності від теплочутливості у них.

Виявлено, що підлітки віком 15-17 років мають диференційовану чутливість до впливу підвищеної температури навколишнього середовища, що підтверджується результатами опитувальника «Рівні теплочутливості» а також тепловою пробою.

Встановлено нижчий рівень ситуативної та особистісної тривожності а також краще самопочуття, активність та настрої у осіб із низькою теплочутливістю, порівняно із високою. Рівень самопочуття у осіб із низькою теплочутливістю становив  $(4,91 \pm 0,13)$  балів, а із високою –  $(3,75 \pm 0,30)$  балів, активності відповідно –  $(4,88 \pm 0,14)$  та  $(3,78 \pm 0,26)$  балів та настрою –  $(5,08 \pm 0,13)$  і  $(4,23 \pm 0,28)$  балів. Спостерігався вищий рівень ситуативної та особистісної тривожності у осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю. Так, рівень ситуативної тривожності у осіб із низькою теплочутливістю становив  $(33,65 \pm 1,28)$  балів, а із високою –  $(44,77 \pm 2,68)$  балів, особистісної тривожності відповідно –  $(33,75 \pm 1,33)$  та  $(46,30 \pm 2,29)$  балів. Установлено залежність самопочуття, активності та настрою від рівня тривожності у осіб з різною теплочутливістю.

Встановлено, що в осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю, спостерігається гірше сприймання простору та часу. Продуктивність сприймання простору у осіб із низькою теплочутливістю становила  $(32,95 \pm 0,61)$  ум.од., а із високою –  $(24,72 \pm 0,67)$  ум.од. При цьому, спостерігалась більша кількість помилок сприймання простору у осіб із високою теплочутливістю  $((7,58 \pm 0,33)$  помилок), порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю  $((2,07 \pm 0,24)$  помилок). Також, у підлітків із високою теплочутливістю зростала відносна частота помилкових відповідей  $((0,31 \pm 0,01)$  ум.од.), порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю  $((0,06 \pm 0,01)$  ум.од.). Вивчаючи показники оцінки 10-секундних часових інтервалів окремо у підлітків із різною теплочутливістю, нами встановлено, що для осіб із високою теплочутливістю характерним було сповільнення відліку часу: тривалість суб'єктивного часового еталону для них становила  $(0,76 \pm 0,02)$  ум.од., а у осіб із низькою теплочутливістю –  $(0,98 \pm 0,02)$  ум.од.

Виявлено залежність між продуктивністю сприймання простору та кількістю помилок (низькі від'ємні кореляційні зв'язки) у підлітків як з низькою ( $R=-0,16$ ), так і високою ( $R=-0,14$ ) теплочутливістю ( $p<0,001$  між показниками за критерієм лінійної кореляції Пірсона). Високі позитивні кореляційні зв'язки були між кількістю помилок сприймання простору та відносною частотою помилкових відповідей у осіб із низькою ( $R=0,99$ ), так і високою ( $R=0,85$ ) теплочутливістю. Середні від'ємні кореляційні зв'язки між продуктивністю сприймання простору та відносною частотою помилкових відповідей у осіб із низькою теплочутливістю ( $R=-0,30$ ) та високі від'ємні кореляційні зв'язки у осіб із високою теплочутливістю ( $R=-0,63$ ). Також, серед осіб із високою теплочутливістю виявлено кореляційні зв'язки між продуктивністю сприймання простору та тривалістю суб'єктивного часового еталону – середні позитивні ( $R=0,41$ ) та між відносною частотою помилкових відповідей з тривалістю суб'єктивного часового еталону – низькі від'ємні

( $R=-0,18$ ), тоді як серед підлітків із низькою теплочутливістю відповідних зв'язків не виявлено.

Показано, що у підлітків із високою теплочутливістю, порівняно із низькою теплочутливістю, спостерігаються нижчі показники пам'яті та уваги. Показник короткотривалої пам'яті на літери (ПАМЛ) у осіб із низькою теплочутливістю був на 41 % вищим, відносна кількість помилок пам'яті на літери (ПОМПАМЛ) була на 26 % меншою ( $p<0,05$ ), показник короткотривалої пам'яті на цифри (ПАМЦ) був вищим на 35 % ( $p<0,001$ ), відносна кількість помилок пам'яті на цифри (ПОМПАМЦ) була на 92 % меншою ( $p<0,001$ ) порівняно з такими показниками в осіб із високою теплочутливістю ( $p<0,001$ ). Щодо показників уваги, то в осіб із низькою теплочутливістю була вища стійкість уваги (а) на 13%, вища продуктивність уваги (В) на 22 % ( $p<0,001$ ), краща точність уваги (С) на 20 % ( $p<0,001$ ) та більший інтегральний показник стійкості уваги (А) на 21 % ( $p<0,001$ ) порівняно з такими показниками в осіб із високою теплочутливістю ( $p<0,001$ ).

Установлено взаємозв'язок між показниками пам'яті та уваги в осіб як з низькою, так і високою теплочутливістю ( $p<0,001$ ). Високі кореляційні зв'язки виявлено у підлітків із низькою теплочутливістю між усіма показниками як короткотривалої зорової пам'яті, так і уваги ( $p<0,001$ ). Серед підлітків із високою теплочутливістю встановлено високі кореляційні зв'язки тільки між: показником короткотривалої пам'яті на літери (ПАМЛ) і показником короткотривалої пам'яті на цифри (ПАМЦ) ( $R=0,56$ ), ПАМЛ і стійкістю уваги (а) ( $R=0,89$ ), ПАМЛ і продуктивністю уваги (В) ( $R=0,80$ ), ПАМЛ і точністю уваги (С) ( $R=0,70$ ), ПАМЛ і інтегральним показником стійкості уваги (А) ( $R=0,77$ ), а і В ( $R=0,78$ ), а і С ( $R=0,72$ ), а і А ( $R=0,77$ ), В і С ( $R=0,87$ ), В і А ( $R=0,97$ ), С і А ( $R=0,97$ ). Середні кореляційні зв'язки у них виявлено між показниками: ПАМЛ і відносною кількістю помилок пам'яті на літери (ПОМПАМЛ) ( $R=-0,32$ ), ПАМЦ і а ( $R=0,40$ ), ПАМЦ і В ( $R=0,38$ ), ПАМЦ і С ( $R=0,38$ ), ПАМЦ і А ( $R=0,39$ ); та низькі кореляційні зв'язки

між ПАМЛ і відносної кількості помилок пам'яті на цифри (ПОМПАМЦ) ( $R=-0,11$ ).

Виявлено позитивну достовірну динаміку підвищення когнітивних функцій в осіб із низькою теплочутливістю, порівняно з підлітками із високою теплочутливістю. Виявлено високі позитивні кореляційні зв'язки між коефіцієнтом розумової працездатності та когнітивними процесами за тестом МОСА у підлітків як з низькою, так і високою теплочутливістю.

На основі отриманих результатів ми можемо говорити про наступне: зниження психофізіологічних функцій (латентних періодів простої та складної зорово-моторної реакції та функціональної рухливості нервових процесів) в осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками з низькою теплочутливістю.

Показано високі та середні кореляційні зв'язки між показниками психофізіологічних функцій в осіб із низькою теплочутливістю та високі, середні і низькі зв'язки цих функцій в осіб із високою теплочутливістю. В обстежуваних із низькою теплочутливістю латентний період ПЗМР був середнього рівня, а в осіб із високою теплочутливістю відповідав низькому рівню, що на 38 % менше, у порівнянні із підлітками з низькою теплочутливістю ( $p<0,001$ ). Також, спостерігалось зниження на 25 % латентного періоду СЗМР у підлітків з високою теплочутливістю, порівняно з особами із низькою теплочутливістю ( $p<0,001$ ). В обстежуваних із низькою теплочутливістю латентний період СЗМР був вище середнього рівня, а в осіб із високою теплочутливістю відповідав середньому рівню ( $p<0,001$ ). Рівень ФРНП у підлітків з високою теплочутливістю знижувався на 39 %, порівняно з особами із низькою теплочутливістю ( $p<0,001$ ). Так, в осіб із низькою теплочутливістю ФРНП був високого рівня, а в осіб із високою теплочутливістю відповідав рівню нижче середнього ( $p<0,001$ ).

Особи із сильним типом вищої нервової діяльності переважали серед підлітків із низькою теплочутливістю, тоді як серед осіб із високою теплочутливістю виявлено домінування слабого типу нервової системи.

Математична модель прогнозування рівня теплочутливості показала, що для прогнозування високого рівня теплочутливості найбільше значення мають наступні фактори: відносна частота помилок сприймання, кількість помилок сприймання, відносна кількість помилок пам'яті на цифри, ФРНП, ПСР, ССР, особистісна та ситуативна тривожність. Факторами, що сприяли виявлення нейронною моделлю низького рівня теплочутливості були: коефіцієнт розумової працездатності, показник короткотривалої пам'яті на літери, продуктивність сприймання, стійкість уваги, показник короткотривалої пам'яті на цифри, інтегральний показник стійкості уваги, продуктивність та точність уваги. Ці фактори мали помітний вплив на прогноз рівня теплочутливості, що свідчить про їхнє значення у встановленні взаємозв'язку між теплочутливістю та високою нервовою діяльністю організму.

*Наукова новизна отриманих результатів.* Вперше встановлено різні рівні теплочутливості у підлітків віком 15-17 років.

Вперше встановлено кращі показники емоційного стану у підлітків із низькою теплочутливістю (нижчий рівень ситуативної та особистісної тривожності а також краще самопочуття, активність та настрої), порівняно із високою а також досліджено залежність самопочуття, активності та настрою від рівня тривожності у осіб з різною теплочутливістю.

Встановлено, що в осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю, спостерігається зниження когнітивних процесів (гірше сприймання простору та часу, нижчі показники пам'яті та уваги, зниження функцій мислення).

Вперше досліджено зниження психофізіологічних функцій (латентних періодів простої та складної зорово-моторної реакції та функціональної рухливості нервових процесів) у підлітків із високою теплочутливістю, порівняно із особами з низькою теплочутливістю.

Вперше встановлено, що особи із сильним типом вищої нервової діяльності переважали серед підлітків із низькою теплочутливістю, в той час

як, серед осіб із високою теплочутливістю виявлено домінування слабого типу вищої нервової діяльності.

Нами вперше була отримана математична модель прогнозування рівня теплочутливості у підлітків, яка враховує найбільш значущі фактори, які впливають на встановлення вищої та нижчої чутливості до тепла: коефіцієнт розумової працездатності, показник короткотривалої пам'яті на літери, продуктивність сприймання, відносна кількість помилок пам'яті на цифри, кількість помилок сприймання, відносна частота помилок сприймання, тому використання її дозволить вчасно виявляти осіб, які особливо сприйнятливі до дії підвищеної температури навколишнього середовища.

*Практичне значення отриманих результатів.* Вивчення цієї проблеми дозволить прогнозувати успішність у підлітків в умовах підвищених стресових чинників, окреслювати шляхи адаптації осіб із високою теплочутливістю до умов зовнішнього середовища, особливо, в сенсі розумової праці в умовах глобального потепління.

Отримані результати про різні рівні теплочутливості, характеристику емоційного стану, когнітивних функцій та особливостей функціонування нервової системи у підлітків віком 15-17 років створюють теоретичне підґрунтя для запобігання негативному впливу глобального потепління на організм людини. Розроблена нами прогностична математична модель також може бути використана для побудови діагностичної системи для визначення рівня термочутливості.

Отримані результати проведених нами досліджень впроваджені в навчальний процес на кафедрі фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського, кафедрі нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету імені М. І. Пирогова, кафедрі фізіології Івано-Франківського національного медичного університету, що підтверджено відповідними актами впровадження.

*Ключові слова:* глобальне потепління, теплочутливість, нейродинамічні властивості, психофізіологічні функції, емоційний стан, розумова працездатність, когнітивні процеси, нервова система, вища нервова діяльність, самопочуття, активність, настрій, тривога, тривожність, мислення, пам'ять, увага, сприймання, підлітки, прогнозування, математична модель.

## **ABSTRACT**

*Bidzyura I. G.* Neurodynamic features in adolescents with different heat sensitivity. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Thesis for obtaining a scientific degree of Doctor of Philosophy in the specialty 222 «Medicine» (22 «Health Care»). – Ivan Gorbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, 2024.

Ivan Gorbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, 2024.

The dissertation is devoted to the study of the emotional state, cognitive functions, and features of the functioning of the nervous system in 160 adolescents aged 15-17 years, depending on their heat sensitivity.

It was found that adolescents aged 15-17 years have a differentiated sensitivity to the influence of increased environmental temperature, which is confirmed by the results of the questionnaire "Levels of heat sensitivity" and also by a thermal test.

It was found that adolescents aged 15-17 differ in their sensitivity to the influence of increased environmental temperature, and this is confirmed by the results of the questionnaire «Levels of heat sensitivity» and a thermal test.

A lower level of situational and personal anxiety, as well as better well-being, activity and mood were established in people with low heat sensitivity, compared to high. The level of well-being in persons with low heat sensitivity was



( $4.91 \pm 0.13$ ) points, and with high sensitivity – ( $3.75 \pm 0.30$ ) points, activity – ( $4.88 \pm 0.14$ ) and ( $3.78 \pm 0.26$ ) points, respectively, and mood – ( $5.08 \pm 0.13$ ) and ( $4.23 \pm 0.28$ ) points. A higher level of situational and personal anxiety was observed in individuals with high heat sensitivity compared to adolescents with low heat sensitivity. Thus, the level of situational anxiety in persons with low heat sensitivity was  $33.65 \pm 1.28$  points, and with high sensitivity – ( $44.77 \pm 2.68$ ) points, personal anxiety – ( $33.75 \pm 1.33$ ) and ( $46.30 \pm 2.29$ ) points respectively. The dependence of well-being, activity and mood on the level of anxiety in people with different heat sensitivity has been established.

It was established that people with high heat sensitivity, compared to teenagers with low heat sensitivity, have a worse perception of space and time. The productivity of space perception in persons with low thermal sensitivity was ( $32.95 \pm 0.61$ ) units, and with high sensitivity it was ( $24.72 \pm 0.67$ ) units. At the same time, a greater number of spatial perception errors was observed in persons with high heat sensitivity (( $7.58 \pm 0.33$ ) errors), compared to adolescents with low heat sensitivity (( $2.07 \pm 0.24$ ) errors). Also, adolescents with high heat sensitivity had an increased relative frequency of false answers (( $0.31 \pm 0.01$ ) unit of measurement), compared to adolescents with low heat sensitivity (( $0.06 \pm 0.01$ ) unit of measurement). Studying the indicators of evaluation of 10-second time intervals separately in adolescents with different heat sensitivity, we found that people with high heat sensitivity were characterized by slowing down of time: the duration of the subjective time standard for them was ( $0.76 \pm 0.02$ ) units, and in people with low heat sensitivity – ( $0.98 \pm 0.02$ ) um.unit.

The relationship between the performance of spatial perception and the number of errors (low negative correlations) was revealed in adolescents with both low ( $R=-0.16$ ) and high ( $R=-0.14$ ) thermal sensitivity ( $p<0.001$  between indicators according to the criterion of Pearson's linear correlation). There were high positive correlations between the number of spatial perception errors and the relative frequency of false answers in individuals with low ( $R=0.99$ ) and high ( $R=0.85$ ) heat sensitivity. Medium negative correlations between spatial perception

performance and relative frequency of false answers in individuals with low heat sensitivity ( $R=-0.30$ ) and high negative correlations in individuals with high heat sensitivity ( $R=-0,63$ ). Also, among persons with high heat sensitivity, correlations were found between the performance of space perception and the duration of the subjective time standard – medium positive ( $R=0.41$ ) and between the relative frequency of false answers and the duration of the subjective time standard – low from receptive ( $R=-0.18$ ), while among adolescents with low heat sensitivity, no relevant relationships were found.

It has been shown that teenagers with high heat sensitivity, compared to low heat sensitivity, have lower indicators of memory and attention. The index of short-term memory for letters (SLM) in people with low heat sensitivity was 41 % higher, the relative number of errors of memory for letters (SLM) was 26 % less ( $p<0.05$ ), the index of short-term memory for numbers (PAMC) was higher by 35 % ( $p<0.001$ ), the relative number of memory errors for numbers (POMPAMC) was 92 % less ( $p<0.001$ ) compared to such indicators in individuals with high heat sensitivity ( $p<0.001$ ). Regarding indicators of attention, people with low heat sensitivity had higher stability of attention (a) by 13 %, higher productivity of attention (B) by 22 % ( $p<0.001$ ), better accuracy of attention (C) by 20 % ( $p<0.001$ ) and a higher integral index of stability of attention (A) by 21 % ( $p<0.001$ ) compared to such indicators in persons with high heat sensitivity ( $p<0.001$ ).

A relationship between memory and attention indicators was established in individuals with both low and high heat sensitivity ( $p<0.001$ ). High correlations were found in adolescents with low heat sensitivity between all indicators of both short-term visual memory and attention ( $p<0.001$ ). Among teenagers with high heat sensitivity, high correlations were established only between: short-term memory for letters (SLM) and short-term memory for numbers (SLM) ( $R=0.56$ ), SLM and stability of attention (a) ( $R=0.89$ ), PAML and performance of attention (B) ( $R=0.80$ ), PAML and accuracy of attention (C) ( $R=0.70$ ), PAML and the integral index of attention stability (A) ( $R=0.77$ ), a and B ( $R=0.78$ ), a and C

( $R=0.72$ ), a and A ( $R=0.77$ ), B and C ( $R=0.87$ ), B and A ( $R=0.97$ ), C and A ( $R=0.97$ ). Among them, average correlations were found between indicators: PAML and the relative number of letter memory errors (POMPAML) ( $R=-0.32$ ), PAMC and a ( $R=0.40$ ), PAMC and B ( $R=0.38$ ), PAMC and C ( $R=0.38$ ), PAMC and A ( $R=0.39$ ); and low correlations between PAML and the relative number of memory errors for digits ( $R=-0.11$ ).

Positive and reliable dynamics of cognitive function improvement in people with low heat sensitivity, compared to teenagers with high heat sensitivity, were revealed. High positive correlations were found between the coefficient of mental performance and cognitive processes according to the MOSA test in adolescents with both low and high heat sensitivity.

Based on the obtained results, we can talk about a decrease in psychophysiological functions (latent periods of simple and complex visual-motor reactions and functional mobility of nervous processes) in persons with high heat sensitivity, compared to adolescents with low heat sensitivity.

High and medium correlations between indicators of psychophysiological functions in persons with low heat sensitivity and high, medium and low correlations of these functions in persons with high heat sensitivity are shown. In subjects with low heat sensitivity, the latent period of PMS was of an average level, and in subjects with high heat sensitivity it corresponded to a low level, which is 38 % less, compared to adolescents with low heat sensitivity ( $p<0.001$ ). Also, there was a 25 % decrease in the latent period of SZMP in adolescents with high heat sensitivity compared to individuals with low heat sensitivity ( $p<0.001$ ). In subjects with low heat sensitivity, the latent period of SZMR was above the average level, and in people with high heat sensitivity it corresponded to the average level ( $p<0.001$ ). The level of FRNP in adolescents with high heat sensitivity decreased by 39 %, compared to individuals with low heat sensitivity ( $p<0.001$ ). So, in people with low heat sensitivity, the RNFL was of a high level, and in people with high heat sensitivity, it corresponded to a level below the average ( $p<0.001$ ).

Individuals with a strong type of higher nervous activity prevailed among adolescents with lower heat sensitivity, while among individuals with higher heat sensitivity, the dominance of a weak type of higher nervous activity was found.

The mathematical model for predicting the level of heat sensitivity showed that the following factors are most important for predicting a high level of heat sensitivity: the relative frequency of perception errors, the number of perception errors, the relative number of memory errors for numbers, FRNP, PSR, SSR, personal and situational anxiety. The factors that contributed to the detection of a low level of thermal sensitivity by the neural model were: the coefficient of mental performance, the index of short-term memory for letters, the performance of perception, the stability of attention, the index of short-term memory for numbers, the integral indicator of the stability of attention, performance and accuracy of attention. These factors exerted a pronounced influence on predicting the level of thermal sensitivity, which indicates their importance in establishing the relationship between thermal sensitivity and higher nervous activity of the body.

*Scientific novelty of the obtained results.* For the first time, different levels of heat sensitivity were established in adolescents aged 15-17 years.

For the first time, better indicators of emotional state were established in adolescents with low heat sensitivity (lower level of situational and personal anxiety, as well as better well-being, activity and mood), compared to high, and the dependence of well-being, activity and mood on the level of anxiety in people with different heat sensitivity was also investigated.

It was found that persons with high heat sensitivity, compared to teenagers with low heat sensitivity, have a decrease in cognitive processes (worse perception of space and time, lower indicators of memory and attention, decrease in thinking functions).

For the first time, the reduction of psychophysiological functions (latent periods of simple and complex visual-motor reaction and functional mobility of nervous processes) in adolescents with high heat sensitivity compared to individuals with low heat sensitivity was investigated.

For the first time, it was established that individuals with a strong type of higher nervous activity prevailed among adolescents with lower heat sensitivity, while among individuals with higher heat sensitivity, a dominance of a weak type of higher nervous activity was found.

For the first time, we obtained a mathematical model for predicting the level of heat sensitivity in adolescents, which takes into account the most significant factors that affect the establishment of higher and lower sensitivity to heat: mental performance coefficient, index of short-term memory for letters, perceptual performance, relative number of memory errors on numbers, the number of perception errors, the relative frequency of perception errors, therefore, its use will allow timely identification of persons who are particularly susceptible to the effect of increased environmental temperature.

*Practical significance of the obtained results.* The study of this problem will make it possible to predict the success of adolescents in conditions of increased stress factors, to outline the ways of adaptation of persons with high heat sensitivity to the conditions of the external environment, especially in the sense of mental work in conditions of global warming.

The obtained results on different levels of thermal sensitivity, characteristics of emotional state, cognitive functions and features of the functioning of the nervous system in adolescents aged 15-17 years will become a theoretical basis for preventing the negative consequences of the impact of global warming on the human body. And the prognostic mathematical model developed by us can be used to create a diagnostic system for setting the level of heat sensitivity.

The obtained results of our research are implemented in the educational process at the Department of Physiology with Basics of Bioethics and Biosafety of Ternopil National Medical University named after I. Ya. confirmed by relevant acts of implementation.

*Key words:* environmental risk factors, global warming, heat sensitivity, neurodynamic properties, psychophysiological functions, emotional state, mental performance, cognitive processes, nervous system, higher nervous activity, well-

being, activity, mood, anxiety, worry, thinking, memory, attention, perception, teenagers, forecasting, mathematical model.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації:*

1. Вадзюк СН, Бідзюра І Г. Особливості психоемоційного стану у підлітків із різною теплочутливістю. Здобутки клінічної і експериментальної медицини, 2023;(3):38–45. DOI: 10.11603/1811-2471.2023.v.i3.14073

2. Вадзюк СН, Бідзюра ІГ. Стан сприймання простору та часу у підлітків із різною теплочутливістю. Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України, 2023;(2):48–53. DOI: 10.11603/1681-2786.2023.2.14034

3. Бідзюра ІГ. Стан короткотривалої зорової пам'яті та уваги у осіб з різною теплочутливістю. Здобутки клінічної і експериментальної медицини, 2024;(1):37–44. DOI: 10.11603/1811-2471.2024.v.i1.14396

4. Ратинська ОМ, Бідзюра ІГ. Особливості мислення у осіб з різною теплочутливістю. Перспективи та інновації науки. Серія: Медицина [Інтернет]. 2024 [цитовано 2024 Бер. 24];3(37):1470-9. DOI: 10.52058/2786-4952-2024-3(37)-1470-1479

5. Вадзюк СН, Бідзюра ІГ. Стан нейродинамічних функцій у осіб з різною теплочутливістю. Клінічна та експериментальна патологія, 2024;23,1(87), 2024:11-8. DOI 10.24061/1727-4338. XXIII.1.87.2024.02

*Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

6. Бідзюра ІГ. Аналіз властивостей нервової системи у підлітків з різною теплочутливістю: Матеріали 90-ї науково-практичної конференції студентів і молодих вчених «Інновації в медицині та фармації»; 2021 Березень 25-27; Івано-Франківськ, с.75.

7. Vadzyuk SN, Ratynska OM, Bidzyura IH. Anxious status in persons with different heat sensitivity. and prospects: The 4 th International scientific and

practical conference “Modern science: innovations ”; 2022 January 10-12; SSPG Publish, Stockholm, Sweden, p.110-3.

8. Лагуза А, Бідзюра І. Особливості стану нервової системи та когнітивних процесів у осіб з різною теплочутливістю. . В: Матеріали XXVII Міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених «Майбутнє за наукою»; 2023 Квіт 10-12; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2023, с.238.

9. Попович Д, Бідзюра І. Особливості когнітивних процесів у студентів з різною теплочутливістю. В: Матеріали XXVII Міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених «Майбутнє за наукою»; 2023 Квіт 10-12; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2023, с.244.

10. Бідзюра ІГ. Прогнозування рівня теплочутливості на основі психофізіологічних показників у підлітків із використанням методу нейронних мереж. В: Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Trends in the development of science and teaching methods»; 2024, с.170.

11. Вадзюк СН, Бідзюра ІГ, Ратинська ОМ. Розумова працездатність у підлітків з різною теплочутливістю. В: Вадзюк СН, редактор. Зб. матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Довкілля і здоров`я» з міжнародною участю, присвяченій 170-ій річниці з дня народження І.Я. Горбачевського; 2024; Тернопіль: Укрмедкнига; 2024, с.4-6.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І ТЕРМІНІВ	18
ВСТУП	19
РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ НЕЙРОДИНАМІЧНИХ ФУНКЦІЙ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	27
1.1 Глобальне потепління та його вплив на людський організм	27
1.2 Особливості нейродинамічних функцій у підлітків	34
1.3 Вплив глобального потепління на зміну функціонального стану нервової системи та когнітивні функції	43
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	53
2.1 Об'єкти і організація обстежень	53
2.2 Встановлення рівнів теплочутливості у підлітків	54
2.3 Оцінка емоційного стану у підлітків	58
2.3.1 Визначення рівня самопочуття, активності та настрою	58
2.3.2 Оцінка стану ситуативної та особистісної тривожності	60
2.4 Вивчення стану когнітивних функцій у підлітків	61
2.4.1 Дослідження особливостей сприймання	61
2.4.2 Вивчення стану уваги та пам'яті	62
2.4.3 Визначення стану мислення	63
2.5 Визначення основних властивостей нервової системи у підлітків	67
2.5.1 Визначення рівнів нейротизму, екстраверсії та типів темпераменту	67
2.5.2 Встановлення латентних періодів простих та складних сенсомоторних реакцій	69
2.5.3 Оцінка функціональної рухливості нервових процесів в осіб із різною чутливістю до тепла	70
2.6 Метод побудови прогностичної нейронної моделі	71
2.7 Статистична обробка отриманих результатів	75



РОЗДІЛ 3 ВСТАНОВЛЕННЯ РІВНІВ ТЕПЛОЧУТЛИВОСТІ У ПІДЛІТКІВ	77
РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА ЕМОЦІЙНОГО СТАНУ У ПІДЛІТКІВ ІЗ РІЗНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ ДО ТЕПЛА	82
РОЗДІЛ 5 СТАН КОГНІТИВНИХ ФУНКЦІЙ У ПІДЛІТКІВ ІЗ РІЗНОЮ ТЕПЛОЧУТЛИВІСТЮ	88
5.1 Дослідження особливостей сприймання в осіб із різною теплочутливістю	88
5.2 Вивчення стану пам'яті та уваги у підлітків із різною теплочутливістю	90
5.3 Визначення стану мислення у підлітків із різною чутливістю до тепла	95
РОЗДІЛ 6 ВЛАСТИВОСТІ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ У ПІДЛІТКІВ ІЗ РІЗНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ ДО ТЕПЛА	98
6.1 Визначення рівнів нейротизму, екстраверсії та типів темпераменту в осіб із різною теплочутливістю	98
6.2 Встановлення латентних періодів простих та складних сенсомоторних реакцій у підлітків із різною чутливістю до тепла	99
6.3 Оцінка функціональної рухливості нервових процесів в осіб із різною теплочутливістю	100
РОЗДІЛ 7 ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕПЛОЧУТЛИВОСТІ У ПІДЛІТКІВ	104
РОЗДІЛ 8 АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	111
ВИСНОВКИ	133
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	136
ДОДАТКИ	158

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І ТЕРМІНІВ

САТ	– систолічний артеріальний тиск, мм
рт.ст. ДАТ	– діастолічний артеріальний тиск, мм
рт.ст. ЧСС	– частота серцевих скорочень, уд./хв
ПЗМР	– проста зорово-моторна реакція
РРО	– реакція на рухомий об'єкт
СЗМР	– складна зорово-моторна реакція
СМР	– сенсомоторне реагування
СНП	– сила нервових процесів
ФРНП	– функціональна рухливість нервових процесів
ЦНС	– центральна нервова система центральна нервова система
К	– коефіцієнт розумової працездатності, ум. од.
МоСА	– Монреальська когнітивна оцінка, бали
ПАМЛ	– показник короткотривалої пам'яті на літери, ум. од.
ПОМПАМЛ	– відносна кількість помилок пам'яті на літери, %
ПАМЦ	– показник короткотривалої пам'яті на цифри, ум. од.
ПОМПАМЦ	– відносна кількість помилок пам'яті на цифри, %
а	– стійкість уваги, ум. од.
В	– продуктивність уваги, ум. од.
С	– точність уваги (С), ум. од.
А	– інтегральний показник стійкості уваги, бали
САН	– рівень самопочуття, активності, настрою, бали
СТ	– ситуативна тривожність, бали
ОТ	– особистісна тривожність, бали
ПСР	– рівень простої сенсомоторної реакції, мс
ССР	– рівень складної сенсомоторної реакції, мс

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Життєдіяльність людини відбувається в постійному контакті з навколишнім середовищем, предметами та людьми. Навколишнє середовище може позитивно або негативно впливати на здоров'я, самопочуття та працездатність людини [19]. Клімат Землі змінювався постійно, однак упродовж останніх кількох десятиліть ці зміни стали досить суттєвими, а їх вплив – значним. У світі виникають нові явища й процеси, що зумовлені зміною клімату [48].

Загальна модель циркуляції атмосфери та океану (МЗЦАО) прогнозує, що для сценарію В1 (зростання населення до середини 21-го століття, а потім його скорочення та найнижчі антропогенні викиди) середня температура на території України зросте порівняно з 2001-2010 роками; для А1В (зростання населення подібне до сценарію В1, а викиди є середніми для сценаріїв В1 та для сценаріїв В1 і А2), з діапазоном  $0,7-3,0^{\circ}\text{C}$  і середнім значенням  $2,0 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ , для А2 (населення світу продовжує зростати протягом 21-го століття, викиди є середнім значенням для сценаріїв В1 і А2), з діапазоном  $2,4-4,2^{\circ}\text{C}$  і середнім значенням  $3,1 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ , Для сценаріїв В1 і А2 (де антропогенні викиди парникових газів і аерозолів прогнозуються як найбільші) діапазон становить  $2,6-4,6^{\circ}\text{C}$ , а середнє значення –  $3,8 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$  [29].

Як відомо, температура має вагомий вплив на організм. Висока працездатність залежать від перепаду температури. Тому було проведено дослідження, щоб дослідити дану залежність. Аномальні та швидкі зміни температури можуть негативно впливати на всіх людей. Найбільше на зміну навколишнього середовища реагують метеочутливі люди.

Термін «глобальне потепління» тісно пов'язаний з терміном «зміна клімату», який означає потепління та його наслідки, спричинені як людськими, так і природними процесами. Глобальне потепління часто вимірюється як підвищення середньої глобальної температури. Так, з доіндустріальних часів цей показник збільшився приблизно на  $1^{\circ}\text{C}$  і продовжує зростати на  $0,2^{\circ}\text{C}$  за

десятиліття. Варто зазначити, що, на думку експертів, глобальне потепління в Україні йде швидшими темпами, ніж у світі [50].

Зміна клімату є загрозою для глобального здоров'я населення і, як передбачається, впливатиме на здоров'я людини багатьма способами, включаючи тепловий стрес (інсульт), забруднення повітря, дефіцит їжі, поширення інфекційних захворювань та інтенсивність спалахів захворювань [130].

Однак люди мають адаптаційний потенціал і толерантність до зміни клімату. Деякі особи більш чутливі до підвищення температури, ніж інші [136].

Аналіз наукових робіт щодо проблем впливу глобального потепління на різні функції людського організму свідчить про актуальність даних досліджень. Науковці стверджують, що тепло є фактором ризику для виникнення серцево-судинних і респіраторних захворювань, особливо, для людей похилого віку [113]. Також, зміни клімату можуть вплинути на психологічне та психічне здоров'я [126, 174]. Відомі дані про негативний вплив тепла на когнітивні процеси, зокрема процеси пам'яті та прийняття рішень [163, 184]. Деякі автори, говорять про те, що спекотні умови навколишнього середовища погіршують когнітивні процеси та негативно впливають на результати діяльності [151]. Є дані про те, що студенти, які живуть у приміщеннях без кондиціонування, відчули значне зниження ефективності когнітивних процесів: збільшення часу реакції і зниження продуктивності [75]. Сприймання є важливим компонентом когнітивних процесів. Вивчення впливу зовнішніх факторів на сприймання має важливе значення для розумової діяльності людини взагалі і для підлітків зокрема. Відомі дані про вплив типів погоди на розумову працездатність у старшокласників, які свідчать про її зниження із погіршенням погодних умов.

Відомо, що в умовах глобального потепління значно зросла кількість погодних днів III типу. Тому доцільно визначити зміни життєдіяльності за таких погодних умов з точки зору впливу сучасних кліматичних умов на здоров'я людини. Оцінки психоемоційного стану молоді показали, що настрої, розумова активність та інтерес до розумової праці погіршуються, а тривожність

зростає при погоді III типу. Цей тип погоди також погіршує увагу, пам'ять і розумову працездатність та збільшує латентний період складних зорово-моторних реакцій [12, 56].

Підлітковий вік характеризується нерівномірним і суперечливим розвитком як на між-, так і на внутрішньо-індивідуальному рівні особистості [38]. Існують докази того, що тривога не тільки негативно впливає на емоційний стан людини, але й руйнує функціональну здатність психіки в подальшому житті [22]. Дослідники виявили зв'язок між академічною успішністю підлітків та їхньою тривожністю. Зокрема, вони виявили високу їх залежність від оцінок навколишнього середовища, що часто провокувало деструктивні реакції (тривогу, страх, неспокій) [57].

У доступній літературі немає інформації про диференційовану чутливість підлітків до підвищення температури, а також не знайдено даних про нейродинамічні функції (емоційний стан, когнітивні функції та особливості функціонування нервової системи) у підлітків при різній теплочутливості в умовах глобального потепління та прогнозування рівня чутливості до тепла, що робить наше дослідження актуальним і необхідним. Вкрай важливо своєчасно виявляти осіб, чутливих до підвищення температури, тобто найбільш вразливих до зміни клімату, та активно відстежувати параметри і функції, які найбільше впливають на їхню адаптаційну спроможність.

Важливо також прогнозувати рівні теплочутливості для запобігання та мінімізації негативних наслідків глобального потепління для здоров'я людини.

Вкрай важливо своєчасно виявляти тих, хто чутливий до підвищення температури навколишнього середовища, тобто найбільш вразливих до зміни клімату, і контролювати параметри і функції, які мають найбільший вплив на адаптаційні можливості [117]. Важливо також прогнозувати рівні термочутливості, щоб запобігти або мінімізувати негативний вплив глобального потепління на здоров'я людини.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**  
Дисертація виконана в рамках науково-дослідної діяльності кафедри

фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України «Психофізіологічні механізми адаптації молодих осіб в умовах глобального потепління» (№ державної реєстрації 0121U100134).

**Мета дослідження** – встановити нейродинамічні особливості у підлітків із різною теплочутливістю.

**Завдання дослідження:**

1. Оцінити теплочутливість у підлітків віком 15-17 років.
2. Проаналізувати особливості емоційного стану в осіб із різною теплочутливістю.
3. Встановити стан когнітивних функцій у підлітків із високою та низькою теплочутливістю.
4. Вивчити особливості функціонування нервової системи в осіб із різною теплочутливістю.
5. Створити математичну модель прогнозування рівня теплочутливості у підлітків віком 15-17 років.

*Об'єкт дослідження.* Нейродинамічні функції молодих осіб віком 15-17 років із різною теплочутливістю.

*Предмет дослідження.* Емоційний стан, когнітивні функції та особливості функціонування нервової системи у підлітків при різній теплочутливості в умовах глобального потепління та прогнозування рівня їх чутливості до тепла.

*Методи дослідження:* тестування (за допомогою опитувальника «Рівні теплочутливості»), теплова проба, функціональні (встановлення рівня самопочуття, активності та настрою, дослідження ситуативної та особистісної тривожності, дослідження стану сприймання, уваги, пам'яті та мислення, вимірювання швидкості, функціональної рухливості та сили нервових процесів у простих і складних сенсорно-моторних реакціях, визначення рівнів нейротизму, екстраверсії та типів темпераменту), методи математичної статистики (визначення критерію Шапіро-Уїлка, t- критерію Стьюдента,

рангового критерію Манна-Уїтні, багатофакторний регресійний аналіз, визначення критерію Нейджелкерка, аналіз ANOVA).

**Наукова новизна отриманих результатів.** Встановлено різні рівні теплочутливості у підлітків віком 15-17 років.

Вперше встановлено кращі показники емоційного стану у підлітків із низькою теплочутливістю (нижчий рівень ситуативної та особистісної тривожності а також краще самопочуття, активність та настрої), порівняно із високою а також досліджено залежність самопочуття, активності та настрою від рівня тривожності у осіб з різною теплочутливістю.

Встановлено, що в осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю, спостерігається зниження когнітивних процесів (гірше сприймання простору та часу, нижчі показники пам'яті та уваги, зниження функцій мислення).

Вперше досліджено зниження психофізіологічних функцій (латентних періодів простої та складної зорово-моторної реакції та функціональної рухливості нервових процесів) у підлітків із високою теплочутливістю, у порівнянні із підлітками з низькою теплочутливістю.

Вперше встановлено, що особи із сильним типом вищої нервової діяльності переважали серед підлітків із низькою теплочутливістю, в той час як, серед осіб із високою теплочутливістю виявлено домінування слабого типу нервової системи.

Вперше отримано математичну модель для прогнозування рівня теплочутливості у підлітків, яка враховує найважливіші фактори, що впливають на налаштування високої та низької теплочутливості: коефіцієнт розумової працездатності, показник короткотривалої пам'яті на літери, продуктивність сприймання, відносна кількість помилок пам'яті на цифри, кількість помилок сприймання, відносна частота помилок сприймання, тому використання її дозволить вчасно виявляти осіб, які особливо сприйнятливі до впливу високих температур.

**Практичне значення отриманих результатів.** . Отримані результати прорізні рівні теплочутливості, характеристику емоційного стану, когнітивних функцій та особливостей функціонування нервової системи у підлітків віком 15-17 років стануть теоретичним підґрунтям для попередження негативних наслідків впливу глобального потепління на організм людини. А розроблена нами прогностична математична модель може використовуватися для створення діагностичної системи встановлення рівня теплочутливості.

Отримані результати стануть науковим підґрунтям в організації ефективної медико-психологічної допомоги, створенні нових методик і технологій корекційно-розвиваючої роботи, що врешті зможе покращити процес адаптації осіб із високою теплочутливістю до умов глобального потепління та підвищити якість їх життя.

Вивчення цієї проблеми дозволить прогнозувати успішність у підлітків в умовах підвищених стресових чинників, окреслювати шляхи адаптації осіб із високою теплочутливістю до умов зовнішнього середовища, особливо, в сенсі розумової праці в умовах глобального потепління.

Отримані результати проведених нами досліджень впроваджені в навчальний процес на кафедрі фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського, кафедрі нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету імені М. І. Пирогова, кафедрі фізіології Івано-Франківського національного медичного університету, що підтверджується відповідними актами впровадження.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота виконана і завершена здобувачкою самостійно. Авторка самостійно здійснила інформаційно-патентний пошук за темою дисертації та встановила актуальність і необхідність дослідження. Разом з науковим керівником сформульовано мету і завдання дослідження, здійснено пошук найбільш точних і прийнятних методів обстеження. Встановлення та оцінка рівнів теплової чутливості, емоційного стану, когнітивних функцій та особливостей



функціонування нервової системи у підлітків віком 15-17 років із високою та низькою чутливістю до тепла дисертанткою проводилося у приміщенні сертифікованої лабораторії психофізіологічних досліджень при кафедрі фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, згідно Свідоцтва № 003/18.

Дисертанткою самостійно здійснено аналіз, узагальнення та статистичну обробку результатів проведених досліджень. Крім цього, під керівництвом наукового керівника, здобувачкою представлено основні положення та висновки дисертаційної роботи, висвітлено практичні рекомендації щодо впровадження отриманих результатів дослідження. За результатами дисертаційної роботи авторкою одноосібно, та у співавторстві, були опубліковані наукові статті.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дослідження оприлюднено на 90-ій науково-практичній конференції студентів та молодих вчених із міжнародною участю «Інновації в медицині та фармації» (Івано-Франківськ, 2021); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «The 4 th International scientific and practical conference “Modern science: innovations» (Stockholm, Sweden, 2022); двічі на XXVII Міжнародному медичному конгресі студентів та молодих вчених «Майбутнє за наукою» (Тернопіль, 2023); XVI Міжнародній науково-практичній конференції «Trends in the development of science and teaching methods» XXIII (Болгарія, 2024); Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Довкілля і здоров'я» (Тернопіль, 2024).

**Публікації.** Матеріали дисертаційної роботи викладено у 11-ти наукових працях, з яких 5 – статей (5 – у наукових фахових виданнях України,), 6 публікацій у матеріалах конференцій та з'їздів.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 173 сторінках і складається з анотації, вступу, розділів (огляду літератури, матеріалів і методів дослідження, п'яти розділів власних досліджень, аналізу

та узагальнення результатів дослідження), висновків, списку використаних джерел, що містить 188 бібліографічних описів (61 – кирилицею і 127 – латиницею), та додатків. Робота ілюстрована 23 рисунками і 12 таблицями. Список використаних джерел і додатки викладено на 32 сторінках.

# РОЗДІЛ 1

## ОСОБЛИВОСТІ НЕЙРОДИНАМІЧНИХ ФУНКЦІЙ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

### 1.1 Глобальне потепління та його вплив на людський організм

Діяльність людини здійснюється в постійному контакті з навколишнім середовищем, що може мати як позитивний, так і негативний вплив на здоров'я, самопочуття та працездатність [19]. Клімат постійно змінюється, і ці зміни стали більш вираженими, а їх вплив збільшився за останні кілька десятиліть. Внаслідок зміни клімату в усьому світі з'являються нові явища і процеси [48].

Термін «глобальне потепління» тісно пов'язаний з терміном «зміна клімату» і означає потепління та його наслідки, спричинені як антропогенними, так і природними процесами. Глобальне потепління часто визначається як підвищення середньої глобальної температури над поверхнею Землі. Цей показник за два століття зріс приблизно на  $1^{\circ}\text{C}$  і продовжує зростати на  $0,2^{\circ}\text{C}$  кожне десятиліття. Варто зазначити, що, за оцінками експертів, глобальне потепління в Україні відбувається швидшими темпами, ніж в інших частинах світу [50].

З кожним роком ми стаємо свідками все більшої кількості кліматичних катастроф. Основним показником зміни клімату є середньорічне підвищення температури: за оцінками Українського гідрометеорологічного центру, наприкінці 2018 року середньорічна температура в Україні зросла на  $1,1^{\circ}\text{C}$ . За останні роки майже вдвічі збільшилася частота днів з літніми максимальними температурами, що перевищують  $30^{\circ}\text{C}$  і навіть  $40^{\circ}\text{C}$ , які вважаються екстремальними [113].

Моделі загальної циркуляції атмосфери та океанів (МЗЦАО) прогнозують підвищення температури усереднене на усій території України на 2001-2010 рр. для сценарію зростання чисельності населення з подальшим її зменшенням до

середини XXI ст. від  $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  з середніми значеннями  $(2,0 \pm 0,8)\text{ }^{\circ}\text{C}$ , для сценарію зростання чисельності населення, середнього між 1 і 2 – від  $2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  із середніми значеннями  $(3,1 \pm 0,7)\text{ }^{\circ}\text{C}$  і для сценарію з постійним і швидким ростом населення планети протягом XXI ст. від  $2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  із середніми значеннями  $(3,8 \pm 0,8)\text{ }^{\circ}\text{C}$  [29].

Всесвітня метеорологічна організація (World Meteorological Organization) ствержує, що глобальне потепління – це довготривале поступове підвищення температури поверхні Землі та Світового океану [106, 130, 157]. Згідно зі звітом «Стан глобального клімату 2020», середньорічні температури загалом зросли на  $(1,2 \pm 0,1)\text{ }^{\circ}\text{C}$  з часів 1850-1990рр., причому 2020 рік увійшов до трійки найтепліших років за всю історію спостережень [73, 122, 136]. З часів, коли відбувалося точне ведення обліку (з 1880 року до 1980 року) середньорічна температура підвищилась загалом на  $0,07\text{ }^{\circ}\text{C}$  за десятиліття. Проте, темпи її зростання зросли більш ніж удвічі з 1981 року. Впродовж останніх 40 років глобальна температура зростала на  $0,18\text{ }^{\circ}\text{C}$  на рік, що робить період з 2011 по 2020 рік найтеплішим періодом за всю історію спостережень [151, 167].

Процес глобального потепління відбувається, коли забруднювачі повітря накопичуються в атмосфері і сповільнюють інфрачервоне випромінювання, відбите від земної поверхні [81, 105]. Зазвичай це випромінювання виходить у космос, але забруднювачі повітря залишаються в атмосфері роками або століттями, затримуючи тепло і розігріваючи планету [97, 104]. Відомо, що серед забруднювачів повітря, що утримують тепло, є: вуглекислий газ, метан, оксиди азоту, водяна пара та синтетичні фторовані гази (парникові гази).

Глобальне потепління безпосередньо пов'язане з діяльністю людини, а саме спалюванням викопних видів палива, таких як вугілля, нафта, бензин і газ, які сприяють виникненню парникового ефекту [69, 101, 140, 147].

Найбільшими джерелами парникових газів є використання різного виду транспорту (29 %), виробництво електроенергії (28 %) та наслідки промислової діяльності (22 %) [103, 112, 146].

Тривожною ознакою прискорення процесу глобального потепління є те, що Антарктида втратила майже 4 трильйони тон льоду з 1990 року, а Земля втратила 28 трильйонів тон льоду протягом 1994-2017 років [138, 161]. Якщо люди продовжуватимуть спалювати викопне паливо такими темпами, як зараз, темпи танення льодовиків можуть ще більше прискоритися [150].

Вчені стверджують, що тривала посуха, яка спостерігалася в Каліфорнії між 2012 і 2017 роками, спричинила найбільший дефіцит води за останні 1000 років, і що глобальне потепління змінило середні температури на 15-20%. Вони також зазначають, що ймовірність виникнення подібних посух у майбутньому подвоїлася за останні 100 років [123, 170]. У 2016 році Національна Академія наук інженерії та медицини США повідомили, що екстремальні погодні умови, такі як спека, посухи та зливи, можуть бути безпосередньо пов'язані зі зміною клімату [181]. Не слід також забувати про те, що глобальна температура моря зростає. Це означає, що частіше виникатимуть тропічні шторми, які стають більш руйнівними, з потенційно незворотними наслідками для інфраструктури та життя людей [158]. Відомі дані про те, що у Північній Атлантиці зросла кількість ураганів з початку 1980-х років [174]. 2020 року в Атлантиці було зафіксовано 30 тропічних штормів і 6 ураганів. Зі збільшенням інтенсивності катастроф, пов'язаних з водою, зростають збитки та смертність, спричинені ними [110, 145]. У 2020 році Сполучені Штати пережили 22 погодні та кліматичні катастрофи, які завдали щонайменше 1 млрд доларів США збитків. Однак найбільш руйнівними тропічними штормами (включно з ураганами Гарві, Ірма та Марія) був зафіксований у 2017 році, спричинивши збитки на суму близько 300 млрд доларів США та більше 3300 смертей [162]. Глобальна економічна ситуація, соціальний розвиток і соціальна стабільність країн також можуть серйозно постраждати від наслідків глобального потепління. Глобальне потепління може спровокувати скорочення виробництва енергії та підвищення її вартості, що вплине на економічний розвиток і спричинить соціальну напруженість [74]. Це може призвести до збільшення міграції

людей, які залишають свої країни через наслідки глобального потепління та погіршення життєвих умов [128, 153].

Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), глобальне потепління має значний вплив на людей та їхній спосіб життя. Зокрема, воно може призвести до збільшення кількості стихійних лих, таких як повені, урагани та торнадо. Воно також може вплинути на здоров'я та безпеку людей, національну економіку, міську та національну інфраструктуру [99].

Наслідки глобального потепління відчуються і проявляються по всьому світу [96, 156]. Підвищення річних температур може призвести до збільшення смертності від теплових ударів та різних патологій [120]. Також, зміна клімату є однією з причин поширення хвороб, поширених у країнах з високими середньорічними температурами, а також зростання випадків алергій та інших респіраторних захворювань внаслідок зміни складу атмосфери. В останні роки екстремальні хвилі спеки призвели до десятків тисяч смертельних випадків на планеті Земля [82, 84, 159]. Згідно з прогнозами, зміна клімату може спричинити понад 250 000 смертей у світі щороку.

Відомо, що у Європі 2022 рік був найтеплішим за всю історію спостережень. Деякі країни: Бельгія, Франція, Німеччина, Ірландія, Італія, Люксембург, Португалія, Іспанія, Швейцарія та Велика Британія, пережили найтепліший рік протягом всієї історії спостережень», – написано у звіті Всесвітньої метеорологічної організації та Служби зі зміни клімату Європейського Союзу. Йдеться про те, що середньорічна температура в Європі у 2022 році була третьою найвищою за всю історію спостережень і перевищувала на 0,79°C середню температуру за період з 1991 по 2020 роки [55].

Зміна клімату є загрозою для здоров'я людини внаслідок забруднення повітря, дефіциту продуктів харчування, поширення інфекційних захворювань та ін. [131]. Що стосується впливу типу погоди на розумову працездатність старшокласників, то дані свідчать про те, що розумова працездатність знижується з погіршенням погоди; при погоді III типу також

знижуються увага, пам'ять і розумові здібності, а латентний період для складних зорово-моторних реакцій довший [114, 180].

Зміна клімату широко визнана однією з найсерйозніших глобальних загроз майбутньому здоров'ю населення та міжнародному розвитку через її вплив на глобальну температуру поверхні Землі. Через свою критичну роль ця тема привертає значну увагу у сфері охорони здоров'я, клімату та політики. З'явилася величезна кількість досліджень, які показують, як вона впливає на глобальну температуру і, що більш важливо, які негативні наслідки вона має для людства. Екстремальні температури навколишнього середовища створюють серйозні проблеми для людської адаптаційної здатності підтримувати безпечну внутрішню температуру і запобігати смертельним випадкам.

Отже, глобальне потепління має серйозні наслідки для людей і планети в цілому. Недавнє стрімке зростання екстремальної спеки підкреслює наше головне твердження, що адаптація для захисту здоров'я людини та, власне, заплановані стратегії пом'якшення наслідків, небезпечно недооцінюють реальну загрозу здоров'ю від потепління в найближчі десятиліття, і, що найбільш критично, у довгостроковому майбутньому, коли сучасним дітям виповниться 50 років. Що стосується екстремальної спеки, то в деяких континентальних регіонах, в тому числі в деяких частинах Європи, кількість теплових рекордів і тривалих хвиль спеки зростає більш ніж у десять разів, а в середньому по світу – в п'ять разів. За сценарієм помірних викидів, до 2040-х років щомісячні рекорди екстремальної спеки в усьому світі будуть більш ніж у 12 разів вищими, ніж у кліматі без подальшого антропогенного потепління. За цей короткий період (2040 рік) надійне моделювання прогнозує багаторазове збільшення частоти екстремальних температур, незалежно від сценаріїв викидів. Тепловий комфорт відіграє важливу роль у терморегуляції. Іншими словами, це психологічна реакція на відчуття тепла, яке сприймається специфічними терморцепторами шкіри та тулуба [95].

Усі системи організму людини більшою чи меншою мірою відповідають за підтримання температурного гомеостазу, адаптуючись до екстремальних

температур. У холодному середовищі всі системи організму працюють синергічно, щоб зберегти тепло і запобігти його втраті. І навпаки, в умовах високої температури першочерговою метою є пристосування до тепловіддачі, щоб запобігти підвищенню температури тіла. Всі основні системи людини (серцево-судинна, нервова, шлунково-кишкова, ниркова, кров'яна та внутрішні органи) тісно пов'язані з термостатом організму. Цей термостат розташований у преоптичній ділянці гіпоталамуса, яка інтегрує термосенсорну інформацію від терморецепторів шкіри, м'язів, спинного мозку та ядра. [179]. Модифікація температури крові менше ніж на 1 °С може передаватися сигналом центру терморегуляції гіпоталамуса, що проявляється фізіологічними реакціями для підтримки температурного гомеостазу [72]. Окрім автономних фізіологічних реакцій у багатьох системах органів, гіпоталамус також взаємодіє з неокортексом, звідки він отримує повідомлення і свідомо переводить їх у дію. Таким чином, порушення теплового комфорту спонукає поведінку до пошуку негайного порятунку від надмірної спеки чи холоду та до адаптивних реакцій, спрямованих на встановлення бажаних умов теплообміну з навколишнім середовищем. Таким чином, вони допомагають забезпечити виживання [95].

Надзвичайно спекотна погода може мати смертельні наслідки для людини [125].

На відміну від того, що відбувається при гіпотермії, під час екстремальної спеки спостерігається розсіювання тепла. Це відбувається для запобігання теплового удару, основної ознаки гіпертермії. Тепловий удар – це небезпечна для життя невідкладна ситуація, що характеризується поліорганною дисфункцією, спричиненою системною запальною відповіддю, у якій переважає енцефалопатія та може призвести до смерті.

У нервовій системі, оскільки організм знаходиться в стресовому стані, симпатична нервова система буде сильно активована. Пацієнти страждають від неврологічної дисфункції через пошкодження нейронів. Необоротне пошкодження нейронів починається при температурі вище 40 °С [78]. Неврологічна дисфункція, як правило, важка (делірій або кома), але вона



також може бути дуже тонкою з емоційним дисбалансом, таким як дратівливість, головний біль, запаморочення, втома, поведінка, що часто змінюється або порушення здатності судити. Неврологічна дисфункція може бути пояснена порушенням зв'язків у когнітивних шляхах під час гіпертермії. Уражені зв'язки в лімбічній системі (що відповідає емоційному дисбалансу, пам'яті та здатності до навчання), у дорсолатеральній префронтальній корі (пов'язані з виконавчими функціями, такими як планування, пізнання та міркування) та внутрішньотім'яній борозні (яка бере участь у обробці нової інформації та пам'яті); може пояснити всі неврологічні зміни. Іншими причинами неврологічної дисфункції можуть бути прямі пошкодження нейронів, пов'язані з теплом, зміни в клітинній сигналізації, ішемія, набряк, зміни церебрального кровотоку та запальні зміни. Проникність гематоенцефалічного бар'єру збільшується, утворюючи набряк і дозволяючи потенційним речовинам і метаболітам проникати в центральну нервову систему. Церебральний кровотік може спочатку посилюватися, але при температурі вище 40-41 °C – впасти до початкового рівня або нижче [176].

Нервово-м'язова система характеризується м'язовою слабкістю та судомою внаслідок електролітного дисбалансу [72].

Люди мають надзвичайну здатність пристосовуватися до теплового стресу, і за умови достатньої кількості води та захисту від сонця здорова особина, яка звикла до тепла, може переносити його тривалий вплив. Під час акліматизації до тепла адаптація розвивається після повторного впливу тепла на штучні/лабораторні умови, які є достатнім стресом, щоб викликати рясне потовиділення та підвищити температуру шкіри та внутрішньої температури. Подібним чином теплова акліматизація означає вплив природного середовища, яке викликає аналогічні реакції. Як периферійні (тобто шкіра), так і центральні (тобто головний мозок, хребет і великі судини) теплові рецептори забезпечують аферентний вхід до центрів терморегуляції, розташованих у гіпоталамусі [141]. Відомо, що виконання вправ і працездатність погіршуються в жарких, порівняно з помірними, умовах. Адаптація до тепла є одним із втручань, які

зазвичай приймаються для зменшення цього порушення, оскільки це може сприяти сприятливій продуктивності вправ та фізіологічній і перцептивній адаптації [168].

## 1.2 Особливості нейродинамічних функцій у підлітків

Унікальність підліткового етапу розвитку зумовлена насамперед біологічними факторами статевого дозрівання, яке супроводжується значними змінами у всіх фізіологічних системах, включаючи центральну нервову систему (ЦНС). Нервова система інтенсивно розвивається в період статевого дозрівання, а підвищена активність гіпоталамуса в пубертатному періоді впливає на співвідношення кіркових і підкіркових процесів [166]. Незрілість периферійних статевих залоз і відсутність у них гальмівної дії призводить до надмірної активності гіпоталамуса. У процесі дозрівання цих залоз і формування ендокринних механізмів авторегуляції активність гіпоталамуса нормалізується і, як наслідок, зникають несприятливі наслідки пубертатного періоду для організму. В результаті діяльності статевих залоз, що взаємодіють з гіпофізом і щитовидною залозою, змінюються нейроендокринні та нейрогуморальні співвідношення в організмі, характерні для цього вікового періоду. Функціональні особливості організму в період статевого дозрівання є передумовою нейродинамічних особливостей та особливостей функціонального стану. У цьому віці зростає збудливість і функціональна рухливість нервових процесів. В організмі підлітків відбуваються ендокринні зміни, які зумовлюють особливості вищої нервової діяльності. Гормональні впливи змінюють баланс ключових нервових процесів. Підвищена активність статевих залоз викликає зміни відповіді організму, сили, рухливості та врівноваженості нервових процесів, що пов'язано з ослабленням процесу гальмування. Терміни статевого дозрівання і пов'язані з цим зміни функціонального стану організму визначають деталі центрального контролю рухової активності на цьому етапі розвитку. Тому процес поліпшення і

погіршення сповільнюється в періоди інтенсивних гормональних змін у фізіологічному функціонуванні організму. На завершальній стадії пубертату формуються стійкі взаємодії ендокринної системи і припиняються негативні дестабілізуючі впливи пубертату на функціонування центральної нервової системи. На цьому етапі розвитку функціональний стан ЦНС практично досягає зрілого рівня, але необхідно враховувати вік підлітка і функціональні можливості організму. Сила нервової системи відображає загальну працездатність людини. Люди з сильною нервовою системою можуть протистояти стресу сильніше і довше, ніж люди зі слабкою нервовою системою. У той же час, в осіб зі слабкою нервовою системою швидше настає втома від розумових і фізичних навантажень. У період статевого дозрівання нервові процеси стають неврівноваженими, із загальним підвищенням збудливості центральної нервової системи і ослабленням гальмівних процесів [52].

Критеріями типологічних властивостей нервової системи є сила, врівноваженість і рухливість збудливих і гальмівних процесів. Сила збудливих і гальмівних процесів визначається ефективністю нейронів, врівноваженість – співвідношенням збудження і гальмування, а рухливість нервових процесів – швидкістю переходу між збудженням і гальмуванням. Рухливість визначається швидкістю переходу нейронів від збудження до гальмування. Визначення типологічних особливостей ВНД молодшої людини є важливою умовою індивідуального підходу до навчання і допомагає підбирати відповідні стимули для підлітків, які проявляють активність у досягненні поставлених цілей; дослідження Комісової Т.Є. та Устимчук К.І. показали, що підлітки більше реагують на стимули високої інтенсивності. Різкі переходи від одного виду діяльності до іншого або несподівані навантаження не є для них шкідливими і не викликають загрозливого стресу для організму. Однак монотонні завдання викликають у підлітків певні труднощі [28].

Рання юність (14-18 років) – це період завершеної фізичної зрілості та завершальний етап ранньої соціалізації особистості. У період ранньої юності

закріплюються та вдосконалюються раніше набуті психічні особливості. Крім цього, у підлітків здійснюються суттєві зміни у всіх проявах психічної діяльності, які становлять основу розвитку особистості на цьому етапі розвитку[1].

До 15 років кора головного мозку повністю розвинена. Нейронний апарат усіх відділів мозку остаточно сформований. Повністю розвинені сполучні системи між частинами мозку. Структурне дозрівання мозку збільшує можливості для нових зв'язків і нових асоціацій. Продовжується функціональний розвиток нейронів мозку [6].

У старших класах формуються пізнавальні та професійні інтереси, потреба в праці, вміння планувати життя і соціальну діяльність. У підлітковому віці остаточно долається залежність від дорослих, притаманна попереднім етапам онтогенезу, і встановлюється самостійність особистості. У стосунках з однолітками зберігається значення колективних і групових форм спілкування, водночас зростає значення особистих контактів. Підлітковий вік – це період напруги, в якому формується природне самопізнання, виробляються цінності та ідеали, формуються стійкі світоглядні позиції та громадянська позиція [43].

Проблема розробки шляхів і засобів оздоровлення фізіологічних систем дитячого організму, що росте і розвивається, та підтримання працездатності в старшому віці привертає увагу науковців. Це пов'язано з інтенсифікацією освіти, збільшенням обсягу інформації, зростанням попиту на якісну освіту, загальною тенденцією до комп'ютеризації та автоматизації, збільшенням частки людей, зайнятих розумовою працею [14].

У підлітковому віці процес сприйняття досягає більш складного рівня розвитку і стає складним інтелектуальним процесом. Це проявляється в різних формах, включаючи перцептивну поведінку, в якій людина систематично спостерігає за конкретними об'єктами, самоспостереження за своєю поведінкою, поведінковими актами, переживаннями, думками та іншими проявами психічного життя. У цьому віці нове сприйняття часу пов'язане з

самовизначенням. Це включає в себе взаємозв'язок між минулим і майбутнім, а також сприйняття теперішнього з перспективи майбутнього [15, 39].

Для засвоєння складнішого матеріалу підліткам потрібно мати більш розвинену репродуктивну уяву, що сприяє їхньому розвитку. При цьому творчу уяву вони розвивають у різних видах творчої діяльності.

Важливу роль у психічному житті підлітків відіграють мрії про майбутнє (мрії про особистий успіх, особисте благополуччя, участь у суспільному житті, сімейне життя, групову діяльність тощо). Зміст їхніх мрій визначається життєвою та трудовою ситуацією. У порівнянні з підлітками, старшокласники більш критично ставляться до продуктів своєї уяви [16].

Основним механізмом регуляції вищої нервової діяльності є увага. Увага не є ні самостійним психічним процесом, ні рисою особистості, а лише організовує пізнавальні процеси і є необхідною умовою для засвоєння знань, підвищення якості та продуктивності праці [24].

Стан уваги в пубертатному віці дуже суперечливий. Наприклад, збільшується об'єм уваги, здатність підтримувати інтенсивність уваги протягом тривалого часу і здатність переключатися з об'єкта на об'єкт. Водночас зростає вибірковість уваги і залежність від напрямку інтересу, що призводить до майже постійного відволікання і нездатності зосередитися на чомусь одному, що характерно для багатьох молодих людей. Відбувається розвиток здатності концентруватися на об'єкті чи явищі протягом тривалого часу, водночас долаючи вплив сильних відволікаючих чинників і розвиваючи вміння свідомо розсіювати та переключати увагу [30].

Зацікавленість учнів певними науковими галузями та видами діяльності може призводити до підвищення вибіркової уваги. Однак у деяких випадках це може мати і негативний вплив, відволікаючи увагу від інших предметів і сфер життя. У старших класах роль післядовільної уваги стає більш значущим у навчанні та практичній діяльності. Існують індивідуальні відмінності в увазі старшокласників, зокрема в її інтенсивності, стійкості та інших

характеристиках. Конкретні поради щодо покращення уваги для учнів цього віку можуть мати позитивні результати [13].

Однією із характеристик, що відображає розумову працездатність людини, є короткотривала пам'ять – психічний процес фіксації, збереження і відтворення минулого досвіду. Короткотривала пам'ять забезпечує збереження тимчасових зв'язків протягом відносно короткого періоду часу. Яких-небудь чітко встановлених критеріїв, що характеризують її тривалість, не існує. Вона розглядається як фаза короткотривалого запам'ятовування і нетривалого утримання обмеженого числа стимулів, які одночасно можуть бути утримані в пам'яті [21].

Первинна або короткочасна пам'ять містить інформацію, яка в даний момент засвоюється і на якій зосереджена увага людини. Пам'ять старшокласників характеризується ще більшим ступенем довільності та продуктивності логічного запам'ятовування. Спостерігається спеціалізація пам'яті у зв'язку з основними інтересами старшокласників та їхніми намірами щодо вибору майбутньої професії. Також помітно покращується продуктивність пам'яті, пов'язаної з абстрактним змістом. Старшокласники переконані, що запам'ятовування виходить за межі розуміння і вимагає спеціальних прийомів зберігання, утримання та відтворення. Вони прагнуть оволодіти своєю пам'яттю та керувати нею, підвищити її продуктивність [14].

Поряд з довільним запам'ятовуванням, підлітки широко використовують раціональні методи довільного запам'ятовування. Це свідчить про те, що в цьому віці знання та вміння учнів значно покращуються. Вони успішно вирішують багато складних проблем, що виникають при вивченні точних дисциплін, таких як математика, фізика та хімія. Це стосується як теоретичного осмислення матеріалу, розв'язування складних задач, так і виконання експериментальних завдань.

У швидкому когнітивному дозріванні, характерному для підлітків, розвиток мислення відіграє провідну роль. Це пов'язано, насамперед, з тим, що навчання у підлітковому віці створює всі умови для переходу до абстрактного

та узагальненого мислення вищого рівня. У старших класах мислення набуває системного характеру. Розрізнені знання перетворюються на сукупність знань, які стають основою для формування наукового світогляду, в тому числі переконань. В результаті процеси мислення стають більш економними і продуктивними, формується система взаємопов'язаних, узагальнених і метафоричних операцій. Перетворення конкретних мисленнєвих операцій на формальні робить мислення дедуктивним і гіпотетичним, і вони включаються в єдину загальну систему [12].

Мислення підлітків стає більш системним і критичним. У старших класах вони шукають докази та обґрунтування тверджень, які чують від учителів, незнайомих людей та близьких. Вони люблять сперечатися і часто захоплюються красивими фразами і творчими формами вираження.

Важливу роль у розвитку розумової працездатності підлітків відіграють наукові гіпотези. Процеси міркування стають більш продуктивними. У старших класах формуються індивідуальні когнітивні стилі розв'язання пізнавальних і практичних життєвих завдань, індивідуальні риси процесу мислення:

- ✓ глибина: проявляється в умінні виділяти суттєві ознаки при дослідженні нового матеріалу або розв'язанні проблем, а також у рівні узагальнення та здатності заглиблюватися в сутність досліджуваного предмета;
- ✓ гнучкість: здатність долати бар'єри минулого досвіду (знань), відхилятися від звичного способу мислення, розв'язувати суперечності між наявними знаннями та вимогами проблемної ситуації, знаходити творчі рішення;
- ✓ здатність утримувати в пам'яті та діяти відповідно до виділених істотних ознак у цілому;
- ✓ розпізнавання як здатність виражати словами (графіками, схемами, моделями) цілі та результати мислення;
- ✓ автономність: здатність ставити цілі, висувати гіпотези і проблеми та самостійно їх вирішувати;

- ✓ чутливість до допомоги: здатність враховувати результати мислення інших людей і виявляти підказки в процесі міркувань;
- ✓ критичність – здатність об'єктивно оцінювати власні та чужі ідеї;
- ✓ активність – енергійність та рішучість у процесі вирішення проблеми чи питання;
- ✓ економність – вміння спрямовувати думки на найкоротший шлях до вирішення проблеми, не приймаючи непродуктивних рішень, які не ведуть до розвитку і відводять від проблеми.

Поглиблення мисленнєвої діяльності, розвиток навичок аргументації та вміння вести дискусії проявляються у кращому розумінні старшокласниками соціально-історичних явищ та природничо-наукових проблем.

Усі ці аспекти розвитку підлітків, включаючи збільшення моторики, розвиток навичок мислення та загальне інтелектуальне зростання, створюють передумови для набуття досить складних навичок у цьому віці. Таким чином, учні здатні виконувати низку складних завдань, користуватися складною технікою та працювати з комп'ютером на основі виробничого навчання. [12].

Основними видами діяльності в підлітковому віці є робота і навчання. Під впливом цих обставин відбуваються характерні зміни в психічному розвитку молодих людей. Підвищується свідоме ставлення до праці і навчання, пізнавальні інтереси стають широкими, стійкими і активними. Хлопці та дівчата у віці 15-17 років характеризуються схильністю пояснювати явища з точки зору причин і наслідків, умінням аргументувати і доводити, критичним мисленням.

До 15-16 років загальні розумові здібності, як правило, вже сформовані і ростуть не так швидко, як у дитинстві. Однак здібності продовжують удосконалюватися. Опановуючи складні інтелектуальні операції та збагачуючи свій інтелектуальний апарат, розумова діяльність молодих людей стає більш стійкою та ефективною, наближаючись до розумової діяльності дорослих. Особливо швидко розвиваються спеціальні здібності, завдяки чому структура психічної діяльності підлітка стає дуже складною та індивідуалізованою.



Розвиток мислення призводить до якісних змін вдосконалення мовлення. Цьому сприяє засвоєння змісту матеріалу, читання художніх творів і практика усного мовлення. У підлітковому віці вдосконалюються всі види мовлення, утворюється вміння точно висловлювати власні думки, засвоюються літературні мовні форми і прийоми. У цьому віці з'являється прагнення до мовленнєвого самовдосконалення, зокрема виразності та лаконічності висловлювання.

Постійна пізнавальна активність вимагає досконалого володіння технікою внутрішнього мовлення. Воно стає екзистенційною формою мислення і дії.

У деяких випадках старшокласники скаржаться на труднощі у висловлюванні своїх думок. Це пов'язано з недостатньою мовною підготовкою. Деякі старшокласники пишуть вірші або ведуть щоденник [58].

Грунтовний огляд наукової літератури з питання залежності розумової працездатності від основних характеристик нейронних процесів був зроблений М.В. Макаренком та В.С. Лизогубом [36]. Обстежуваних розподіляли за рівнями функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП): з високим, середнім, нижчим середнього і низьким. Автори встановили кореляційні зв'язки між ФРНП і латентними періодами сенсомоторних реакцій різної складності.

Згідно з дослідженнями М.В. Макаренко та В.С. Лизогуба, віковий період старшого шкільного віку (14-17 років) зумовлений продовженням становлення нейродинамічних функцій, що відображається у вдосконаленні функцій нейронних процесів і параметрів простих і складних зорово-моторних реакцій.

М.В. Макаренко з колегами вивчали взаємозв'язок між віковою динамікою формування функції пам'яті та характеристиками основних нейронних процесів у старшокласників. Вони виявили, що у віці від 14 до 17 років інтенсивно розвивається функція короткочасної зорової пам'яті, обсяг якої визначається типологічними особливостями ВНД і типом матеріалу, що запам'ятовується; виявлено прямий зв'язок між показниками ФРНП і СНП та обсягом короткочасної зорової пам'яті, що оптимально складний матеріал для

запам'ятовування; учні з вищими значеннями ФРНП і СНП відрізнялися вищими показниками обсягу пам'яті, ніж учні з нижчими значеннями цих індексів. [34, 35].

Вивчаючи вікові особливості розумової працездатності людини, ряд авторів [41] встановили, що загальний рівень розумової працездатності (короткотривала пам'ять і сприймання часових інтервалів) у періоді від 13 до 18 років нижчий, ніж у дорослих.

Аналіз результатів досліджень показує, що типологічні характеристики вищої нервової діяльності (сила, рухливість і врівноваженість нервових процесів) продовжують поступово формуватися в період з 15 до 17 років; дослідження вікової динаміки функцій уваги і мислення в учнів 9-11 класів показують тенденцію до поліпшення показників цих функцій в цей період. Аналіз рівнів основних характеристик нейронних процесів у віці 11-21 рік показує, що їх становлення з віком ще більше посилюється: віковий період 14-15 років наділений надзвичайно високими темпами розвитку нейродинамічних функцій порівняно з завершальною стадією раннього юнацького віку, а другий етап перехідного періоду (15-17 років) демонструє розвиток, максимально наближений до рівня тих самих характеристик 18-21-річних. Швидке поліпшення основних характеристик нейронних процесів у віці від 14 до 17 років пояснюється прискореним морфологічним і функціональним дозріванням мозку та спеціалізацією ділянок кори півкуль великого мозку, відповідальних за сприйняття і обробку зорової інформації. Як наслідок, чоловіча нервова система з віком стає більш стійкою до навантажень і більш здатною до виконання таких завдань, як термінове переключення між рухами, швидка зміна процесу збудження на гальмування і навпаки. Швидкість простих зорово-моторних реакцій найбільш інтенсивно зростає у віці від 8 до 12 років, дещо сповільнюється після 15 років, тоді як тривалість простих сенсомоторних реакцій найбільша у віці від 18 до 21 року. З віком (8-23 роки) тривалість складних реакцій зменшується, причому найбільше зниження спостерігається

між 7 і 10 роками, а максимальна швидкість реакції у жінок досягає початку статевого дозрівання (12 років), а у чоловіків – між 17 і 23 роками [12].

Сучасна школа не в змозі враховувати індивідуальні психофізіологічні особливості розвитку учнів і не має даних про потенціал та попередні здібності кожного учня. Тому вкрай важливо вивчати психофізіологічні параметри кожного учня для того, щоб прогнозувати його когнітивний розвиток.

Оскільки, усі висвітлені в науковій літературі дані не розкривають проблеми змін розумової працездатності людини у підлітків з різною реакцією на тепло, тому наше дослідження є спробою розширити знання з цього питання.

### 1.3 Вплив глобального потепління на зміну функціонального стану нервової системи та когнітивні функції

Зміна клімату має широкий вплив на людину та природні системи. Гіпертермія є небезпечним для життя станом у суворих умовах. Виконання або гальмування прийняття рішень має вирішальне значення для виживання в жаркому середовищі. Є дані про те, що навіть при помірному тепловому стресі можуть бути порушені не лише збудливі, але й гальмівні процеси нервової системи [154]. Тепловий стрес сильно впливає на автономну нервову систему: температурний вплив підвищує активність симпатичної нервової системи [66].

Вивчаючи вплив високої температури на нервову систему, дослідниками на магнітно-резонансній томографії (МРТ) були виявлені різні радіологічні знахідки, включаючи кровотечі, набрякові зміни, ішемію, енцефаліт та атрофічні зміни, що свідчить про низку патологічних процесів. Порушення спостерігаються по всій центральній нервовій системі (ЦНС), включаючи стовбур мозку, мозочок, гіпокамп, зовнішню капсулу та великий мозок [175].

Дослідження задокументували, що мозок є одним із органів, найбільш вразливих до дії високої температури. Результати цього дослідження ще більше підтверджують думку про те, що ЦНС особливо піддається ризику [182]. Відомо, що при 40 градусах Цельсія гематоенцефалічний бар'єр починає

руйнуватися. Цей бар'єр відокремлює мозкову тканину від кровотоку, утримуючи небажані частинки та бактерії, одночасно пропускаючи кисень і поживні речовини, необхідні мозку. При високих температурах небажані білки та іони можуть накопичуватися в мозку, викликаючи запальну реакцію та негативно впливаючи на його нормальне функціонування. Крім того, високі температури можуть викликати загибель клітин. Коли температура підвищується, білки організму починають денатурувати – перестають функціонувати, нервові імпульси не проходять. Дослідження задокументували, що мозок є одним із органів, найбільш вразливих до впливу високої температури. Результати цього дослідження підтверджують думку про те, що ЦНС при цьому є чутливою і менш ефективно функціонує [92]. Різні ділянки мозку мають неодинакову чутливість до дії підвищеної температури. Одним з перших починає відмовляти мозочок, він приймає участь в контролі рухових функцій. Марафонці, які страждають від перегріву, втрачають здатність підтримувати рівновагу і можуть падати. Мозочок має високу концентрацію клітин Пуркінє, які можуть бути дуже чутливими до високих температур. При досить високих температурах спостерігається пошкодження багатьох клітин [128].

Проте, на сьогодні відсутні дані про вплив тепла на основні властивості нервової системи у підлітків.

У науковій літературі тепловий стрес супроводжується порушенням когнітивних функцій. Розумова працездатність відіграє вирішальну роль в орієнтації у навколишньому середовищі, безпечній поведінці, прийнятті рішень, продуктивності праці та реакції в складних ситуаціях [120].

Когнітивні функції можуть знижуватися при гіпертермії. Тепловий стрес різко знижує церебральну перфузію, коли температура ядра підвищується більш ніж приблизно на 1,2 °С. Зменшення церебральної перфузії, а також підвищення температури мозку можуть сприяти порушенням нейронної мережі мозку та когнітивної обробки. У жаркому середовищі охолодження обличчя та/або голови є природною поведінкою для покращення функціонального

стану. Вплив холоду на поверхню тіла є комфортним та підвищує пильність. Завдяки цій природній поведінці при тепловому стресі охолодження обличчя та голови може відновити функцію мозку, а також церебральну перфузію. Вчені говорять про те, що підвищена температура мозку сама по собі може погіршити когнітивну обробку [154].

Зниження когнітивної здатності є одним з важливих аспектів, спричинених впливом спеки. Когнітивна продуктивність зазвичай відноситься до обробки інформації мозком і визначається швидкістю, точністю та особливою вимогою до уваги. Було багато повідомлень про те, що тепловий стрес, викликаний впливом високої температури, може вплинути на функції центральної нервової системи (ЦНС), таким чином призводячи до погіршення когнітивних функцій [187].

Короткочасне підвищення температури призводить до статистично значущого зниження когнітивних здібностей під час виконання математичних розрахунків (але не читання) вище 26°C (78,8°F) [188]. Іноземні дослідники підкреслюють потенційну модулюючу роль температури навколишнього середовища на когнітивні функції, кажучи, що жарке середовище призводить до їх погіршення (робочої пам'яті, швидкості обробки інформації) [85].

Загальноприйнято вважати, що виконання простих завдань (моніторинг, час реакції вибору, короткочасна пам'ять, прості арифметичні дії, візуальне орієнтування) менш вразливе до теплового стресу, ніж виконання складних завдань (складні арифметичні розрахунки, увага, складна рухова координація, подвійні завдання, виконавча функція, стійкість уваги, відстеження, пильність, пам'ять), ця точка зору підтверджується останніми оглядами літератури. Такі складні завдання, як оперативна пам'ять (тест просторового діапазону, розпізнавання образів), були значно порушені через тепловий стрес (45 хв при 50 °C, 50% відносна вологість), тоді як прості завдання на увагу (відповідність зразку, час реакції вибору, швидка обробка візуальної інформації) не вплинули. У дослідженні було показано, що підвищення температури шкіри, може бути причиною будь-яких когнітивних погіршень, спричинених теплом. Учасників

вищезазначеного дослідження піддавали впливу температури 50°C, відносної вологості 30% протягом ~15 хвилин, і при цьому вони повинні були виконувати прості (час реакції) і складні (робоча пам'ять) завдання. Результати показали, що виконання простих завдань не змінилось, однак виконання складних завдань було значно погіршено. Таким чином, можна припустити, що умови зовнішнього середовища, в яких перебуває індивід, можуть бути ключовим фактором, що впливає на когнітивні функції під час спеки, оскільки ці реакції призводять до змін у виконанні складних завдань незалежно від варіацій. Нещодавні дослідження використовували тест на увагу та функціональну магнітно-резонансну томографію, щоб дати розуміння змін мозкового кровотоку під час дії теплового стресу та того, як ці зміни впливають на увагу. На підтвердження попередніх висновків, пасивний вплив тепла (1 год при 50°C, 40% відносної вологості) не змінив виконання простого завдання (попередження та орієнтування) щодо часу реакції або точності [163].

Результати науковців показали, що тривалий вплив екстремально високої температури був пов'язаний із зниженням когнітивних функцій. Когнітивні функції охоплюють різноманітні психічні здібності, такі як виконавча функція, пам'ять, прийняття рішень і увага [68, 88]. Існуюча література описує вплив екстремально високої температури на когнітивні функції. Лабораторні експерименти продемонстрували, що вплив високих температур може призвести до зниження когнітивної діяльності: порушення пам'яті [110], уваги [79] і виконавчої функції [62] в умовах теплового стресу. Особливо постраждала ефективність виконання завдань, що вимагають постійної уваги, оперативної пам'яті та прийняття складних рішень [83, 186]. Є дані про те, що професійні умови, які передбачають тривалий вплив високих температур, наприклад, виробничі підприємства або робоче середовище на відкритому повітрі, показали зниження когнітивної здатності працівників [91] та високі температури є однією з основних причин нещасних випадків на виробництві, пов'язаних із когнітивними порушеннями [77]. Подібним чином класні кімнати або екзаменаційні зали без відповідних механізмів охолодження пов'язані зі

зниженням успішності в періоди підвищених температур [148, 177], оскільки якість повітря в приміщенні впливає на когнітивну діяльність [183].

Порушення когнітивних функцій, що виникає внаслідок теплових умов у приміщенні, встановили Cedeño Laurent із співавт. Автори виявили, що в людей в будівлях без кондиціонування спостерігалось зниження когнітивних функцій: робочої пам'яті і вибіркової уваги (швидкості обробки), коливаючись від 4,1% до 13,4% відносно вихідного рівня та відносно групи кондиціонування [75].

Erkan I. говорить про те, що теплове відчуття має бути запропоновано для кожного когнітивного процесу та «температура в приміщенні змінила розумову працездатність людей» [87].

Також, є дані про порушення когнітивних функцій, включаючи вибірку увагу та час реакції, в умовах теплового стресу у 70 працівників ливарного виробництва. Загалом результати показали, що когнітивні функції були порушені. Було помічено, що час реакції працівників ливарного цеху збільшився, що підтвердило гіпотезу про вплив теплового стресу на вибірку увагу та час реакції в жарких умовах. Автори стверджують, що виконання завдання в жарких умовах залежить від індивідуальної реакції та чутливості до тепла [125].

Встановлено, що високі температури впливають на когнітивний контроль, одну з основних виконавчих функцій людини [93].

Спекотні умови навколишнього середовища погіршують когнітивне функціонування та негативно впливають на результати розумової діяльності [151].

Інше дослідження 16 осіб із середнім віком 21 рік показало вплив теплового стресу на когнітивні функції людини та їх відновлення: встановлено, що гіпертермія погіршує когнітивні функції людини, але достатнє охолодження всього тіла відновлює їх [134].

Тепловий стрес спричиняє значну втрату продуктивності праці, здатності до навчання, а також впливає на захворюваність і смертність людей [90].

Гіпертермія, навіть якщо вона легка і виникає лише на короткий період, може спричинити когнітивні порушення. У деяких випадках це може бути постійним. Когнітивні порушення можуть виникнути після впливу більш помірних температур і через коротші періоди часу, ніж вважалося раніше. Одне дослідження індукованої гіпертермії у здорових добровольців показало, що пам'ять погіршується при внутрішній температурі лише 38,8 °C порівняно з нормотермією. Штучно викликана гіпертермія може спричинити когнітивні порушення лише через 1–2 години підвищення температури [175]. Тепловий стрес впливає на точність уваги, пригнічення автоматичних реакцій і вербальну пам'ять та на час реакції, але не робочу пам'ять [184]. Інші дані говорять, що гіпертермія погіршує оперативну пам'ять, але не змінює прості процеси уваги [89].

Результати дослідження, проведеного на 24 добровольцях (12 чоловіків і 12 жінок) віком 18-30 років, які були піддані дії трьох різних температур повітря (14, 18 і 22 °C) та трьох різних рівнів шуму (55, 65 і 75 дБА), говорять про суттєве порушення оперативної пам'яті ( $P < 0,001$ ), стійкості уваги ( $P < 0,001$ ) і часу простої реакції ( $P < 0,001$ ) при підвищенні шуму при різних температурах [153].

Точні механізми, за допомогою яких висока температура впливає на когнітивні функції, до кінця не вивчені. Тепловий стрес може призвести до фізіологічних змін, у тому числі підвищення внутрішньої температури тіла, зневоднення та зміни церебрального кровотоку, що може вплинути на нервову систему, її діяльність і пізнавальні процеси. Крім того, втома, дискомфорт і порушення сну, спричинені спекою, можуть ще більше сприяти когнітивним порушенням [100].

Хоча наявні в літературі дані констатують вплив високої температури на когнітивні функції, проте загальний зв'язок між екстремально високою температурою та когнітивним зниженням недостатньо вивчений. Деякі професійні спостереження надали докази зв'язку між впливом тепла та зниженням когнітивних функцій, але навряд чи їх можна застосувати до



населення в цілому. Деякі експерименти проілюстрували, що короткочасна пам'ять і продуктивність розумової діяльності у складних когнітивних завданнях були порушені гіпертермією [94, 141].

Встановлено, що тепловий стрес призводить до підвищення температури мозку, порушення нейронної мережі головного мозку, вплинув на церебральну перфузію та доставку кисню до різних ділянок мозку, і, таким чином, впливає на процес обробки інформації центральною нервовою системою [117].

Таким чином, дослідження науковців продемонструвало зміну виконавчих функцій та інших когнітивних здібностей, а також зміну дисоціації насиченого киснем гемоглобіну в умовах підвищеної температури [115].

Відомі дані про відмінності у впливі температури на когнітивні здібності у великому контрольованому лабораторному експерименті (N = 543). Вивчалась успішність у виконанні завдань з математики, вербальних і когнітивних рефлексій і виявили, що вплив температури значно відрізняється для чоловіків і жінок. При більш високих температурах жінки краще виконують математичні та словесні завдання, тоді як для чоловіків спостерігається зворотний ефект. Підвищення працездатності жінок у відповідь на високу температуру значно більше і точніше оцінюється, ніж відповідне зниження працездатності чоловіків. На відміну від математичних і вербальних завдань, температура не впливає на міру когнітивної рефлексії для обох статей. У сукупності ці результати показують, що в діапазоні температур від 16 до 33 градусів за Цельсієм жінки, як правило, демонструють кращі когнітивні показники при вищих температурах, а чоловіки – при більш низьких [76].

Результати досліджень іноземних науковців встановили зв'язок між високою температурою та погіршенням когнітивних функцій: демонструють, що максимальна температура вище певного порогу була більш важливою для когнітивної функції і дні з високою температурою, спричинили додаткове погіршення пізнання та навіть більша частка годин з високою температурою в останні дні, визначених як години з температурою понад 32 °C, була пов'язана зі зниженням когнітивних здібностей; 1-годинний вплив екстремально високої

температури може погіршити когнітивні функції. Наприклад, під впливом температури навколишнього середовища 39 °C у людей спостерігалось не лише зниження когнітивних здібностей, але й порушення функції мозку, про що свідчить збільшення відносної потужності хвиль  $\delta$ -діапазону, вимірної на електроенцефалограмі, і зниження  $\beta$  [108].

Крім того, навіть помірно високі температури при 26 °C і 28 °C призводять до зниження когнітивної здатності на 10 % і 6 % відповідно порівняно з 24 °C [107].

Відповідно до дослідження Yin B. із співавт., спостерігалось зниження когнітивних здібностей на 2,15 % у дні екстремально високої температури у 16-річних осіб. Таким чином, щоденні екстремально високі температури погіршують когнітивні функції, але також було виявлено негативний вплив тривалого та щогодинного впливу екстремально високих температур на когнітивні функції [185].

Обстеження людей свідчать про те, що тепловий стрес обумовлює виникнення запалення [176]; мікроглія та астроцити активуються, що призводить до прямої чи опосередкованої дегенерації нейрональної та синаптичної щільності. У міру активації мікроглії та астроцитів вивільняється надмірний фактор запалення, включаючи ядерний фактор, що призводить до нейрозапалення. Посилений фактор запалення пригнічує розвиток нових нейронів і змінює нейрогенез в області гіпокампа, потенційно погіршуючи пам'ять [110, 131]. Окрім прямої індукції запалення, тепловий стрес також може впливати на рівні моноамінів [133], сприяти транслокації ліпополісахаридів, погіршувати гематоенцефалічний бар'єр. У сукупності існуючі фізіологічні механізми підтверджують причинно-наслідковий вплив тривалої екстремально високої температури на когнітивні функції [162].

Відомі дані про негативний вплив тепла на когнітивні процеси, зокрема процеси пам'яті та прийняття рішень [17, 27].

Деякі автори, говорять про те, що спекотні умови навколишнього середовища погіршують когнітивні процеси у підлітків та негативно впливають

на результати їх розумової діяльності [53]. Є дані про те, що у студентів, які живуть у приміщеннях без кондиціонування, спостерігається значне зниження ефективності когнітивних процесів: збільшення часу реакції і зниження навчальної ефективності [22]. Увага та пам'ять є важливим компонентом когнітивних процесів.

У підлітковому віці збільшується пам'ять, зростає повнота, послідовність і точність відтвореного матеріалу, запам'ятовування і відтворення ґрунтуються на смислових зв'язках, формуються увага і зосередженість, які є важливими для успішності в навчанні [42].

Пам'ять лежить в основі широкого спектру людської діяльності. Встановлено, що пам'ять входить до складу, формується і проявляється в різних видах людської діяльності, а її особливості та форми прояву визначаються ними. Ці особливості закріплюються, генетично передаються і розвиваються в діяльності людини. Вони є певними рисами особистості і складають певні спогади [23].

У підлітковому віці пам'ять досягає найвищого рівня розвитку і вона тісно пов'язана з процесом мислення. Проте, об'єм інформації, яку потрібно засвоїти, стає набагато більшим. Це можна виправити і полегшити, структуруючи інформацію: плануючи, посилаючись на джерела, роблячи нотатки. У юнацькому віці розвиток пам'яті вже зумовлений професійною діяльністю та навичками, з певним акцентом на професійне зростання та підходи до організації творчої та наукової діяльності. У людей старшого віку пам'ять дещо знижується, але потреба в професійній діяльності значно підвищує мотивацію, а наявність накопиченого досвіду компенсує цю прогалину [20].

Важливим параметром вищої нервової діяльності людини є увага. Вона забезпечує пізнавальні процеси і є необхідним моментом набування знань, високої якості і продуктивності розумової роботи. Властивості уваги тісно пов'язані як із функціональним станом обстежуваного, так і з дією різних екзогенних чинників. Вважають, що у процесі розумової діяльності стан уваги

дуже чутливий до дії зовнішніх чинників. Є дані про позитивний вплив фізичних вправ на стан уваги та пам'яті у студентів [61].

Вивчення впливу зовнішніх факторів на розумову працездатність має важливе значення для психофізіології розумової діяльності людини взагалі і для підлітків зокрема. Відомі дані про вплив типів погоди на розумову працездатність у старшокласників, які свідчать про її зниження із погіршенням погодних умов [12].

Незважаючи на інтерес науковців до цього питання, в літературі відсутні дослідження нейродинамічних функцій підлітків з індивідуальними відмінностями у реакції на тепло.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Об'єкти і організація обстежень

У дослідженні взяли участь 160 підлітків віком 15-17 років – студентів Луцького базового фахового медичного коледжу. Опитування проводилося за попередньою згодою. З дослідження виключалися ті, чий вік не відповідав встановленому для цього інтервалу, ті, хто показав наявність шкідливих звичок, ті, хто мав ускладнення хронічних захворювань, а також ті, хто регулярно вживав будь-які медикаментозні препарати. Дотримувалися таких принципів: опитування проводилися в однаковий час доби, для обох груп учасників виконувалися ті самі тести.

Дослідження проводилося з використанням приладів та тестових методик, атестованих психофізіологічною лабораторією кафедри фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського МОЗ України (сертифікат № 003/18).

Дослідження проводилося згідно із загальноприйнятими правилами щодо безпеки досліджуваних та з дотриманням Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (04.04.1997), Гельсінської декларації (1964-2000), Кодексу етики українського вченого (2009) та рішення комісії з біоетики Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України (протокол № 74 від 01.09.2023 р.).

## 2.2 Встановлення рівнів теплочутливості за допомогою опитувальника та теплової проби

Осіб з високою та низькою теплочутливістю виділяли на основі середньоарифметичних значень, отриманих на основі опитувальника та теплової проби [170].

Було проведено тестування 160 осіб 15-17 років на теплочутливість, яку оцінювали за допомогою опитувальника «Рівні теплочутливості» (авторське свідоцтво № 115529 від 01.11.2022 р.) – (табл. 2.1). Опитувальник складається з 10 запитань і призначений для швидкої та точної оцінки теплової чутливості людини з урахуванням основних симптомів та проблем зі здоров'ям, пов'язаних з тепловим впливом. Респондентів просили уважно прочитати кожне з наведених нижче запитань, вибрати і позначити відповідь, яка найбільше стосується їх (кількість балів 0-6 свідчить про знижену теплочутливість, 7-16 балів – підвищену).

Для підтвердження отриманих при анкетуванні результатів в подальшому у всіх обстежуваних проводили теплову пробу (свідоцтво №119974 від 22 червня 2023 р.). Перед проведенням дослідження підліткам вимірювали температуру тіла у приміщенні, за допомогою електронного термометра марки «Omron Gentle Temp 720 (MC-720-E)». Також, у підлітків визначали частоту пульсу (пальпаторно) та величину артеріального тиску (аускультативно) з використанням приладу ММП-60, після цього занурювали кисті обох рук у ємкість з теплою водою з температурою 45 °С на 3 хвилини. Протягом цього часу пульс і артеріальний тиск вимірювали на другій хвилині. Після виймання руки з води те ж саме повторювали кожні дві хвилини, поки пульс і артеріальний тиск не відновлювалися, і фіксували час.

Таблиця 2.1 – Опитувальник «Рівні теплочутливості»

№ п/п	Запитання	Варіанти відповідей			
1	2	3			
1.	Чи відчуваєте ви підвищену чутливість до високих температур навколишнього середовища?	Так – 1 б.		Ні – 0 б.	
2.	Яка для вас комфортна температура в приміщенні?	Більше +20 °С – 0 б.		Менше +20 °С – 1 б.	
3.	Яка для вас комфортна температура навколишнього середовища?	Менше 20 °С – 2 б.	20-25 °С – 1 б.		Більше 25 °С – 0 б.
4.	Намагаюся уникати прямих сонячних променів у спекотні дні. Ви часто буваєте в тіні?	Так – 1 б.		Ні – 0 б.	
5.	У спекотні літні дні відчувають загальну слабкість, сонливість, підвищену пітливість, тахікардію, запаморочення і підвищену спрагу?	Не відчуваю таких симптомів – 0 б.	Відчуваю деякі з них(1-2) – 1 б.	Відчуваю більшість з них(3-4) – 2 б.	Відчуваю всі симптоми – 3 б.
6.	Коли температура підвищується, чи помічаєте ви відсутність концентрації уваги, зниження працездатності, підвищений страх, роздратованість або різкі зміни настрою? Чи помічаєте ви зниження працездатності, зниження працездатності, підвищений страх, підвищену дратівливість, швидку зміну настрою і т.д.?	Не відчуваю таких симптомів – 0 б.	Відчуваю деякі з них(1-2) – 1 б.	Відчуваю більшість з них(3-4) – 2 б.	Відчуваю всі перераховані симптоми – 3 б.

Продовження таблиці 2.1

1	2	3		
7.	Чи траплялися у вас теплові удари?	Так – 1 б.		Ні – 0 б.
8.	Чи є у вас захворювання (серцево-судинні, респіраторні, ендокринні)?	Так (вказати які?) – 1 б.		Ні – 0 б.
9.	Чи приймаєте Ви зараз якісь з наступних препаратів? ліки (гормони, антидепресанти, симпатоміметики, антигіпертензивні препарати)?	Так – 1 б.		Ні – 0 б.
10.	У вас буває: бліда, суха шкіра, озноб, дискомфорт у серці, затримка сечі або калу, часте тремтіння або страх? Ви відчуваєте труднощі зі сном?	Не відчуваю таких симптомів – 0 б.	Відчуваю деякі з них (1-3) – 1 б.	Відчуваю більшість з них(4-7) – 2 б.



У результаті проведення цієї методики на визначення теплочутливості, із 160 підлітків, які приймали участь в обстеженні, 107 віднесли до групи з низькою чутливістю до тепла, а 53 – із високою.

Дані про кількість виконаних обстежень наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Проведені дослідження обстежуваним із високою та низькою теплочутливістю

Вид обстеження	Група осіб із низькою теплочутливістю	Група осіб із високою теплочутливістю
1	2	3
Опитувальник «Рівні теплочутливості»	107	53
Теплова проба	107	53
Методика самооцінки функціонального стану «САН», (В.А. Доскіна та ін.)	107	53
Методика дослідження тривожності Спілбергера-Ханіна (State-Trait Anxiety Inventory – STAI)	107	53
Методика оцінки сприймання простору «Годинники»	107	53
Методика визначення точності часових відрізків	107	53
Методика дослідження короткотривалої зорової пам'яті з використанням комп'ютерної системи «Діагност – 1»	107	53

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
«Коректурна проба» для дослідження уваги	107	53
Проба Е.Крепеліна для оцінки мислення	107	53
Монреальська когнітивна оцінка (MoCA)	107	53
Визначення рівнів нейротизму, екстраверсії та типів темпераменту за опитувальником Г. Айзенка	107	53
Визначення швидкості простих та складних сенсомоторних реакцій, функціональної рухливості нервових процесів з використанням комп'ютерної системи «Діагност – 1»	107	53

### 2.3 Оцінка емоційного стану у підлітків

#### 2.3.1 Визначення рівня самопочуття, активності та настрою

Самопочуття, активність та настрої ми визначали із використанням тестової методики самооцінки функціонального стану «САН», (В.А. Доскіна та ін.) [27], яка складається з 30 пунктів тверджень. Обстежувані повинні обрати свій стан за низкою ознак, користуючись багатоступеневою шкалою. Ця шкала містить індекси (3 2 1 0 1 2 3), які розташовані між 30 парами слів з протилежними значеннями, що відображають характеристики рухливості, швидкості та темпу виконання функцій (активності), фізичної сили, здоров'я,

втоми (самопочуття) та емоційного стану (настрою). Обстежуваний обирає та відмічає число, яке найточніше відображає його стан на момент проходження тесту (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Бланк методики САН

П.І.Б. \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_ Вік \_\_\_\_\_

1	Добре самопочуття	3	2	1	0	1	2	3	Погане самопочуття
2	Відчуття сили								Відчуття слабкості
3	Пасивний								Активний
4	Повільний								Швидкий
5	Радісний								Засмучений
6	Чудовий настрої								Пригнічений
7	Працьовитий								Втомлений
8	Енергійний								Кволий
9	Розважливий								Рухливий
10	Інертний								Дієвий
11	Задоволений								Нещасливий
12	Життєлюбивий								Сумний
13	Збуджений								Спокійний
14	Практично здоровий								Відчуваєте себе хворим
15	Інертний								Чимось захоплений
16	Байдужий								Схвильований
17	Запальний								Смутний
18	Веселий								Тужливий
19	Відпочилий								Втомлений
20	Бадьорий								Втомлений
21	Загальмований								Бадьорий
22	Маєте бажання відпочивати								Маєте бажання діяти
23	Впевнений								Стурбований
24	Вірите в краще								Не вірите в краще
25	Витривалий								Невитривалий
26	Енергійний								Неенергійний
27	Важко розуміє								Легко розуміє
28	Я маю неухважність								Я уважний
29	Надіється на краще								Я не надіюсь на краще
30	Задоволений життям								Незадоволений нічим

При оцінці результатів оцінка 3 ставиться при незадовільному самопочутті, що відповідає незадовільному самопочуттю, низькій активності та поганому настрою, приймається за 1 бал; наступна оцінка 2 ставиться як 2 бали; оцінка 1 – 3 бали і так до індекса 3 з протилежного боку шкали, який відповідно приймається за 7 балів (полюси шкали постійно змінюються). За позитивні функціональні стани обстежувані отримують високі бали, а негативні – низькі. За цими балами і розраховується середнє арифметичне, а також окремо з активності, самопочуття та настрою.

Для інтерпретації результатів використовувались такі орієнтовані оцінки:

- ✓ від 0 – до 3 балів – поганий рівень самопочуття, активності чи настрою;
- ✓ 3 – 5 балів – помірний рівень самопочуття, активності чи настрою;
- ✓ вище 5 балів – високий рівень самопочуття, активності чи настрою.

Позитивні функціональні стани завжди оцінюються високо, а негативні – низько. Ці «різниці балів» використовуються для обчислення середніх арифметичних значень, як в цілому, так і для активності, самопочуття та настрою окремо.

У нормі активність, настрої і самопочуття відпочилої людини приблизно однакові. Коли збільшується втома, то самопочуття і активність знижуються по відношенню до настрою.

### 2.3.2 Оцінка стану ситуативної та особистісної тривожності

Тривожність (особистісну та ситуативну) досліджували за допомогою шкали тривожності Спілбергера-Ханіна (State-Trait Anxiety Inventory – STAI) [59]. Методика складається з 40 тверджень (20 для визначення рівня ситуативної тривожності та 20 для особистісної), кожне з яких уважно читається і відповідна цифра праворуч від кожного твердження

закреслюється відповідно до того, як людина відчувається в даний момент. Правильних або неправильних відповідей немає, тому не варто довго над цим думати.

Методика визначення ситуативної тривожності (СТ) передбачає: потрібно уважно прочитати кожен пункт у таблиці 2.4 і закреслити цифру в правій колонці відповідно до поточних відчуттів. Не слід думати довго над питаннями, оскільки немає правильних чи неправильних відповідей (додаток Г).

## 2.4 Вивчення стану когнітивних функцій у підлітків

### 2.4.1 Дослідження особливостей сприймання

Для оцінки сприймання простору застосували методику «Годинники» [2]. Згідно з нею, обстежуваному пропонувався бланк із зображенням 42 годинників (7 рядів по 6 годинників у кожному), циферблат яких зміщений навколо осі, тобто знаходиться в дещо незвичайному для нас положенні (рис. 2.1).

Орієнтуючись тільки на одну цифру, що показує яку-небудь годину, необхідно було визначити точний час, який зафіксований на годиннику. Тривалість виконання завдання становила 10 хвилин.

Визначалися наступні показники: загальна кількість проглянутих годинників (продуктивність); кількість помилок (число неправильних відповідей); відносна частота помилкових відповідей (частка від ділення кількості помилок на продуктивність).

Для оцінки сприймання часу використовувалася методика визначення точності часових відрізків. Своєю увагою ми зупинили на 10-секундному відрізку, бо саме в межах нього відбувається стабілізація часового еталону, який при подальшому збільшенні тривалості суттєво не змінюється [2].

Обстежуваному пропонувалося тричі словесно оцінити тривалість

запропонованого 10-секундного інтервалу. Проміжні результати не повідомлялися, щоб не відбувалося корекції. Тривалість суб'єктивного часового еталону визначалася як відношення істинної тривалості інтервалу до словесно визначеної.

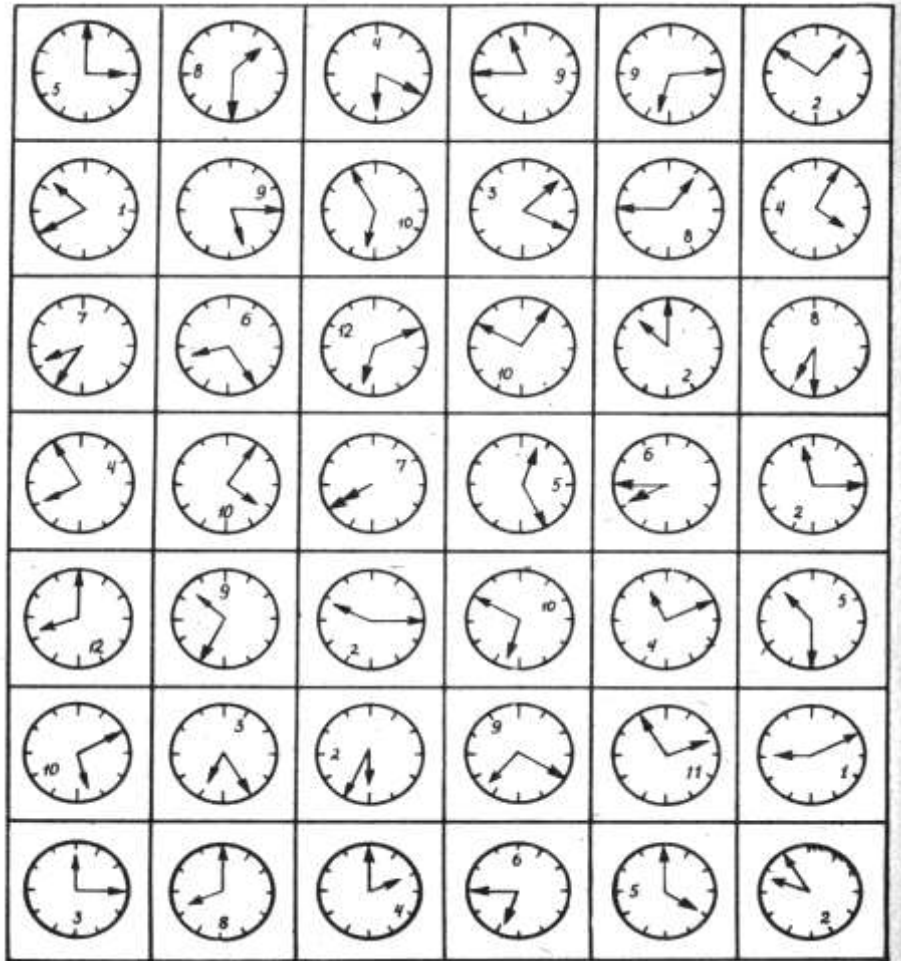


Рисунок 2.1 – Бланк методики «Годинники»

#### 2.4.2 Вивчення стану уваги та пам'яті

Однією з характеристик, що відображає розумову працездатність людини, є короткотривала зорова пам'ять. Оцінку її стану здійснювали за комп'ютерною програмою «Діагност-1», розробленою М.В. Макаренком [33].

Короткотривалу зорову пам'ять визначали за наступними параметрами: показником короткотривалої пам'яті на літери (ПАМЛ) та цифри (ПАМЦ) в

ум.од., відсноною кількістю помилок пам'яті на літери (ПОМПАМЛ) та цифри (ПОМПАМЦ) у відсотках, яку висвітлював комп'ютер після виконання завдання.

Одним із поширених методів вивчення стану уваги є коректурна проба. Оцінка стійкості уваги (тривалої підтримки уваги на одному об'єкті), проводилася з використанням методики С.А. Лукомської і Е.Ф. Рибалко [45]. Ми використовували коректурну таблицю, яка фізіологічно інтерпретується як умовний рефлекс. Умовним стимулом була буква, а відповіддю – закреслення певної літери. Цей умовний рефлекс вироблявся шляхом попереднього навчання за допомогою другої сигнальної системи.

Підліткам давалася коректурна таблиця, частина якої представлена на рисунку 2.2, що містила чотири тисячі букв (50 літер у 80 рядках) і запропонована наступна інструкція: «Подивіться по черзі на кожен рядок, знайдіть і закресліть літери «к» і «р». Завдання починалося з наказу і тривало 10 хвилин. Після чого зазначалася остання проглянута буква.

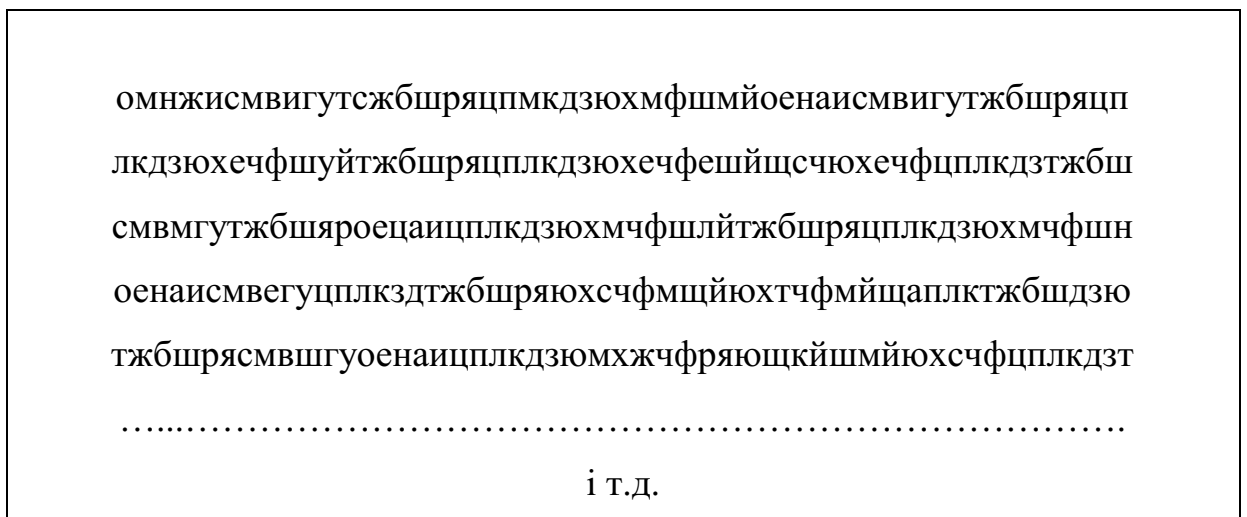


Рисунок 2.2 – Фрагмент коректурної таблиці

У такий спосіб визначався інтегральний показник стійкості уваги, який включав у себе два показники: продуктивність і точність уваги.

Продуктивність – це кількість проглянутих букв, а точність (К) визначали з використанням формули:

$$K = a : n \times 100 \%,$$

де n – кількість літер, які потрібно було закреслити,

a – стійкість уваги, що означала кількість правильно закреслених літер протягом виконання завдання.

Щоб отримати інтегральний показник уваги, бали за точність і продуктивність потрібно перевести у відповідні бали, використовуючи таблицю у додатку Д.

Інтегральний показник стійкості уваги (А) визначався з використанням формули:

$$A = B + C,$$

де В та С – продуктивність і точність уваги в балах.

#### 2.4.3 Визначення стану мислення

Індивідуальні якості мислення визначалися з використанням методики Е.Крепеліна [40], визначаючи коефіцієнт розумової працездатності (К).

Обстежуваним було запропоновано в таблицю з вісьмома парами рядів цифр. Кожен рядок складався із 23 цифри (рис. 2.3). За командою обстежувани додавали цифри в кожному рядку і записували результат внизу.

На додавання чисел у кожному стовпчику у респондентів було 20 секунд. Потім, за командою експериментатора, обстежувани додавали наступний рядок і повторювали це вісім разів (додаток Е).



Згідно з отриманими результатами визначали коефіцієнт працездатності (К) за формулою:

$$K = S_2 : S_1,$$

де  $S_2$  – кількість правильно виконаних додавань у чотирьох останніх рядах,

$S_1$  – кількість правильно виконаних додавань у чотирьох перших рядах.

Якщо коефіцієнт близький до 1, це свідчить про високу продуктивність. Якщо темп змінювався, продуктивність була низькою, помилки були частими, а коефіцієнт К був значно нижчим за 1, це вважалось ознакою низької продуктивності.

Монреальська когнітивна оцінка (MoCA) – це короткий тест із 30 запитань (рис. 2.3), який вимагає від 10 до 12 хвилин для застосування та допомагає оцінити легкі когнітивні порушення. Бали за оцінкою MoCA коливаються від нуля до 30.

Інтерпретація результатів така:

- ✓ зорове, просторове та виконавче функціонування – 5 балів;
- ✓ розпізнання тварин – 3 бали;
- ✓ показник уваги – 6 балів;
- ✓ комунікація – 3 бали;
- ✓ абстрактні можливості – 2 бали;
- ✓ процес короткотривалої пам'яті – 5 балів;
- ✓ орієнтування в просторі – 6 балів.

Підрахунок балів здійснюють шляхом сумування усіх балів, отриманих справа на аркуші – максимальна сума – 30 балів. Якщо обстежуваному 12 років, додається 1 бал, (якщо MoCA становить менше 30). Результат, що рівний або більший за 26, вважається нормальним.

**МОНРЕАЛЬСЬКИЙ КОГНІТИВНИЙ ТЕСТ (МОСА)**

Ім'я: \_\_\_\_\_  
 Освіта: \_\_\_\_\_ Дата народження: \_\_\_\_\_  
 Стать: \_\_\_\_\_ ДАТА: \_\_\_\_\_

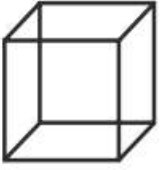
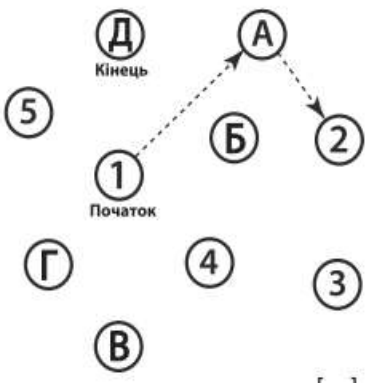
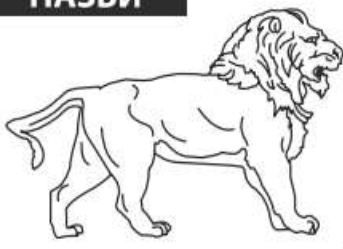
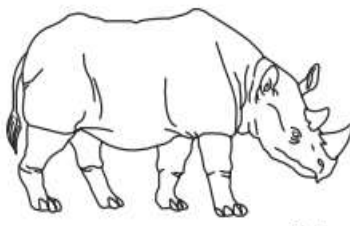
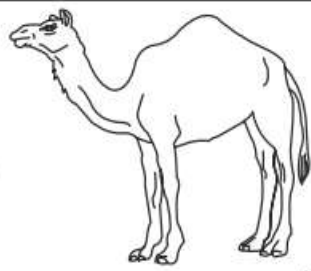
<b>ЗОРОВО-КОНСТРУКТИВНІ / ВИКОНАВЧИ НАВИЧКИ</b>		 Скопіюйте куб [ ]	Намалюйте ГОДИННИК (10 хвилин на дванадцяті) (3 бали)  [ ] [ ] [ ] Контур Цифри Стрілки	БАЛИ: ____/5																			
 [ ] [ ]		<b>НАЗВИ</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  [ ]                 </div> <div style="text-align: center;">  [ ]                 </div> <div style="text-align: center;">  [ ]                 </div> </div> ____/3																					
<b>ПАМ'ЯТЬ</b>		Прочитайте список слів. Обстежуваний повинен їх повторити. Зробіть дві спроби, навіть якщо обстежуваний повторив усі слова після першої спроби. Перепитайте слова через 5 хвилин.			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>ОБЛИЧЧЯ</th> <th>ОКСАМИТ</th> <th>ШКОЛА</th> <th>РОМАШКА</th> <th>ЧЕРВОНИЙ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 спроба</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 спроба</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> Бали не додаються		ОБЛИЧЧЯ	ОКСАМИТ	ШКОЛА	РОМАШКА	ЧЕРВОНИЙ	1 спроба						2 спроба					
	ОБЛИЧЧЯ	ОКСАМИТ	ШКОЛА	РОМАШКА	ЧЕРВОНИЙ																		
1 спроба																							
2 спроба																							
<b>УВАГА</b>		Прочитайте список цифр (1 цифра/сек) Обстежуваний повинен повторити їх у такому ж порядку [ ] 2 1 8 5 4 Обстежуваний повинен повторити їх у зворотному порядку [ ] 7 4 2			____/2																		
Прочитайте список букв. Обстежуваний повинен вдарити долонею по столу кожен раз при проголошенні букви А.		Бали не додаються, якщо є дві або більше помилок. [ ] ФБАСМНААЖКЛБАФАКДЕАААЖАМОФААБ			____/1																		
Серійне віднімання 7 починаючи зі 100. 4 або 5 правильних віднімань: <b>3 бали</b> , 2 або 3 прав, відн.: <b>2 бали</b> , 1 прав, відн.: <b>1 бал</b> , 0 прав, відн.: <b>0 балів</b>		[ ] 93 [ ] 86 [ ] 79 [ ] 72 [ ] 65			____/3																		
<b>МОВА</b>		Повторіть: Я упевнений в одному, тільки Євген - це той, хто може сьогодні допомогти [ ] Кіт завжди ховався під диваном, коли пес був у кімнаті [ ]			____/2																		
Вербальна швидкість / Назвати за одну хвилину максимальну кількість слів, що починаються з букви Н [ ] ____ (N ≥ 11 слів)		[ ] ____ (N ≥ 11 слів)			____/1																		
<b>АБСТРАКЦІЯ</b>		Спільне між словами, наприклад, яблуко і апельсин = фрукти [ ] поїзд і велосипед [ ] лінійка й годинник [ ]			____/2																		
<b>ВІДКЛАДЕНЕ ПОВТОРЕННЯ</b>		Повторені слова <b>БЕЗ ПІДКАЗКИ</b>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>ОБЛИЧЧЯ</th> <th>ОКСАМИТ</th> <th>ШКОЛА</th> <th>РОМАШКА</th> <th>ЧЕРВОНИЙ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> </tr> </tbody> </table> Бали присуджуються тільки за названі слова без підказок		ОБЛИЧЧЯ	ОКСАМИТ	ШКОЛА	РОМАШКА	ЧЕРВОНИЙ		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	____/5					
	ОБЛИЧЧЯ	ОКСАМИТ	ШКОЛА	РОМАШКА	ЧЕРВОНИЙ																		
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]																		
<b>ОПЦІЙНО</b>		Категоріальна підказка [ ] Список слів для вибору [ ]																					
<b>ОРІЄНТАЦІЯ</b>		[ ] Дата [ ] Місяць [ ] Рік [ ] День тижня [ ] Місце [ ] Місто			____/6																		
© Z. Nasreddine MD Версія 7.1 Переклад: Труфанов Є.О. MD PhD Тестування проводив: _____		www.mocatest.org		Норма ≥ 26 / 30 <b>Сума балів:</b> Додайте 1 бал, якщо освіта ≤ 12																			

Рисунок 2.3 – Бланк Монреальського когнітивного тесту (МоСА)

## 2.5 Визначення основних властивостей нервової системи у підлітків

### 2.5.1 Визначення рівнів нейротизму, екстраверсії та типів темпераменту

Рівні нейротизму, екстраверсії та типи темпераменту у осіб із різною теплочутливістю, що в цілому характеризують індивідуальні особливості людини, проводили за використанням опитувальника Г. Айзенка (Додаток Ж).

Анкета налічує 57 запитань, на які респонденти відповідають «так» або «ні». Їхні відповіді фіксуються на спеціальному бланку. Бали підраховуються шляхом співставлення відповідей обстежуваного з відповідями, що містяться у запитаннях. Якщо відповідь обстежуваного збігається з такими у запитаннях, він отримує один бал, якщо ні – нуль балів. Інтерпретація здійснювалася за відповідною шкалою. Для визначення типу темпераменту (сангвінічний, флегматичний, холеричний та меланхолічний) [47], використовувалося співвідношення екстраверсії та нейротизму.

Відповіді звіряли з ключем (додаток Ж) і підраховували кількість співпадінь.

Результати:

«Е» – шкала «екстра – інтроверсії»,

«Н» – шкала «нейротизм – емоційна стабільність»,

«Щ» – шкала «щирості».

Результати опитування вважаються достовірними і проводиться обробка результатів тільки, якщо шкала «Щ» не більше 4.

Тип темпераменту визначали наступним чином: показник шкали «Е» наносили на осі «інтроверсія – екстраверсія», а показник шкали «Н» – на осі «нейротизм – емоційна стабільність» (рис. 2.4)



Рисунок 2.4 – «Коло Айзенка»

При аналізі результатів враховували наступне:

- ✓ екстраверсія – інтроверсія: середнє значення ма бути 12, якщо не менше, ніж 15, то обстежуваний – екстраверт, не менше, ніж 19 – яскравий екстраверт; якщо не більше 9 – обстежуваний інтроверт; не більше 5 – він глибокий інтроверт;
- ✓ нейротизм: середнє значення від 9 до 13; якщо обстежуваний набрав не менше 15 балів, то у нього високий рівень нейротизму; не менше 19 балів – дуже високий рівень нейротизму; не більше 7 балів – низький рівень нейротизму.

На основі отриманих даних робили висновок щодо вираженості типу темпераменту та рівня розвитку типологічних властивостей особистості (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Темперамент у співвідношенні до типу нервової системи

Особливості нервових процесів	Тип нервової системи	Сильний			Слабкий
		нестриманий	живий	інертний	
Сила Врівноваженість Рухливість	Сильний Неврівноважений Рухливий	Сильний Врівноважений Рухливий	Сильний Врівноважений Інертний	Сильний Врівноважений Інертний	Слабкий Неврівноважений Рухливий або інертний
Темперамент	Холерик	Сангвінік	Флегматик	Меланхолік	

### 2.5.2 Встановлення латентних періодів простих та складних сенсомоторних реакцій

З метою оцінки індивідуальних особливостей вищої нервової діяльності респондентів використовували комп'ютерну програму «Діагност-1», розроблену М.В. Макаренком [33]. Для вимірювання латентного періоду простої зорово-моторної реакції (ПЗМР) респонденти повинні були якнайшвидше натиснути і відпустити кнопку на перехідному пристрої правою (лівою) рукою при появі на екрані монітора сигналу у вигляді геометричної фігури. Програма фіксує і представляє латентність всередньому 30 застосувань одностипних стимулів через кожні 0,7 с. Таке визначення проводили тричі і оцінювали найкращі результати. Швидкість зоровомоторної реакції визначали за значеннями латентності зорово-моторного акту, за наступною інтерпретацією відповідних рівнів латентності: високий рівень ПЗМР притаманний латентному періоду 182 мс і менше; якщо рівень ПЗМР вище середнього, то 183-226 мс; середній рівень ПЗМР – 227-292 мс; нижче середнього рівня – 293-330 мс і низький рівень – 331 мс і більше.

З метою оцінки латентного періоду складної зорово-моторної реакції (СЗМР), слід було якнайшвидше натиснути праву клавішу клавіатури пристрою правою рукою, коли з'явиться на екрані монітора «квадрат»,

натиснути ліву кнопку лівою рукою, коли побачите фігуру «коло» і не натискати кнопку, коли бачите «трикутник». Тривалість часу до пред'явлення сигналу була 0,9 с. Тест проводився три рази, брались до уваги найкращі результати, рівень СЗМР визначався за наступною інтерпретацією відповідних рівнів латентності: високий рівень СЗМР притаманний латентному періоду 335 мс і менше; якщо рівень СЗМР вище середнього, то 336-390 мс; середній рівень СЗМР – 391-463 мс; нижче середнього рівня – 464-501 мс і низький рівень – 502 мс і більше.

### 2.5.3 Оцінка функціональної рухливості нервових процесів в осіб із різною чутливістю до тепла

Функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) визначали за показниками швидкості та обсягу переробки інформації в режимі «зворотного зв'язку» з використанням комп'ютерної програми «Діагност-1». Дана методика слугувала для розпізнавання певної кількості позитивних і гальмівних сигналів (показників суб'єкта) та оцінки темпу розумового навантаження. Тривалість сигналу змінювалася залежно від того часу, який ішов на відповідь: якщо відповідь правильна, то тривалість появи фігури зменшувалася, а якщо неправильна, то вона збільшувалася на 20 мс.

З метою оцінки функціональної рухливості нервових процесів пропонувалося якнайшвидше натиснути праву клавішу правою рукою, коли появиться на екрані монітора фігура «квадрат», ліву клавішу лівою рукою, коли побачите фігуру «коло» і не натискати нічого при появі гальмівного стимулу – фігури «трикутник».

Дана методика нараховувала 120 стимулів, і підлітки виконували її три рази, а для оцінки рівня ФРНП брали найкращі результати.

Оцінювали функціональну рухливість за часом (с) виконання завдання. Цей час визначався, згідно інтерпретації рівнів ФРНП: високому рівню притаманний час 57,0 с і менше; якщо рівень був вище середнього, то 57,1 –

63,5 с; середній рівень – 63,6 – 73,7 с; нижче середнього рівня – 73,8 – 79,9 с і низький рівень – 87,0 с і більше.

## 2.6 Метод побудови прогностичної нейронної моделі

Для побудови нейронної мережі було застосовано архітектуру багат шарового перцептронну із використанням методу Deep Learning [102]. Розроблено модель для прогнозування рівня теплочутливості на основі психофізіологічних показників.

В ході навчання нейронної мережі використано наступні психофізіологічні показники:

- коефіцієнт розумової працездатності (К), ум. од.,
- Монреальська когнітивна оцінка когнітивних порушень, бали,
- показник короткотривалої пам'яті на літери (ПАМЛ), ум. од.,
- відносна кількість помилок пам'яті на літери (ПОМПАМЛ), %
- показник короткотривалої пам'яті на цифри (ПАМЦ), ум. од.,
- відносна кількість помилок пам'яті на цифри (ПОМПАМЦ), %,
- стійкість уваги (а), ум. од.,
- продуктивність уваги (В), ум. од.,
- точність уваги (С), ум. од.,
- інтегральний показник стійкості уваги (А), бали,
- рівень самопочуття за методикою САН, бали,
- рівень настрою за методикою САН, бали,
- рівень активності за методикою САН, бали,
- ситуативна тривожність, бали,
- особистісна тривожність, бали,
- продуктивність сприймання, ум. од.,
- кількість помилок сприймання, ум. од.,
- відносна частота помилок сприймання, %,

- суб'єктивна оцінка часового еталону, ум.од.,
- рівень ПСР (простої сенсомоторної реакції), мс,
- рівень ССР (складної сенсомоторної реакції), мс,
- рівень ФРНП (функціональної рухливості нервових процесів), мс.

Перед навчанням нейронних мереж дані були нормалізовані та підготовлені за допомогою методу логарифмічного масштабування [172].

Кожна нейронна мережа складалася з трьох шарів. Вхідний шар відповідав розмірам вхідних даних. Прихований шар мав п'ять нейронів. Вихідний шар мав два нейрони. В якості функції активації прихованого шару було використано ReLu (rectified linear unit – випрямлена лінійна одиниця), а вихідного шару – Softmax. Щоб запобігти перенавчанню мережі, перед вихідним шаром було застосовано метод регулювання відсіву з ймовірністю 0,5. Для оптимізації моделі було використано функцію оптимізації Адама. Схема нейронної мережі показана на рисунку 2.5.

Як функцію вартості під час навчання мережі було обрано бінарну крос-ентропію [6]:

$$C = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \cdot \log \hat{y}_i + (1 - y_i) \cdot \log(1 - \hat{y}_i), \quad (1),$$

де  $C$  – функція витрат,

$N$  – кількість показників у вибірці,

$y$  – фактичне значення цільового параметра,

$\hat{y}$  – значення цільового параметра, передбачене мережею.

Для тренування нейронних мереж використано 25 епох із розміром серії (batch size) для кожної ітерації – 50.

Для оцінки кожної моделі були побудовані криві помилок (ROC-криві) з подальшим розрахунком площі під кривою та наступних показників ефективності: точність, чутливість, специфічність, прецизійність, оцінка F1 та коефіцієнт Метью.



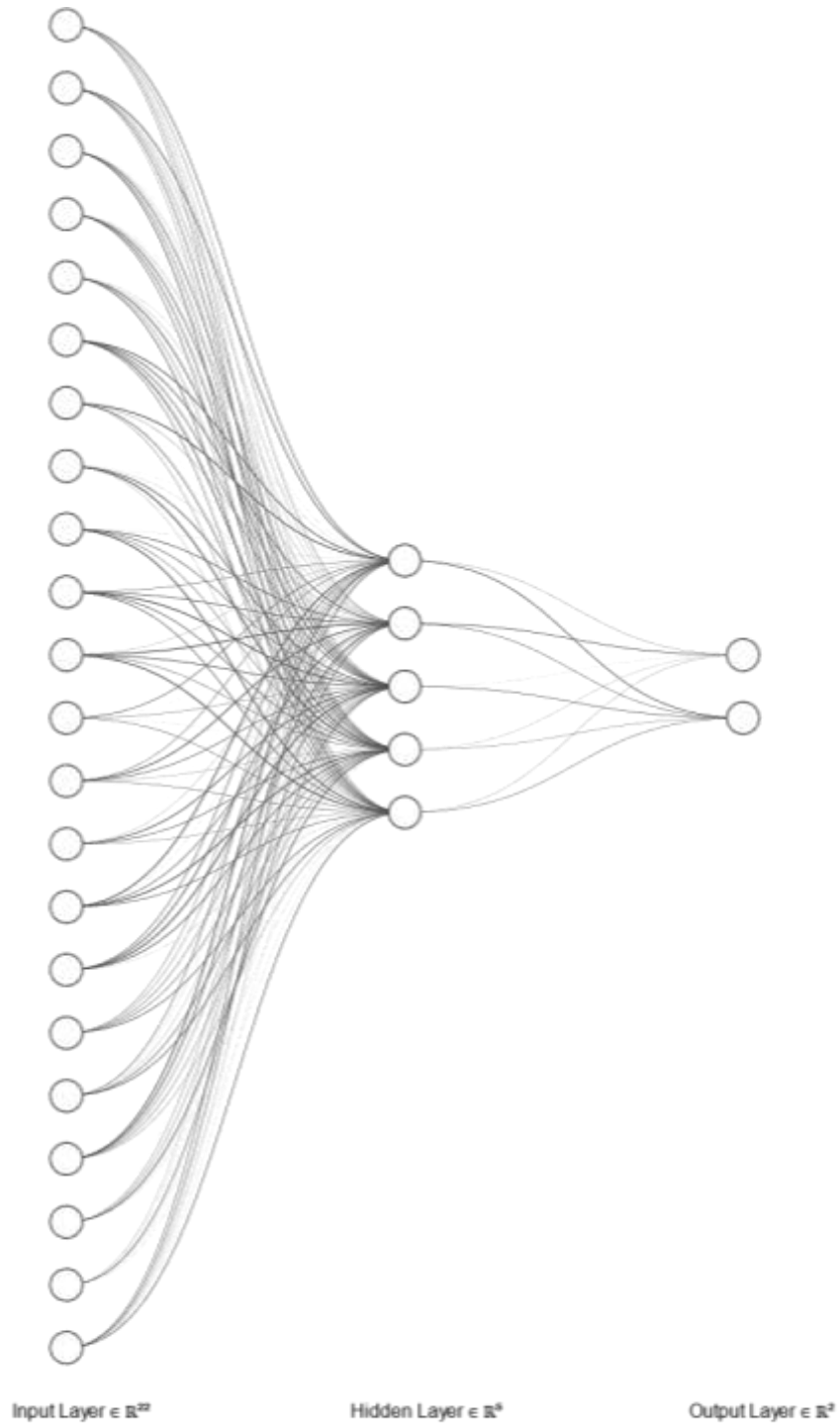


Рисунок 2.5 – Схема нейронної мережі

Точність розраховували за наступним рівнянням:

$$ДЕ = \frac{ІП+ІН}{ІР+ІГ} (2),$$

де DE – діагностична ефективність моделі;

TR – істинно позитивний результат;

TN – істинно негативний результат;

PR – всі позитивні результати моделі;

TN – всі негативні результати моделі.

Чутливість обчислювали з використанням формули:

$$ДЧ = \frac{ІП}{ІП+ХН} (3),$$

де ДЧ – діагностична чутливість моделі;

ІП – істинно позитивний результат;

ХН – хибно негативний результат.

Специфічність визначали з використанням формули:

$$ДС = \frac{ІН}{ІН+ХП} (4),$$

де ДС – діагностична специфічність моделі;

ІН – істинно негативний результат;

ХП – хибно позитивний результат.

Влучність моделі розраховували обчислювали з використанням формули:

$$ДВ = \frac{ІП}{ІП+ХП} (5),$$

де ДВ – діагностична влучність моделі;

ІП – істинно позитивний результат;

ХП – хибно позитивний результат.

F1 бал обчислювали з застосуванням формули:

$$F1 = \frac{2 ІП}{2 ІП+ ХП+ХН} (6),$$

де ІП – істинно позитивний результат;

ХП – хибно позитивний результат;

ХН – хибно негативний результат.

Коефіцієнт Метью визначали за допомогою формули:

$$KM = \frac{IP \times IN - XP \times XN}{\sqrt{(IP+XP) \times (IP+XN) \times (IN+XP) \times (IN+XN)}} \quad (7),$$

де ІП – істинно позитивний результат;

ІН – істинно негативний результат;

ХП – хибно позитивний результат;

ХН – хибно негативний результат.

Параметри кожної нейронної мережі були інтерпретовані за допомогою методу LIME (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations) [70, 138].

Визначалася значущість кожного фактора для остаточного прогнозу нейронної моделі.

## 2.7 Статистична обробка отриманих результатів

Статистичну обробку результатів дослідження проводили за допомогою ліцензійного пакета статистичних програм «Analyst Soft Stat Plus 6» (номер ліцензії 11895400) та Microsoft Excel з використанням загальноприйнятих методів варіаційної статистики.

Для кожної досліджуваної ознаки визначали середнє арифметичне значення (M) та стандартну похибку середнього ( $\pm m$ ). Достовірність оцінювали при рівні значущості менше 5% ( $p < 0,05$ ). Якщо отримані дані відповідали нормальному розподілу (за критеріями Колмогорова-Смірнова та Шапіро-Уїлка), достовірність відмінностей у значеннях між незалежними кількісними змінними визначали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу. Для порівняння достовірності відмінностей між двома вибірками використовували непараметричну статистику (ранговий критерій Манна-Уїтні). Статистичну обробку результатів також проводили за

допомогою кореляційно-регресійного аналізу для визначення достовірності апроксимації за критерієм лінійної кореляції Пірсона.

Якщо отримані дані не відповідали закону нормального розподілу, достовірність оцінювали за допомогою непараметричного статистичного методу Крускала-Уолліса. Після встановлення статистично значущих відмінностей використовували множинні порівняння для виявлення відмінностей показників між незалежними вибірками з нерівною кількістю спостережень [168].

Для побудови математичної моделі прогнозування рівня термочутливості використовували багатофакторний регресійний аналіз. Для перевірки якості прогностичної моделі використовували критерій Нейджелкерка. Статистичну обробку результатів проводили з використанням мови статистичної платформи R та загальноприйнятих методів біомедичної статистики. Для побудови нейронних моделей використовували програми «Tensorflow 2.0» [123, 164] та «LIME: Local Interpretable Model-Agnostic Explanations» [147].

### РОЗДІЛ 3

## ВСТАНОВЛЕННЯ РІВНІВ ТЕПЛОЧУТЛИВОСТІ У ПІДЛІТКІВ

На основі аналізу даних опитувальника «Рівні теплочутливості» та теплової проби встановлено, що із 160 обстежуваних – 33 % осіб із високою теплочутливістю і 67 % – з низькою (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Розподіл 160 підлітків 15-17 років за теплочутливістю

Серед термочутливих людей 69% респондентів надавали перевагу температурі в приміщенні та навколишньому середовищу нижче 20°C, тоді як 88,4% тих, хто не був термочутливим, відчували себе комфортно при температурі в приміщенні вище 20°C та температурі навколишнього середовища 20-25°C (рис. 3.2).

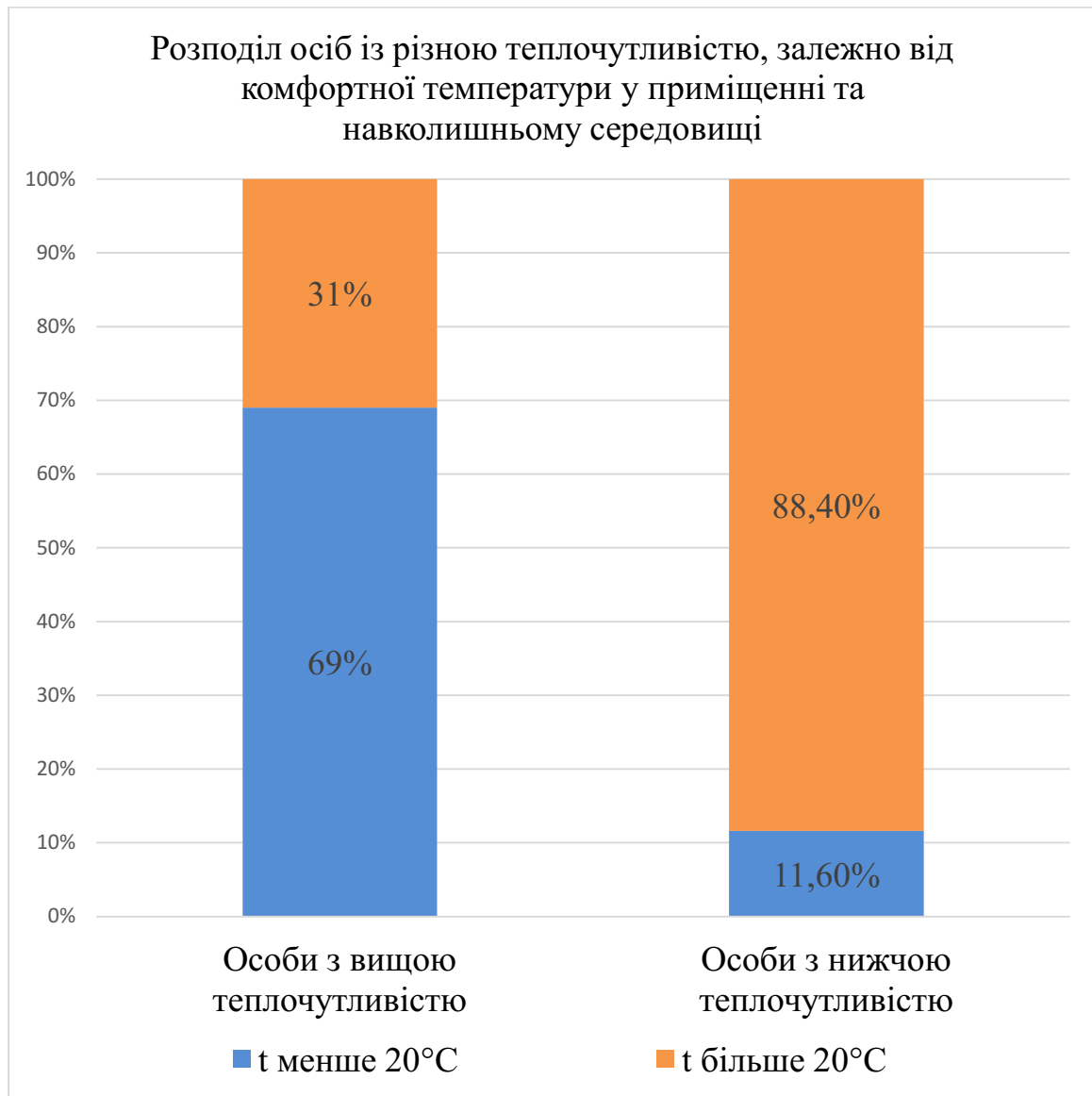


Рисунок 3.2 – Розподіл 160 підлітків 15-17 років з різною теплочутливістю, залежно від комфортної температури у приміщенні та навколишньому середовищі

Із загальних симптомів, перелічених у питанні 5, учасники з високою теплочутливістю повідомляли про більшу кількість таких симптомів у спекотні дні, порівняно з учасниками з низькою теплочутливістю: сонливість, погану концентрацію уваги, тахікардію та низьку працездатність. Після дослідження всі учасники пройшли теплову пробу (авторське свідоцтво № 119974 від 22 червня 2023 року). У теплочутливій групі середня частота пульсу на початку дослідження становила  $(76,42 \pm 0,61)$  уд/хв, а

артеріальний тиск: систолічний –  $(119,12 \pm 0,78)$  мм рт.ст., діастолічний –  $(72,19 \pm 0,53)$  мм рт. ст; у групі з низькою теплочутливістю вихідна частота пульсу становила  $(83,33 \pm 0,77)$  уд/хв, а артеріальний тиск: систолічний –  $(121,22 \pm 0,79)$  мм рт.ст., діастолічний –  $(76,62 \pm 0,68)$  мм рт. ст. Спостерігалася статистично значуща різниця ( $p < 0,05$ ) у початкових значеннях ЧСС між підлітками з різною теплочутливістю.

Через дві хвилини після занурення руки в теплу воду середня частота пульсу у теплочутливих осіб становила  $(83,68 \pm 1,09)$  уд/хв, артеріальний тиск: систолічний –  $(123,89 \pm 0,88)$  мм рт. ст., діастолічний –  $(75,85 \pm 0,79)$  мм рт. ст. В осіб із низькою чутливістю до тепла середнє значення частоти пульсу на 2 хвилині було  $(76,45 \pm 1,14)$  уд./хв (статистично достовірна різниця у порівнянні із значенням ЧСС на 2 хвилині в осіб із високою теплочутливістю, а також порівняно із вихідним значенням частоти пульсу у групі з низькою чутливістю до тепла,  $p < 0,05$ ), артеріального тиску: систолічний –  $(114,42 \pm 0,87)$  мм рт. ст., діастолічний –  $(74,66 \pm 0,79)$  мм рт. ст. Після проведення теплової проби в осіб із високою теплочутливістю ЧСС становила  $(81,66 \pm 3,09)$  уд./хв, що перевищувало вихідне значення на 6,85 % ( $p < 0,05$ ), показник артеріального тиску змінився таким чином: систолічний зріс на 4,75 % (середнє значення –  $(124,76 \pm 0,91)$  мм рт. ст.), діастолічний зріс на 1,88 % (середнє значення –  $(73,55 \pm 0,59)$  мм рт. ст.).

У менш термочутливій групі ЧСС після теплової проби становила  $(76,88 \pm 1,34)$  уд/хв, що на 7,74 % нижче за вихідні дані ( $p < 0,01$ ), а показники артеріального тиску змінилися таким чином: систолічний артеріальний тиск знизився на 4,85 % (у середньому –  $(115,34 \pm 0,82)$  мм рт.ст., діастолічний артеріальний тиск на 85 % (в середньому –  $(115,34 \pm 0,82)$  мм рт.ст.), а діастолічний артеріальний тиск знизився на 4,01 % (в середньому –  $(73,55 \pm 0,76)$  мм рт.ст.).

Час, необхідний для повернення ЧСС до вихідного рівня після теплового тесту, в середньому становив 268 с у групі з високою термочутливістю та 293 с у групі з низькою термочутливістю (рис. 3.3).

У групі з високою термочутливістю час повернення артеріального тиску до вихідного рівня після тесту становив 360 с систолічного і 260 с діастолічного. У групі з низькою термочутливістю артеріальний тиск повертався до вихідних значень дещо швидше: -274 с систолічний і -233 с діастолічний (спостерігалася статистично значуща різниця у відновленні систолічного артеріального тиску в обох групах обстежених,  $p < 0,05$ ) (рис. 3.3).

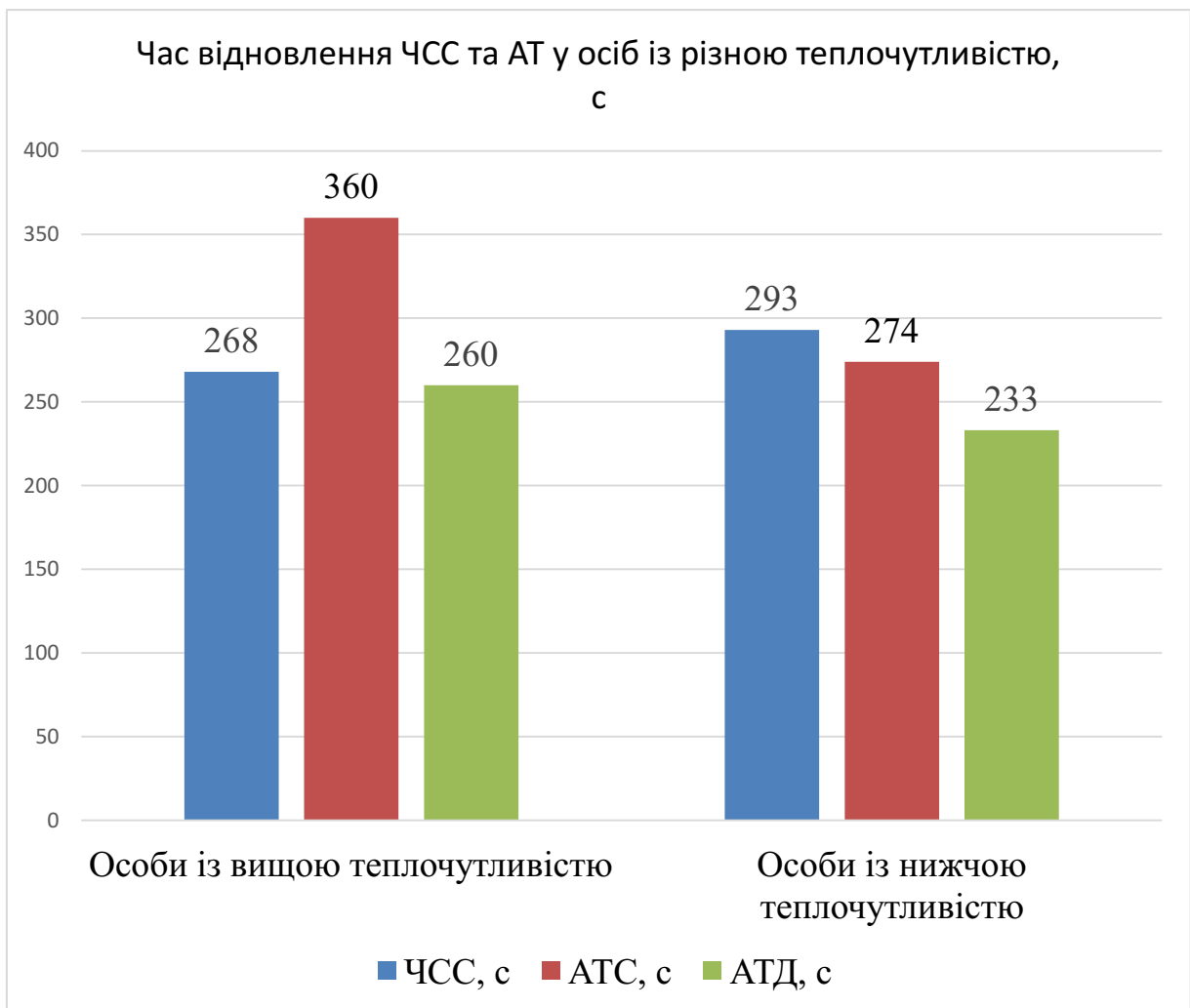


Рисунок 3.3 – Розподіл підлітків 15-17 років з різною теплочутливістю, залежно від часу відновлення ЧСС та АТ, с



Таким чином, підсумовуючи отримані результати, встановлено:

1. На основі аналізу даних опитувальника «Рівні теплочутливості» та теплової проби встановлено, що із 160 обстежуваних – 33 % осіб із високою теплочутливістю і 67% – з низькою.

2. У групі з високою теплочутливістю середні значення частоти пульсу та артеріального тиску збільшилися після теплового тесту. У групі з низькою теплочутливістю частота пульсу та артеріальний тиск знизилися або майже не змінилися після теплового тесту.

Результати дослідження, представлені в цьому розділі, відображені в наукових працях автора [3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 31, 44, 46, 171].

## РОЗДІЛ 4

### ОЦІНКА ЕМОЦІЙНОГО СТАНУ У ПІДЛІТКІВ ІЗ РІЗНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ ДО ТЕПЛА

Дослідження самопочуття, активності та настрою показали наступні результати (табл. 4.1): у підлітків із низькою теплочутливістю: поганий рівень самопочуття був відсутнім, у 47 % – середнім і у 53 % – високим; активності – у 1 % підлітків – поганим, у 50 % – середнім і у 49 % – високим; настрою – поганий рівень був відсутнім, у 36 % – середнім і у 64 % – високим. Серед осіб із високою теплочутливістю: поганий рівень самопочуття був у 19 %, у 66 % – середній і у 15% – високий; активності – у 15 % підлітків – поганим, у 70 % – середнім і у 15% – високим; настрою – поганий рівень був у 11 %, у 61% – середній і у 28% – високий.

Таблиця 4.1 – Стан самопочуття, активності та настрою у осіб із різною теплочутливістю

Теплочутливість	Рівень	Самопочуття	Активність	Настрій
висока (n=53)	поганий	10	8	6
низька (n=107)		0	1	0
висока (n=53)	середній	35	37	32
низька (n=107)		50	54	38
висока (n=53)	високий	8	8	15
низька (n=107)		57	52	69

Нами встановлено зниження самопочуття, активності та настрою у осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю. Так, рівень самопочуття у осіб із низькою теплочутливістю становив  $(4,91 \pm 0,13)$  балів, а із високою –  $(3,75 \pm 0,30)$  балів, активності –

(4,88 ± 0,14) та (3,78 ± 0,26) балів, настрою – (5,08 ± 0,13) та (4,23 ± 0,28) балів відповідно.

Також, нами досліджено рівень тривожності у осіб із різною теплочутливістю (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Стан тривожності у осіб із різною теплочутливістю

Теплочутливість	Рівень тривожності	Ситуативна тривожність	Особистісна тривожність
висока (n=53)	низький	2	0
низька (n=107)		40	52
висока (n=53)	помірний	28	27
низька (n=107)		64	45
висока (n=53)	високий	23	26
низька (n=107)		4	10

Серед осіб із низькою теплочутливістю низька ситуативна тривожність була у 37% , помірна – у 60% та висока – лише у 3% підлітків; низька особистісна тривожність спостерігалась у 49%, помірна – у 42% і висока – у 9% респондентів. Серед осіб із високою теплочутливістю низька ситуативна тривожність була лише у 4% , помірна – у 53% та висока – у 43% підлітків; низька особистісна тривожність не спостерігалась, помірна – у 51% і висока – у 49% опитаних.

Нами встановлено вищий рівень ситуативної та особистісної тривожності у осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю. Так, рівень ситуативної тривожності у осіб із низькою теплочутливістю становив  $33,65 \pm 1,28$  балів, а із високою –  $44,77 \pm 2,68$  балів, особистісної тривожності –  $33,75 \pm 1,33$  та  $46,30 \pm 2,29$  балів відповідно.

Встановлені кореляційні зв'язки між показниками психоемоційного стану у осіб з різною теплочутливістю, які показали залежність самопочуття,

активності та настрою від рівня тривожності у осіб з різною теплочутливістю ( $p < 0,001$  між показниками, згідно р-критерію Манна – Уїтні) (рис. 4.1).

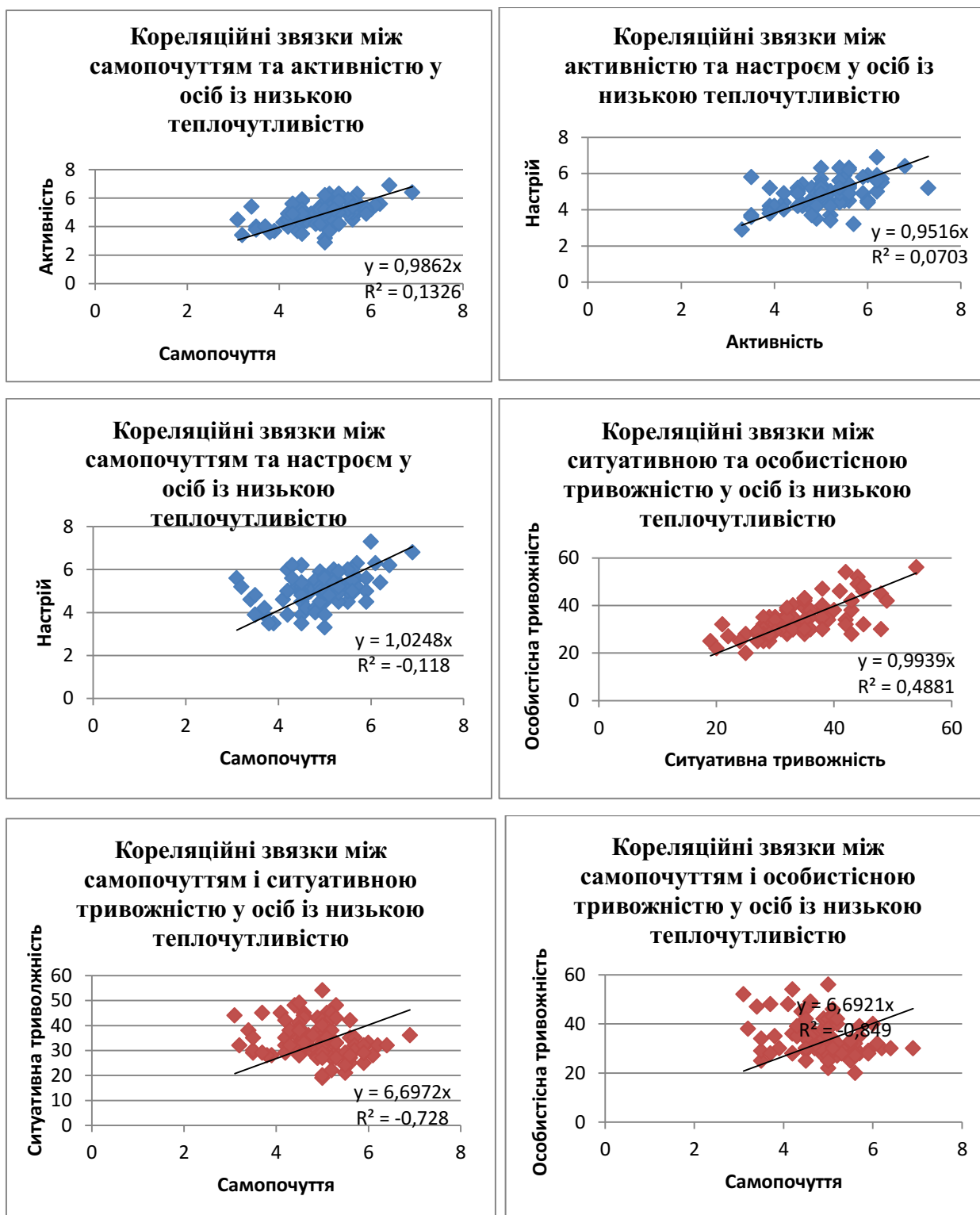
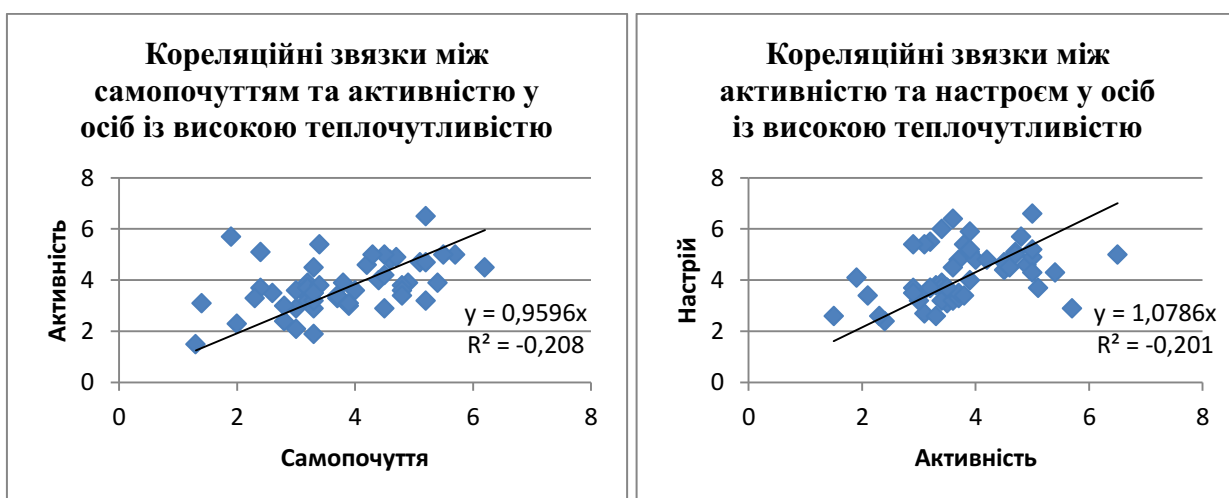


Рисунок 4.1 – Структура розподілу кореляційних зв'язків між характеристиками самопочуття, активності та настрою а також тривожності у осіб із низькою теплочутливістю із врахуванням r-коефіцієнта кореляції

Пірсона

Так, у осіб, із низькою теплочутливістю виявлено кореляційні зв'язки між самопочуттям та активністю (високі позитивні зв'язки ( $R=0,53$ )), активністю та настроєм (високі позитивні зв'язки ( $R=0,50$ )), самопочуттям та настроєм (середні позитивні зв'язки ( $R=0,43$ )). Також, між ситуативною тривожністю та самопочуттям (середні негативні зв'язки ( $R=-0,20$ )), а між ситуативною тривожністю і активністю (відсутні зв'язки ( $R=-0,09$ )) та настроєм (відсутні зв'язки ( $R=-0,09$ )). А між особистісною тривожністю і самопочуттям (середні негативні зв'язки ( $R=-0,33$ )), між особистісною тривожністю і активністю (відсутні зв'язки ( $R=-0,09$ )) та настроєм (відсутні зв'язки ( $R=-0,09$ )).

Також, у осіб, із високою теплочутливістю (рис. 4.2), виявлено середні позитивні кореляційні зв'язки між самопочуттям та активністю ( $R=0,46$ ), активністю та настроєм ( $R=0,42$ ), самопочуттям та настроєм (високі позитивні зв'язки ( $R=0,83$ )). Також, між ситуативною тривожністю та самопочуттям (середні негативні зв'язки ( $R=-0,47$ )), між ситуативною тривожністю і активністю (середні негативні зв'язки ( $R=-0,49$ )) та настроєм (середні негативні зв'язки ( $R=-0,37$ )). А між особистісною тривожністю і самопочуттям (середні негативні зв'язки ( $R=-0,42$ )), між особистісною тривожністю і активністю (середні негативні зв'язки ( $R=-0,35$ )) та настроєм (низькі негативні зв'язки ( $R=-0,30$ )).



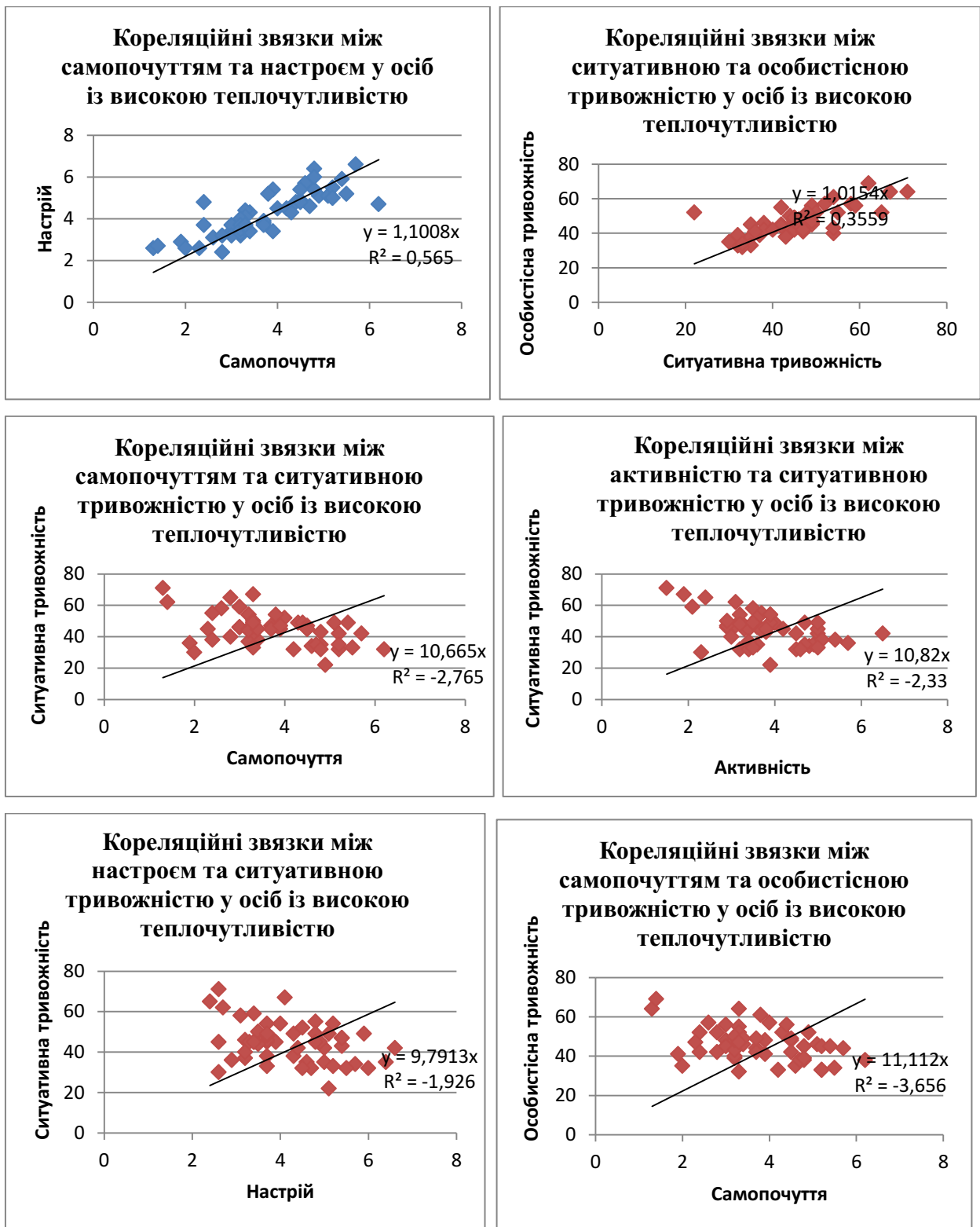


Рисунок 4.2 – Структура розподілу кореляційних зв'язків між характеристиками самопочуття, активності та настрою а також тривожності у осіб із високою теплочутливістю із врахуванням r-коефіцієнта кореляції Пірсона

Таким чином, результати, представлені в розділі 4, можна підсумувати наступним чином:

1. В осіб із високою теплочутливістю рівень самопочуття, активності та настрою був нижчим, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю. Так, самопочуття в осіб із низькою теплочутливістю становило  $4,91 \pm 0,13$  балів, а із високою –  $3,75 \pm 0,30$  балів, активність –  $4,88 \pm 0,14$  та  $3,78 \pm 0,26$  балів, настроїв –  $5,08 \pm 0,13$  та  $4,23 \pm 0,28$  балів відповідно.

2. Рівень ситуативної та особистісної тривожності в осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю був вищим. Так, ситуативна тривожність в осіб із низькою теплочутливістю становила  $33,65 \pm 1,28$  балів, а із високою –  $44,77 \pm 2,68$  балів, особистісної тривожності –  $33,75 \pm 1,33$  та  $46,30 \pm 2,29$  балів відповідно.

3. В осіб, із низькою теплочутливістю, виявлено високі позитивні кореляційні зв'язки між самопочуттям та активністю, активністю та настроєм, та середні позитивні кореляційні зв'язки між самопочуттям та настроєм; між ситуативною тривожністю та самопочуттям – середні негативні зв'язки, а між ситуативною тривожністю і активністю та настроєм були відсутні зв'язки; між особистісною тривожністю і самопочуттям були середні негативні зв'язки, а між особистісною тривожністю і активністю та настроєм були відсутні зв'язки. У осіб, із високою теплочутливістю, виявлено середні позитивні кореляційні зв'язки між самопочуттям та активністю, активністю та настроєм, високі між самопочуттям та настроєм; середні негативні зв'язки між ситуативною тривожністю та самопочуттям, активністю та настроєм, особистісною тривожністю і самопочуттям, а особистісною тривожністю, активністю та настроєм (низькі негативні зв'язки).

Результати досліджень, які представлені в даному розділі дисертації, опубліковані у наукових працях автора [8, 9, 171].

## РОЗДІЛ 5

### СТАН КОГНІТИВНИХ ФУНКЦІЙ У ПІДЛІТКІВ ІЗ РІЗНОЮ ТЕПЛОЧУТЛИВІСТЮ

#### 5.1 Дослідження особливостей сприймання в осіб із різною теплочутливістю

Знижені показники сприймання простору та часу спостерігаються в осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Стан сприймання у підлітків із різною теплочутливістю

Показник	Теплочутливість	
	Низька (n=107)	Висока (n=53)
Продуктивність сприймання простору, ум.од.	32,95 ± 0,61	24,72 ± 0,67
Кількість помилок сприймання простору	2,07 ± 0,24	7,58 ± 0,33
Відносна частота помилкових відповідей, ум.од.	0,06 ± 0,01	0,31 ± 0,01
Тривалість суб'єктивного часового еталону, ум.од.	0,98 ± 0,02	0,76 ± 0,02

Так, продуктивність сприймання простору у осіб із низькою теплочутливістю становила  $32,95 \pm 0,61$  ум.од., а із високою достовірно низькою і дорівнювала  $24,72 \pm 0,67$  ум.од. ( $p < 0,001$ ). Спостерігалась вірогідно більша кількість помилок сприймання простору у осіб із високою теплочутливістю ( $7,58 \pm 0,33$  помилок), порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю ( $2,07 \pm 0,24$  помилок) ( $p < 0,001$ ). Також, у підлітків із високою теплочутливістю достовірно вища відносна частота помилкових



відповідей ( $0,31 \pm 0,01$  ум.од.), порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю ( $0,06 \pm 0,01$  ум.од.) ( $p < 0,001$ ). Вивчаючи показники оцінки 10-секундних часових інтервалів окремо у підлітків із різною теплочутливістю, нами встановлено, що для осіб із високою теплочутливістю характерним було вірогідне сповільнення відліку часу: тривалість суб'єктивного часового еталону для них становила  $0,76 \pm 0,02$  ум.од., а у осіб із низькою теплочутливістю –  $0,98 \pm 0,02$  ум.од. ( $p < 0,001$ ).

Установлено низькі від'ємні кореляційні зв'язки між продуктивністю сприймання простору та кількістю помилок у підлітків як з низькою ( $R = -0,16$ ), так і високою ( $R = -0,14$ ) теплочутливістю ( $p < 0,001$  між показниками за критерієм лінійної кореляції Пірсона) (рис. 5.1).

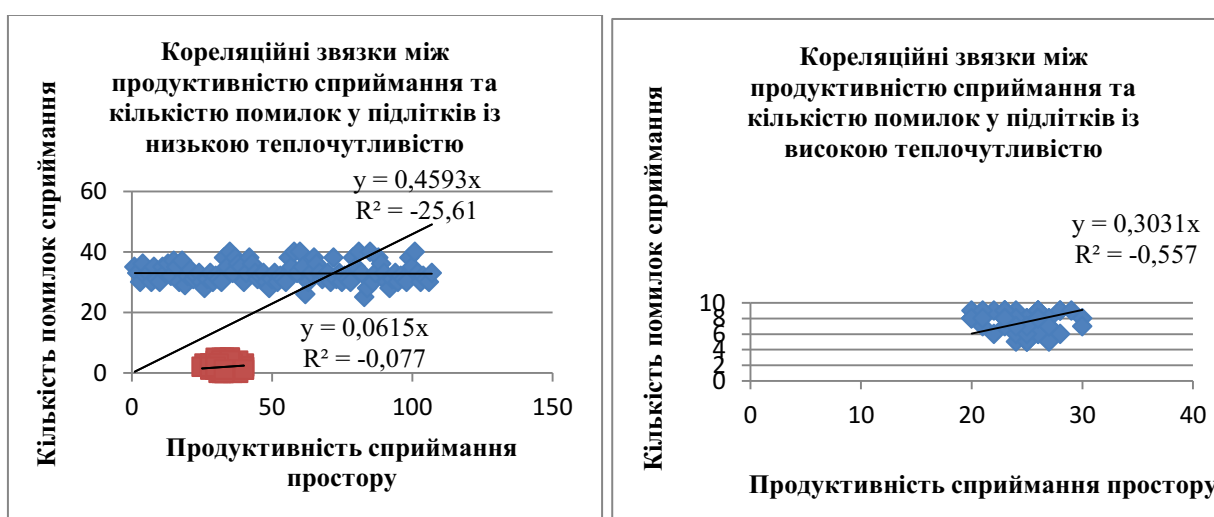


Рисунок 5.1 – Структура розподілу кореляційних зв'язків між характеристиками продуктивності сприймання простору та кількості помилок сприймання у осіб із різною теплочутливістю із врахуванням  $r$ -коефіцієнта кореляції Пірсона

Встановлено високі позитивні кореляційні зв'язки між кількістю помилок сприймання простору та відносною частотою помилкових відповідей у осіб із низькою ( $R = 0,99$ ), так і високою ( $R = 0,85$ ) теплочутливістю. Виявлено середні від'ємні кореляційні зв'язки між продуктивністю сприймання простору та відносною частотою помилкових

відповідей у осіб із низькою теплочутливістю ( $R=-0,30$ ) та високі від'ємні кореляційні зв'язки у осіб із високою теплочутливістю ( $R=-0,63$ ). Також, серед осіб із високою теплочутливістю виявлено кореляційні зв'язки між продуктивністю сприймання простору та тривалістю суб'єктивного часового еталону – середні позитивні ( $R=0,41$ ) та між відносною частотою помилкових відповідей з тривалістю суб'єктивного часового еталону – низькі від'ємні ( $R=-0,18$ ) (рис. 5.2), тоді як серед підлітків із низькою теплочутливістю відповідних зв'язків не виявлено.

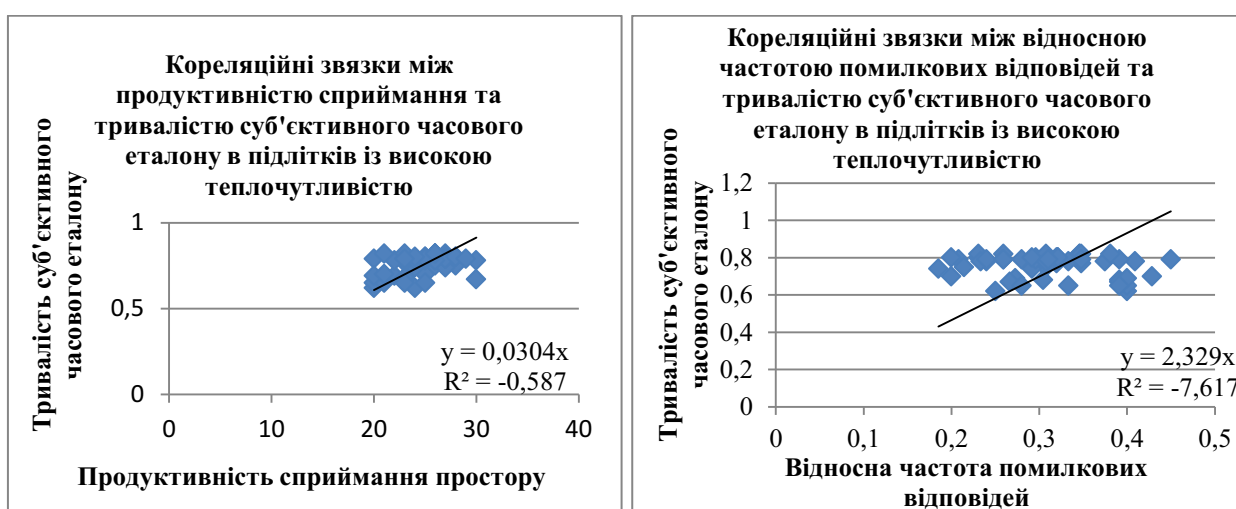


Рисунок 5.2 – Структура розподілу кореляційних зв'язків між характеристиками продуктивності сприймання простору та тривалості суб'єктивного часового еталону а також частоти помилкових відповідей та тривалості суб'єктивного часового еталону у осіб із високою теплочутливістю із врахуванням  $r$ -коефіцієнта кореляції Пірсона

## 5.2 Вивчення стану пам'яті та уваги у підлітків із різною теплочутливістю

Знижені показники короткотривалої зорової пам'яті та уваги спостерігались в осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Показники пам'яті та уваги у підлітків із різною теплочутливістю

Показник	Теплочутливість	
	Низька (n=107)	Висока (n=53)
Показник короткотривалої пам'яті на літери (ПАМЛ), ум.од.	1,91 ± 0,05	1,13 ± 0,06*
Відносна кількість помилок пам'яті на літери (ПОМПАМЛ), %	0,15 ± 0,01	0,19 ± 0,02**
Показник короткотривалої пам'яті на цифри (ПАМЦ), ум.од.	2,03 ± 0,05	1,32 ± 0,08*
Відносна кількість помилок пам'яті на цифри (ПОМПАМЦ), %	0,13 ± 0,01	0,25 ± 0,01*
Стійкість уваги (а), ум.од.	373,60 ± 3,00	324,99 ± 5,98*
Продуктивність уваги (В), бали	16,92 ± 0,29	13,13 ± 0,52*
Точність уваги (С), бали	19,05 ± 0,34	15,14 ± 0,54*
Інтегральний показник стійкості уваги (А), бали	35,96 ± 0,61	28,27 ± 1,03*
Примітка. * – P<0,001 – порівняння для підлітків з низькою та високою теплочутливістю. 2. ** – P<0,05 – порівняння для підлітків з низькою та високою теплочутливістю.		

Так, показник короткотривалої пам'яті на літери (ПАМЛ) у осіб із низькою теплочутливістю був на 41% вищим, відносна кількість помилок пам'яті на літери (ПОМПАМЛ) була на 26 % меншою (p<0,05), показник короткотривалої пам'яті на цифри (ПАМЦ) був вищим на 35% (p<0,001), відносна кількість помилок пам'яті на цифри (ПОМПАМЦ) була на 92% меншою (p<0,001) порівняно з такими показниками в осіб із високою теплочутливістю (p<0,001). Щодо показників уваги, то в осіб із низькою теплочутливістю була вища стійкість уваги (а) на 13%, вища продуктивність уваги (В) на 22% (p<0,001), краща точність уваги (С) на 20% (p<0,001) та більший інтегральний показник стійкості уваги (А) на 21% (p<0,001) порівняно з такими показниками в осіб із високою теплочутливістю (p<0,001).

Установлено кореляційні зв'язки між показниками пам'яті та уваги у підлітків як з низькою, так і високою теплочутливістю ( $p < 0,001$  між показниками за критерієм лінійної кореляції Пірсона) (рис. 5.3).

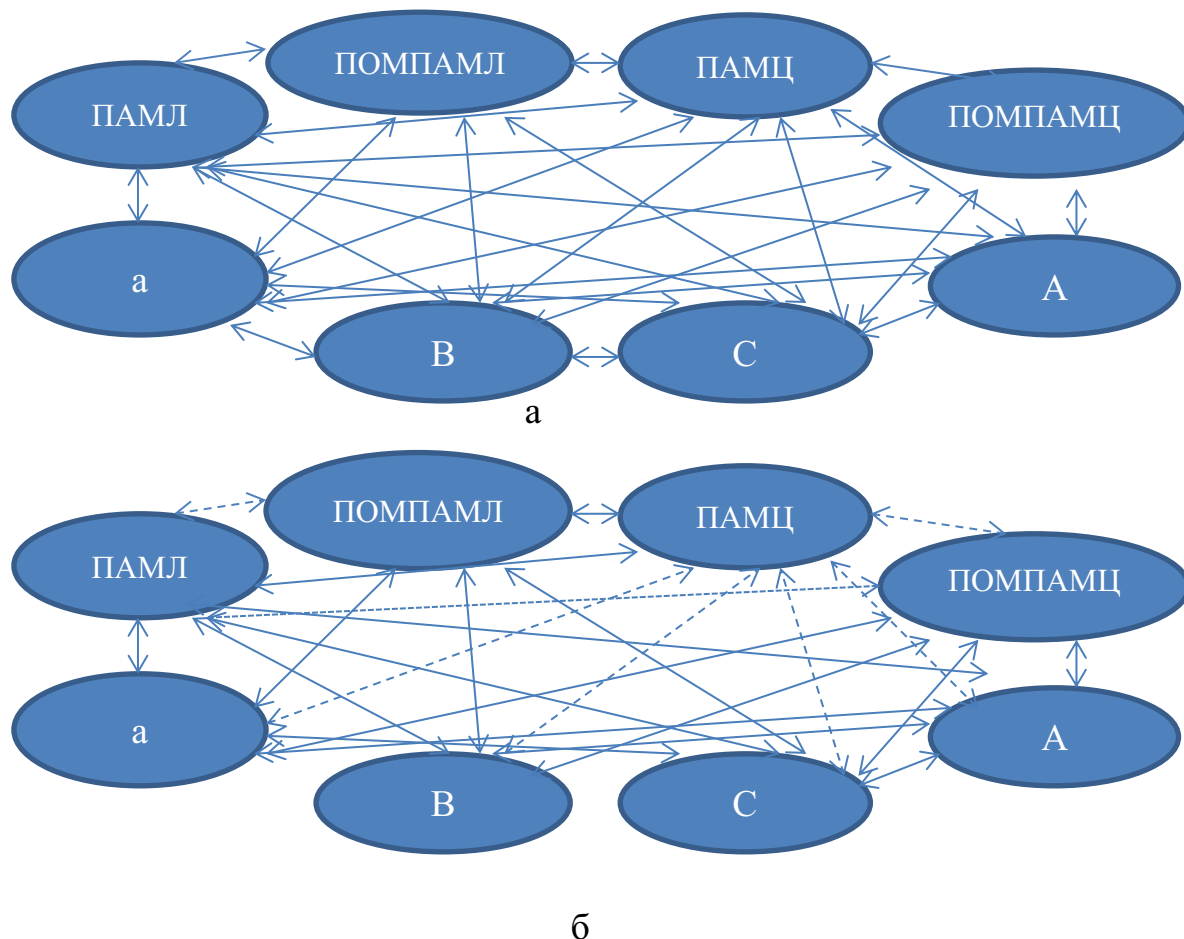


Рисунок 5.3 – Структура розподілу кореляційних зв'язків між характеристиками пам'яті та уваги у підлітків із: а) низькою і б) високою теплочутливістю

Примітка 1. Суцільні лінії – високі кореляційні зв'язки, пунктирні – середні зв'язки, крапка – низькі зв'язки із врахуванням  $r$ -коефіцієнта кореляції Пірсона.

Примітка 2. ПАМЛ – показник короткотривалої пам'яті на літери, ум.од.; ПОМПАМЛ – відносна кількість помилок пам'яті на літери, %; ПАМЦ – показник короткотривалої пам'яті на цифри, ум.од.; ПОМПАМЦ – відносна кількість помилок пам'яті на цифри, %; а – стійкість уваги, ум.од.; В – продуктивність уваги, бали; С – точність уваги, бали; А – інтегральний показник стійкості уваги, бали.

Встановлено високі кореляційні зв'язки у осіб із низькою теплочутливістю (рис. 5.4): між показниками ПАМЛ і ПОМПАМЛ ( $R = -0,73$ ), ПАМЛ і ПАМЦ ( $R = 0,96$ ), ПАМЛ і ПОМПАМЦ ( $R = -0,76$ ), ПАМЛ і а

( $R=0,81$ ), ПАМЛ і В ( $R=0,77$ ), ПАМЛ і С ( $R=0,75$ ), ПАМЛ і А ( $R=0,78$ ), ПАМЦ і а ( $R=0,81$ ), ПАМЦ і В ( $R=0,78$ ), ПАМЦ і С ( $R=0,77$ ), ПАМЦ і А ( $R=0,79$ ), а і В ( $R=0,95$ ), а і С ( $R=0,89$ ), а і А ( $R=0,94$ ), В і С ( $R=0,90$ ), В і А ( $R=0,97$ ), С і А ( $R=0,98$ ).

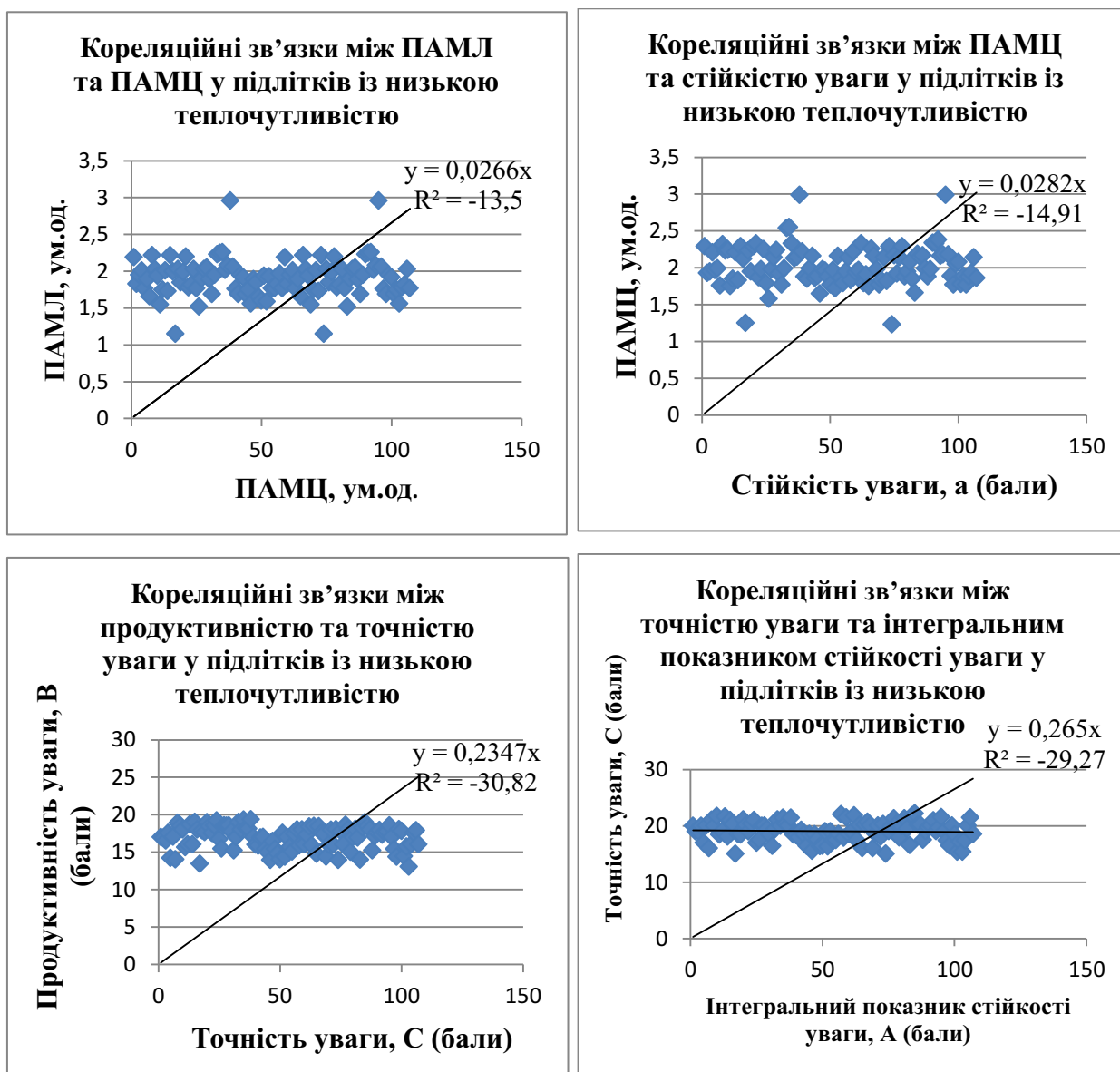


Рисунок 5.4 – Структура розподілу кореляційних зв'язків між характеристиками пам'яті та уваги у осіб із низькою теплочутливістю із врахуванням  $r$ -коефіцієнта кореляції Пірсона

Також, встановлено високі кореляційні зв'язки у осіб із високою теплочутливістю (рис. 5.5): між показниками ПАМЛ і ПАМЦ ( $R=0,56$ ),

ПАМЛ і а ( $R=0,89$ ), ПАМЛ і В ( $R=0,80$ ), ПАМЛ і С ( $R=0,70$ ), ПАМЛ і А ( $R=0,77$ ), а і В ( $R=0,78$ ), а і С ( $R=0,72$ ), а і А ( $R=0,77$ ), В і С ( $R=0,87$ ), В і А ( $R=0,97$ ), С і А ( $R=0,97$ ); середні кореляційні зв'язки між показниками: ПАМЛ і ПОМПАМЛ ( $R=-0,32$ ), ПАМЦ і а ( $R=0,40$ ), ПАМЦ і В ( $R=0,38$ ), ПАМЦ і С ( $R=0,38$ ), ПАМЦ і А ( $R=0,39$ ); та низькі кореляційні зв'язки між ПАМЛ і ПОМПАМЦ ( $R=-0,11$ ).

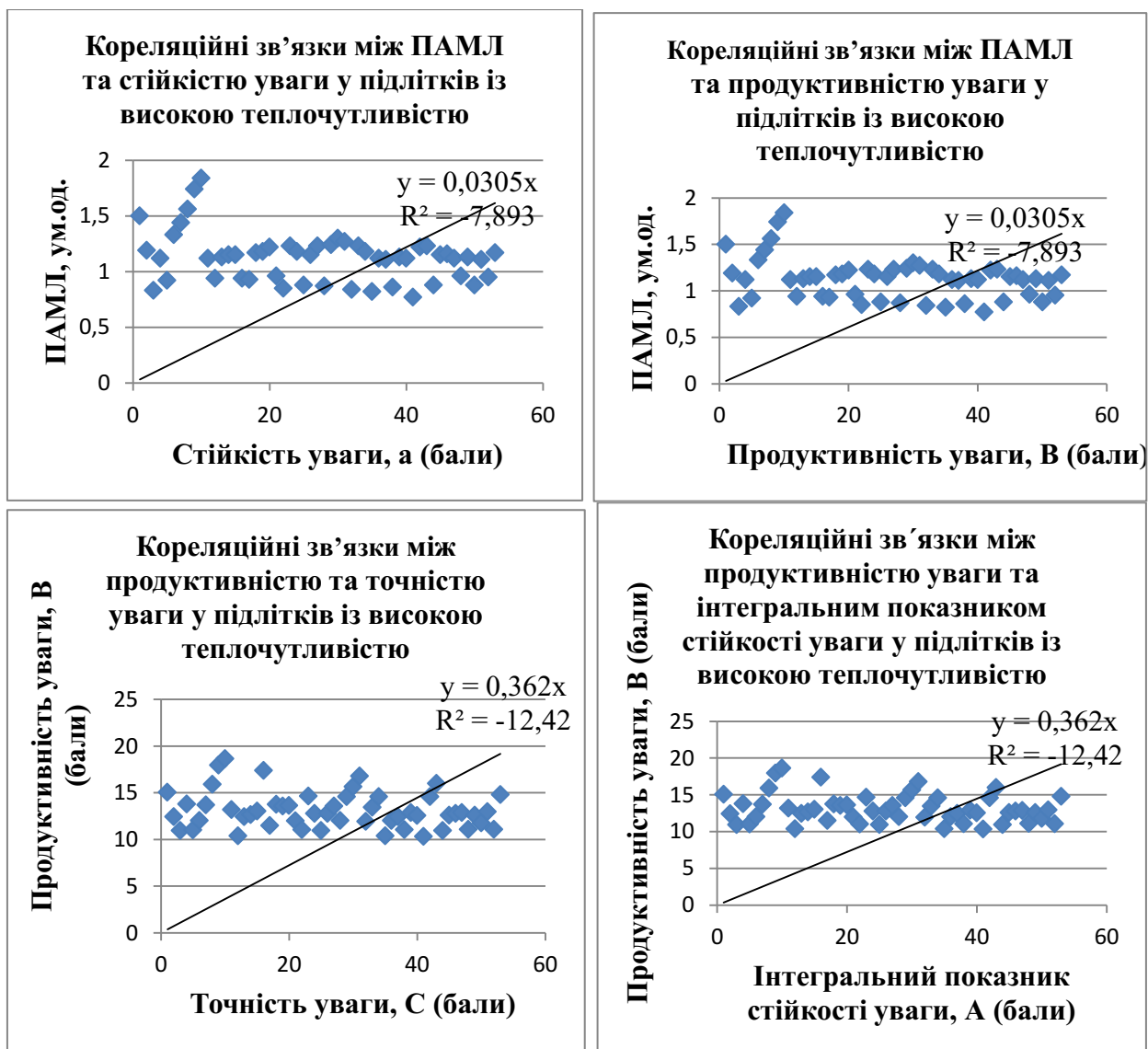


Рисунок 5.5 – Структура розподілу кореляційних зв'язків між характеристиками пам'яті та уваги у осіб із високою теплочутливістю із врахуванням  $r$ -коефіцієнта кореляції Пірсона

### 5.3 Визначення стану мислення у підлітків із різною чутливістю до тепла

Нижчі показники коефіцієнта розумової працездатності (К) спостерігались в осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю (табл. 5.3). Так, коефіцієнт розумової працездатності у осіб із низькою теплочутливістю був на 20 % вищим ( $p < 0,001$ ), порівняно з такими показниками в осіб із високою теплочутливістю. Також, когнітивні процеси у підлітків із низькою теплочутливістю були на 6 % вищим ( $p < 0,001$ ), порівняно з такими показниками в осіб із високою теплочутливістю.

Таблиця 5.3 – Когнітивні процеси у підлітків із різною теплочутливістю

Показник	Теплочутливість	
	Низька (n=107)	Висока (n=53)
Показник коефіцієнта розумової працездатності (К), ум.од.	0,91 ± 0,004	0,73 ± 0,009*
Оцінка когнітивних процесів (МОСА), бали	28,11 ± 0,163	26,49 ± 0,202*
Примітка. * – $P < 0,001$ – порівняння для підлітків з низькою та високою теплочутливістю		

Установлено високі позитивні кореляційні зв'язки між коефіцієнтом розумової працездатності та когнітивними процесами за тестом МОСА у підлітків як з низькою ( $R=0,85$ ), так і високою ( $R=0,79$ ) теплочутливістю ( $p < 0,001$  між показниками за критерієм лінійної кореляції Пірсона) (рис. 5.6).

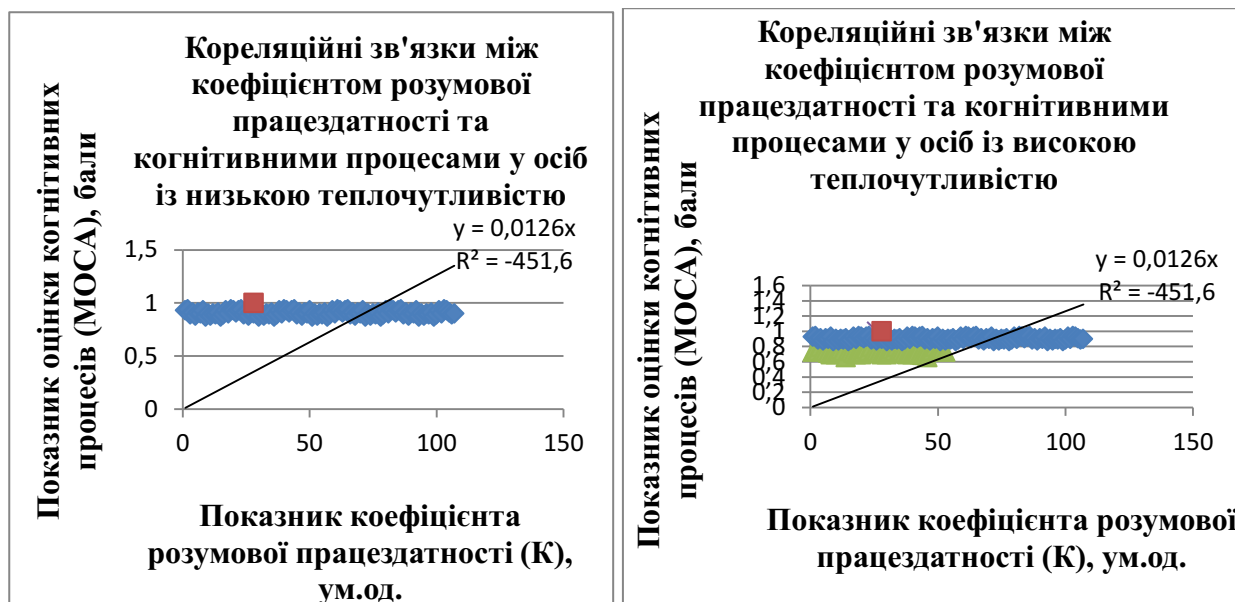


Рисунок 5.6 – Структура розподілу кореляційних зв'язків між характеристиками коефіцієнта розумової працездатності та когнітивними процесами у осіб із різною теплочутливістю із врахуванням  $\gamma$ -коефіцієнта кореляції Пірсона

Таким чином, підсумовуючи отримані результати, що зафіксовані у розділі 5, встановлено:

1. Виходячи із отриманих результатів, можна говорити про позитивну достовірну динаміку підвищення когнітивних функцій в осіб із низькою теплочутливістю, порівняно з підлітками із високою теплочутливістю.

2. В осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю, спостерігається гірше сприймання простору та часу.

3. Установлено залежність між продуктивністю сприймання простору та кількістю помилок (низькі від'ємні кореляційні зв'язки) у підлітків як з низькою ( $R=-0,16$ ), так і високою ( $R=-0,14$ ) теплочутливістю ( $p<0,001$  між показниками за критерієм лінійної кореляції Пірсона). Високі позитивні кореляційні зв'язки були між кількістю помилок сприймання простору та відносною частотою помилкових відповідей у осіб із низькою ( $R=0,99$ ), так і



високою ( $R=0,85$ ) теплочутливістю. Середні від'ємні кореляційні зв'язки між продуктивністю сприймання простору та відносною частотою помилкових відповідей у осіб із низькою теплочутливістю ( $R=-0,30$ ) та високі від'ємні кореляційні зв'язки у осіб із високою теплочутливістю ( $R=-0,63$ ). Також, серед осіб із високою теплочутливістю виявлено кореляційні зв'язки між продуктивністю сприймання простору та тривалістю суб'єктивного часового еталону – середні позитивні ( $R=0,41$ ) та між відносною частотою помилкових відповідей з тривалістю суб'єктивного часового еталону – низькі від'ємні ( $R=-0,18$ ), тоді як серед підлітків із низькою теплочутливістю відповідних зв'язків не виявлено.

4. В осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю нижчі показники пам'яті та уваги.

5. Установлено залежність між показниками пам'яті та уваги у підлітків як з низькою, так і високою теплочутливістю ( $p<0,001$  між показниками за критерієм лінійної кореляції Пірсона). Високі кореляційні зв'язки виявлено у осіб із низькою теплочутливістю між усіма показниками короткотривалої зорової пам'яті та уваги ( $p<0,001$ ), а серед підлітків із високою теплочутливістю встановлено високі, середні та низькі кореляційні зв'язки між показниками короткотривалої зорової пам'яті та уваги.

6. Встановлено високі позитивні кореляційні зв'язки між коефіцієнтом розумової працездатності та когнітивними процесами за тестом МОСА у підлітків як з низькою, так і високою теплочутливістю.

Результати досліджень, які представлені в даному розділі дисертації, опубліковані у наукових працях автора [5, 7, 9, 10, 31, 44, 46].

## РОЗДІЛ 6

### ВЛАСТИВОСТІ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ У ПІДЛІТКІВ ІЗ РІЗНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ ДО ТЕПЛА

#### 6.1 Визначення рівнів нейротизму, екстраверсії та типів темпераменту в осіб із різною теплочутливістю

Згідно наших досліджень типів темпераменту за Айзенком (за співвідношенням оцінок екстраверсії та нейротизму) у осіб із різною теплочутливістю (рис. 6.1), встановили, що серед підлітків з низькою теплочутливістю сангвінічний тип темпераменту був у 37%, флегматичний – у 35%, холеричний тип темпераменту присутній у 21%, меланхолійний – у 9%, що свідчить про те, що в цій вибірці переважає тип людей з високою нейронною активністю [170], тому такі люди явно здатні швидко реагувати та адаптуватися до зовнішніх подразників і стресових ситуацій.

Серед підлітків з високою теплочутливістю (рис. 6.1) сангвінічний тип темпераменту був у 11%, флегматичний – у 9%, холеричний тип темпераменту наявний у 21%, меланхолійний – у 59%. Такі люди характеризуються низькою реактивністю, що проявляється у зниженому енергетичному рівні та знижених адаптаційних можливостях організму [10]. Такі особи зазвичай більш вразливі до стресів [11].

Таким чином, за результатами тесту Айзенка, у термочутливих підлітків переважає сильний тип активності вищої нервової системи, тоді як у термореактивних підлітків – слабкий тип активності вищої нервової системи. З літератури відома зворотна кореляція між силою нервової системи та підвищеною чутливістю аналізатора, тобто особи, у яких більш сильна нервова система, характеризуються нижчим рівнем чутливості до зовнішніх впливів, і, навпаки, особи із слабшою нервовою системою характеризуються високою чутливістю [63].

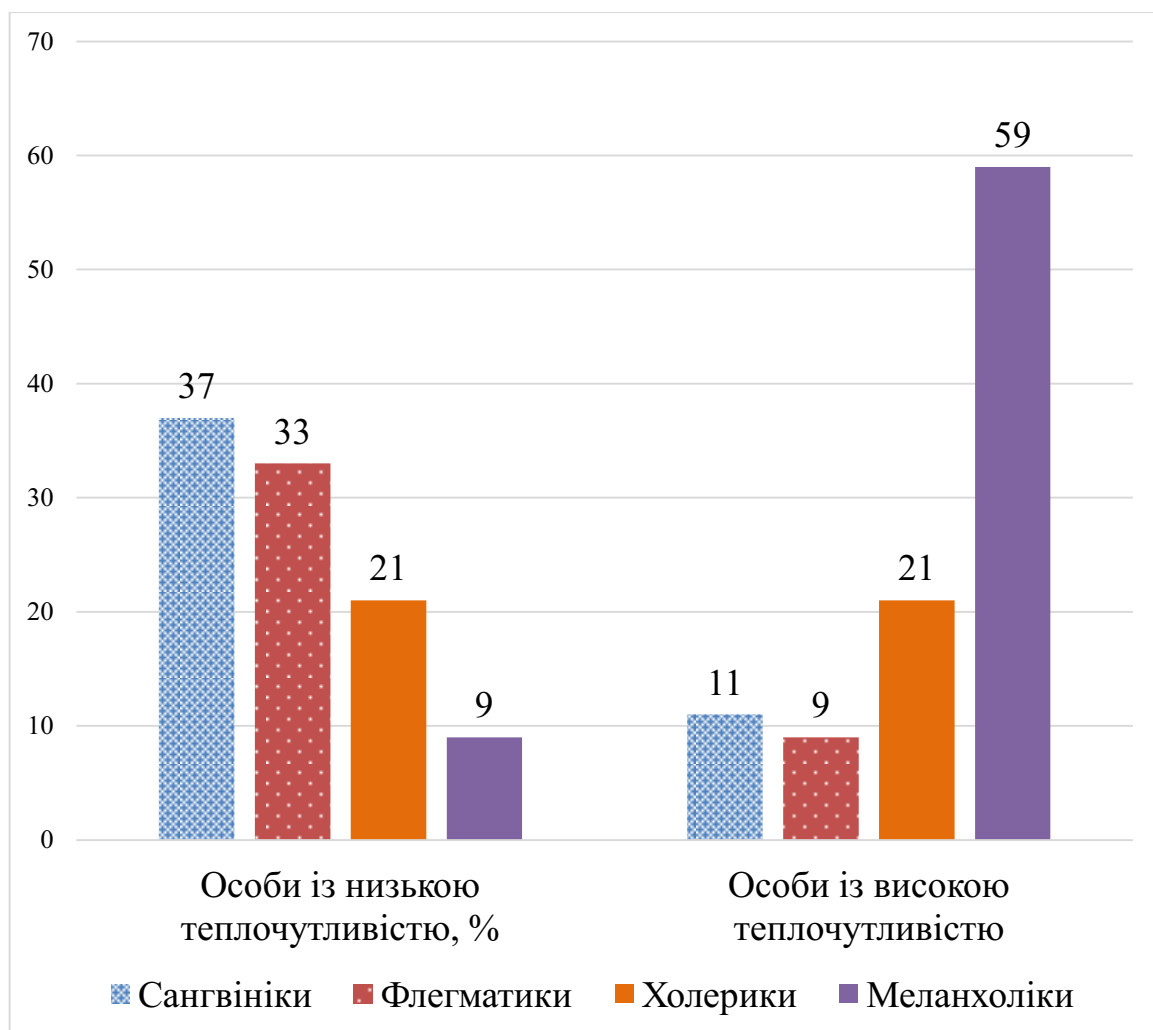


Рисунок 6.1 – Розподіл осіб із різною теплочутливістю в залежності від типу темпераменту

## 6.2 Встановлення латентних періодів простих та складних сенсомоторних реакцій у підлітків із різною чутливістю до тепла

В обстежуваних із низькою теплочутливістю латентний період ПЗМР був середнього рівня, а в осіб із високою теплочутливістю відповідав низькому рівню, що на 38% менше, у порівнянні із підлітками з низькою теплочутливістю ( $p < 0,001$ ) (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Динаміка психофізіологічних функцій у підлітків із різною теплочутливістю

Показник, М ± m	Теплочутливість	
	Низька (n=107)	Висока (n=53)
ПЗМР, мс	258,05 ± 7,57	356,62 ± 7,54*
СЗМР, мс	356,61 ± 8,56	447,23 ± 8,86*
ФРНП, с	53,66 ± 1,27	74,66 ± 1,01*
Примітка. * – P<0,001 – порівняння для підлітків з низькою та високою теплочутливістю		

Також, спостерігалось зниження на 25% латентного періоду СЗМР у підлітків з високою теплочутливістю, порівняно з особами із низькою теплочутливістю ( $p<0,001$ ). В обстежуваних із низькою теплочутливістю латентний період СЗМР був вище середнього рівня, а в осіб із високою теплочутливістю відповідав середньому рівню ( $p<0,001$ ).

### 6.3 Оцінка функціональної рухливості нервових процесів в осіб із різною теплочутливістю

Згідно наших результатів, рівень ФРНП у підлітків з високою теплочутливістю знижувався на 39%, порівняно з особами із низькою теплочутливістю ( $p<0,001$ ). Так, в осіб із низькою теплочутливістю ФРНП був високого рівня, а в осіб із високою теплочутливістю був нижче середнього рівня ( $p<0,001$ ).

Установлено кореляційні зв'язки між показниками нейродинамічних функцій в осіб із низькою теплочутливістю: латентним періодом ПЗМР та СЗМР – високі зв'язки ( $R=0,81$ ), латентним періодом СЗМР та ФРНП – середні кореляційні зв'язки ( $R=0,37$ ), латентним періодом ПЗМР та ФРНП – середні кореляційні зв'язки ( $R=0,42$ ) ( $p<0,001$  між показниками з використанням критерію лінійної кореляції Пірсона) (рис. 6.2).

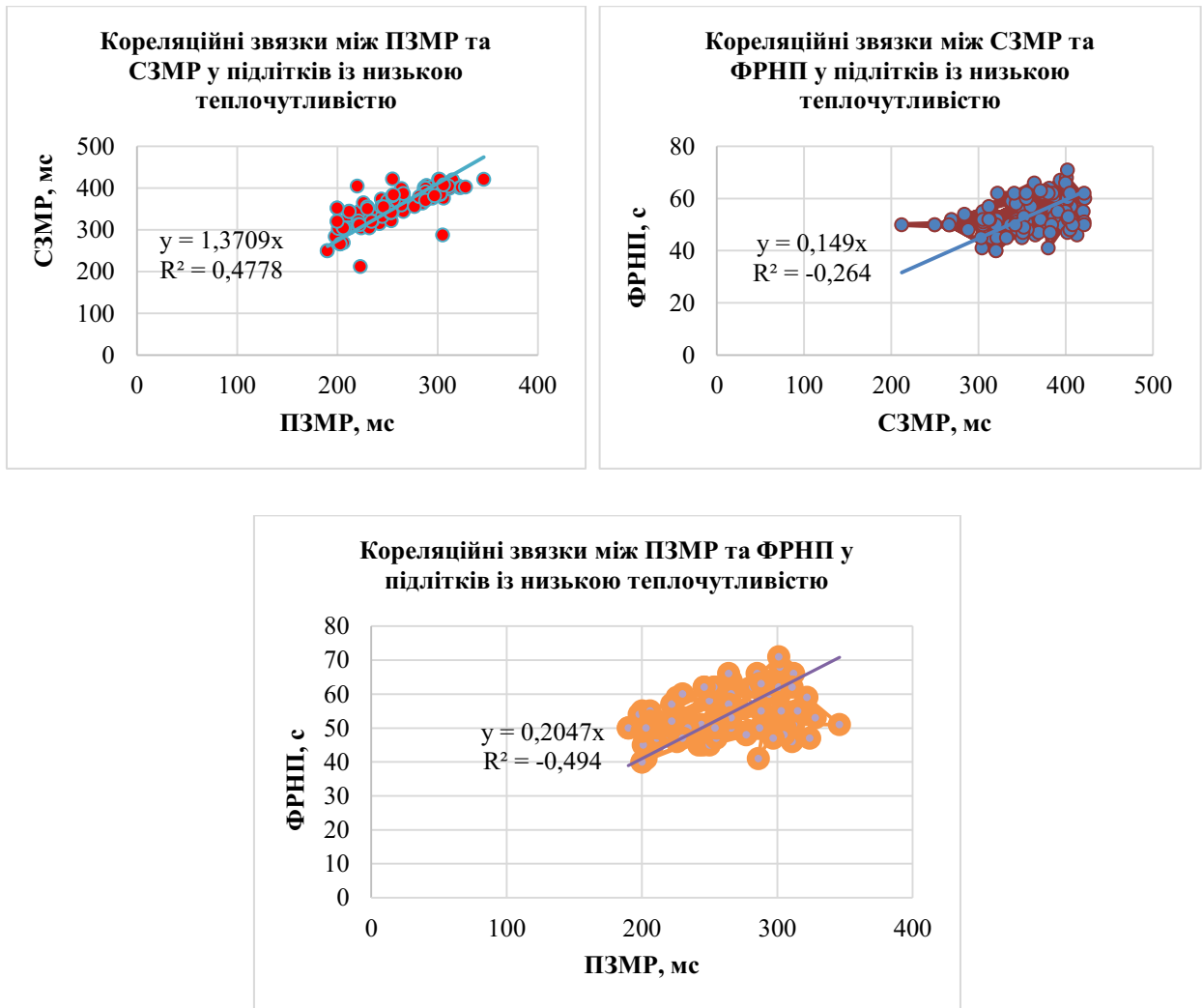


Рисунок 6.2 – Структура розподілу кореляційних зв'язків між характеристиками психофізіологічних функцій у осіб із низькою теплочутливістю із врахуванням  $r$ -коефіцієнта кореляції Пірсона

Нами встановлено високу кореляцію між показниками нейродинамічних функцій в осіб із високою теплочутливістю: латентним періодом ПЗМР та СЗМР – високі зв'язки ( $R=0,59$ ), латентним періодом СЗМР та ФРНП – низькі кореляційні зв'язки ( $R=0,30$ ), латентним періодом ПЗМР та ФРНП – середні кореляційні зв'язки ( $R=0,36$ ) ( $p<0,001$  між показниками із врахуванням  $r$ -коефіцієнта кореляції Пірсона) (рис. 6.3).

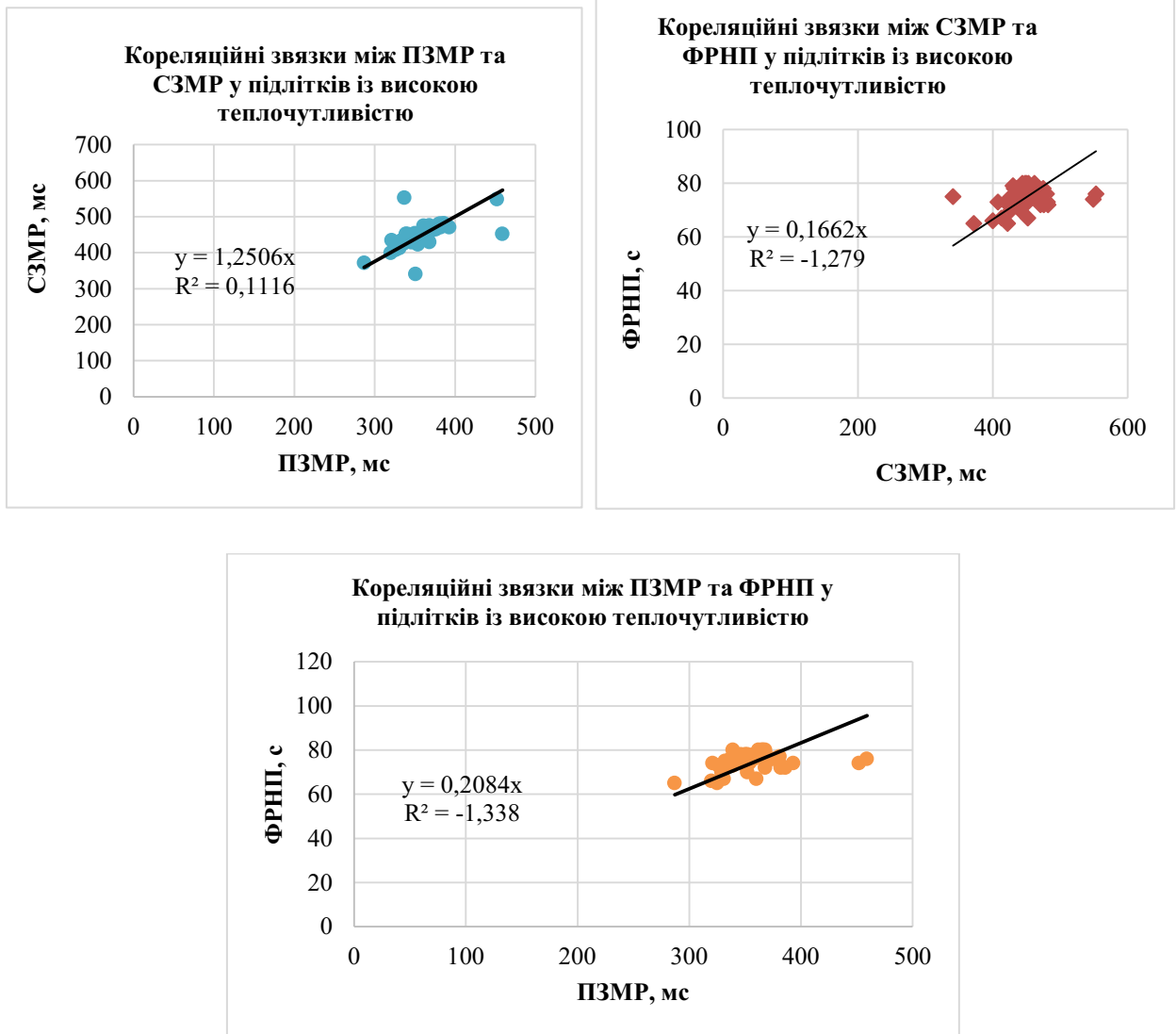


Рисунок 6.3 – Структура розподілу кореляційних зв'язків між характеристиками психофізіологічних функцій у осіб із високою теплочутливістю із врахуванням  $r$ -коефіцієнта кореляції Пірсона

Таким чином, підсумовуючи отримані результати, що зафіксовані у розділі 6, встановлено:

1. Особи із сильним типом нервової системи переважали серед підлітків із низькою теплочутливістю, в той час як, серед осіб із високою теплочутливістю виявлено домінування слабого типу нервової системи.
2. Ми встановили зниження психофізіологічних функцій (латентних періодів простої та складної зорово-моторної реакції та функціональної

рухливості нервових процесів) в осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками з низькою теплочутливістю.

3. Встановлено високі та середні кореляційні зв'язки між показниками психофізіологічних функцій в осіб із низькою теплочутливістю та високі, середні і низькі зв'язки цих функцій в осіб із високою теплочутливістю.

Результати досліджень, які представлені в даному розділі дисертації, опубліковані у наукових працях автора [3, 9, 31].

## РОЗДІЛ 7

### ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕПЛОЧУТЛИВОСТІ У ПІДЛІТКІВ

Для прогнозування рівня теплочутливості у підлітків на основі психофізіологічних показників побудовано нейронну мережу із 3-ма шарами нейронів із яких прихований шар складався із 5-ти нейронів. Навчання нейронної мережі протягом 25 епох показано на рис. 7.1.

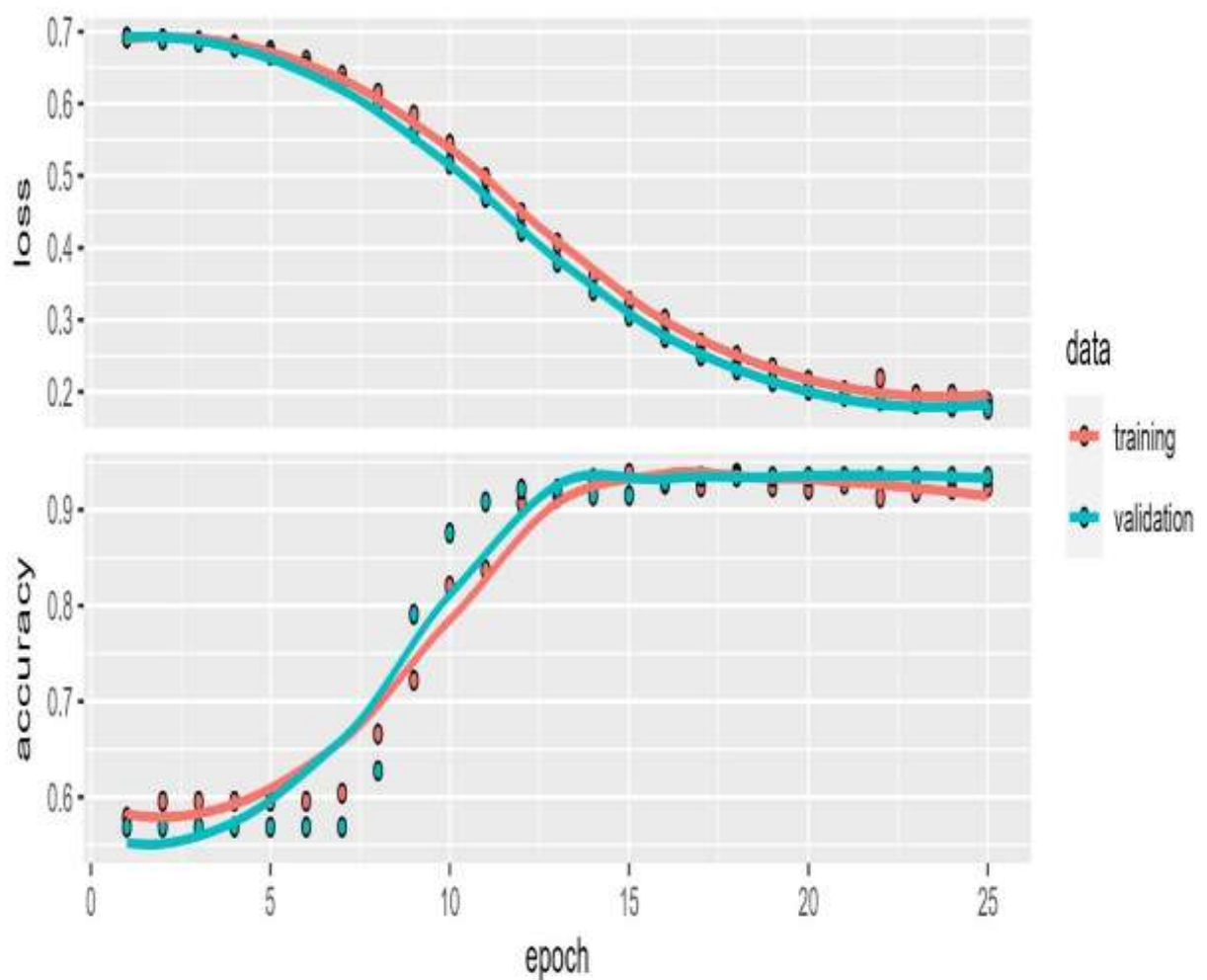


Рисунок 7.1 – Навчання нейронних мереж для прогнозування рівня теплочутливості на основі психофізіологічних параметрів

Примітка. Loss – динаміка функції витрат під час навчання, Accuracy – динаміка точності мережі під час навчання. Червоним кольором показано динаміку ефективності мережі на навчальному наборі даних. Зеленим – динаміка ефективності мережі на валідаційному наборі даних.



Після навчання нейронна мережа показав високу точність прогнозування рівня теплочутливості на основі психофізіологічних показників. Дані оцінки нейронної моделі наведені у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Показники оцінки нейронної моделі для прогнозування рівня теплочутливості на основі психофізіологічних показників

Показник	Значення
Точність	0.8723
Чутливість	0.8788
Специфічність	0.8571
Влучність	0.9355
F1 бал	0.9063
Коефіцієнт Метью	0.7103

Площа під кривою помилок (ROC-крива) нейронної мережі становила 0,908. ROC-крива показана на рисунку 7.2.

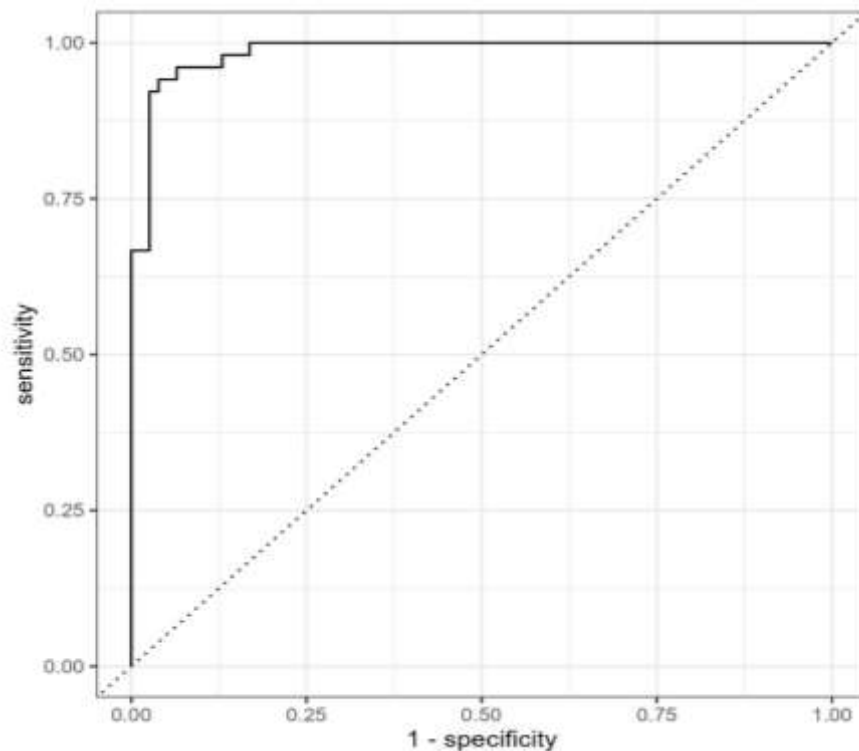


Рисунок 7.2 – Криві помилок нейронних мереж (ROC-криві) для прогнозування теплочутливості на основі психофізіологічних показників

Проаналізовано вплив вхідних факторів на ймовірність прогнозування мережі. Встановлено, що для прогнозування високого рівня теплочутливості найбільше значення мають наступні фактори: відносна частота помилок сприймання, кількість помилок сприймання, відносна кількість помилок пам'яті на цифри, ФРНП, ПСР, ССР, особистісна та ситуативна тривожність. Факторами, що сприяли виявлення нейронною моделлю низького рівня теплочутливості були: коефіцієнт розумової працездатності, показник короткотривалої пам'яті на літери, продуктивність сприймання, стійкість уваги, показник короткотривалої пам'яті на цифри, інтегральний показник стійкості уваги, продуктивність та точність уваги.

Отримані результати були підтвержені шляхом аналізу загального впливу вхідних факторів нейронної мережі на прогнози (рис. 7.3).

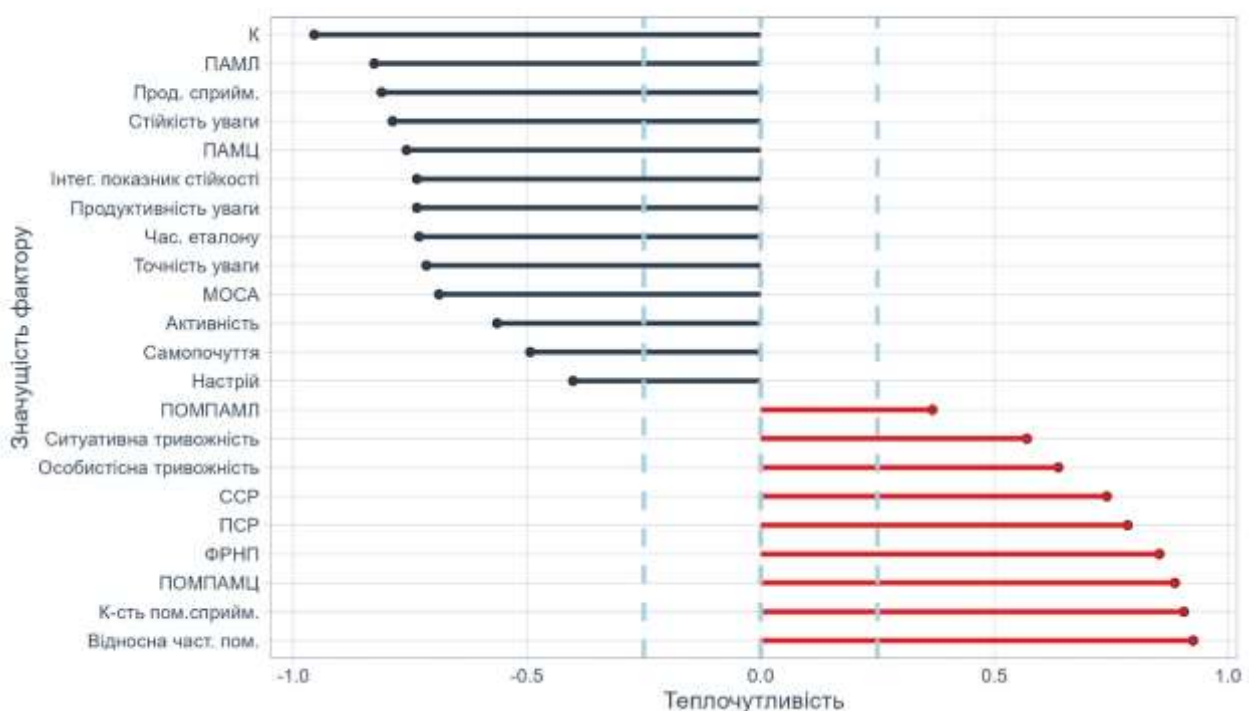


Рисунок 7.3 – Аналіз загальних впливів вхідних факторів нейронної мережі для передбачення рівня теплочутливості на основі психофізіологічних показників

Примітка. Негативний рівень значущості фактору схиляє нейронну модель до прогнозування низької теплочутливості, позитивне значення значущості фактору схиляє модель до прогнозування високого рівня теплочутливості.

Значущість факторів у прогнозуванні теплочутливості для конкретних обстежуваних дещо варіюється, проте залишається співставною із загальним рівнем впливу даних факторів на результат нейронної моделі. Значущість впливу психофізіологічних параметрів на прогнозування рівня теплочутливості у 6-ти випадкових обстежуваних із загальної вибірки представлено на рис. 7.4.

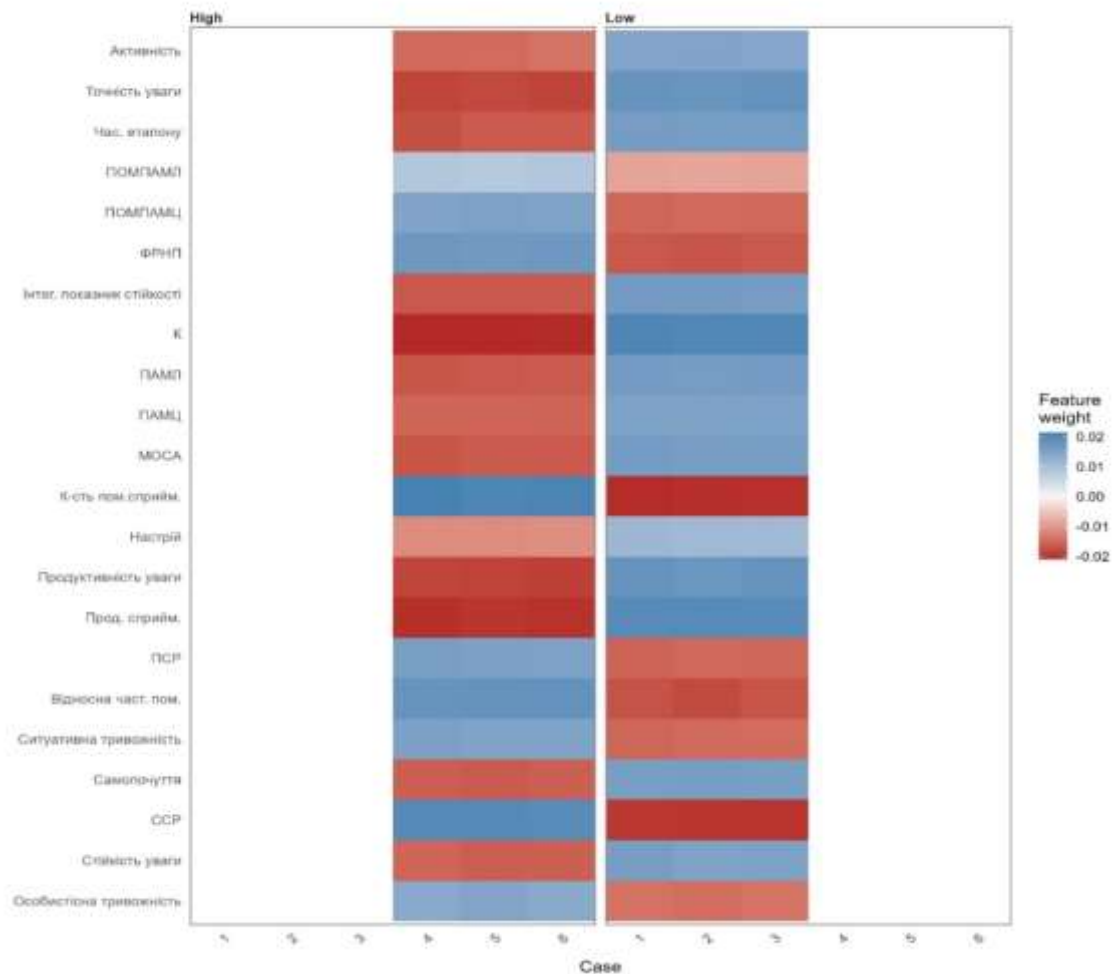


Рисунок 7.4 – Значущість впливу психофізіологічних параметрів на прогнозування високого та низького рівнів теплочутливості для 6-ти обстежуваних

Примітка. Значущість впливу психофізіологічних параметрів подано за допомогою кольорової шкали від синього до червоного, де синій колір представляє більш значущі параметри для прогнозування високого чи низького рівня теплочутливості, а червоний колір – менш значущі. У обстежуваних 1-3 нейронною мережею встановлено низький рівень теплочутливості, а у обстежуваних 4-6 встановлено високий рівень теплочутливості.

Рівень впливу психофізіологічних параметрів на прогнозування рівня теплочутливості представлено у табл. 7.2.

Таблиця 7.2 – Вплив психофізіологічних параметрів на прогнозування рівня теплочутливості

Психофізіологічні параметри	Ступінь впливу на проноз нейронної мережі
1	2
Коефіцієнт розумової працездатності	-0.95509
Показник короткотривалої пам'яті на літери	-0.8267
Продуктивність сприймання	-0.81117
Стійкість уваги	-0.78768
Показник короткотривалої пам'яті на цифри	-0.75768
Інтегральний показник стійкості уваги	-0.73568
Продуктивність уваги	-0.73553
Суб'єктивна тривожність час еталону	-0.73102
Точність уваги	-0.71514
Монреальська когнітивна оцінка когнітивних порушень	-0.68835
Рівень активності за методикою САН	-0.56391
Рівень самопочуття за методикою САН	-0.49301
Рівень настрою за методикою САН	-0.40144
Відносна кількість помилок пам'яті на літери	0.367411
Ситуативна тривожність	0.569588
Особистісна тривожність	0.63698
Рівень ССР	0.740694
Рівень ПСР	0.78513
Рівень ФРНП	0.853063

## Продовження таблиці 7.2

1	2
Відносна кількість помилок пам'яті на цифри	0.886169
Кількість помилок сприймання	0.905597
Відносна частота помилок сприймання	0.925426

Розроблена нейронна модель показала високу точність та ефективність прогнозування рівня теплочутливості на основі психофізіологічних параметрів. Дана нейронна мережа здійснює прогноз на підставі 22-х вхідних психофізіологічних показників.

Аналіз побудованої нейронної мережі виявив найбільш важливі психофізіологічні параметри, пов'язані з прогнозуванням рівня теплочутливості: коефіцієнт розумової працездатності, показник короткотривалої пам'яті на літери, продуктивність сприймання, відносна кількість помилок пам'яті на цифри, кількість помилок сприймання, відносна частота помилок сприймання. Дані фактори здійснювали виражений вплив на прогнозування рівня теплочутливості, що свідчить про їхнє значення у встановленні взаємозв'язку між теплочутливістю та високою нервовою діяльністю організму.

Таким чином, підсумовуючи отримані результати, що зафіксовані у розділі 7, встановлено:

1. Аналіз побудованої нейронної мережі виявив найбільш важливі психофізіологічні параметри для прогнозування рівня теплової чутливості: коефіцієнт розумової працездатності, короткочасна пам'ять на літери, продуктивність сприймання, відносна кількість помилок пам'яті на цифри, кількість помилок сприймання та відносна частота помилок сприймання. Ці фактори мали виражений вплив на прогнозування рівня теплової чутливості. Це свідчить про важливість цих факторів у встановленні зв'язку між тепловою чутливістю та високою нервовою діяльністю організму підлітків.

2. Висока чутливість і специфічність побудованої нейронної моделі може бути використана для розрізнення термочутливих і термонечутливих осіб. Аналізуючи взаємозв'язок між вхідними параметрами та прогнозами нейронної мережі, можна узагальнити фізіологічне значення цих показників та використати їх для подальших досліджень.

Результати досліджень, які представлені в даному розділі дисертації, опубліковані у наукових працях автора [3, 4, 9].

## РОЗДІЛ 8

### АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Глобальне потепління – це довготривале поступове підвищення середньорічної температури Землі, процес, який триває вже понад століття. Глобальне потепління – одна з найактуальніших проблем, що стоять перед людством [64, 67]. Прийнято вважати, що середньостатистичний організм людини цілком здатний відчувати підвищення температури навколишнього середовища до 35°C в умовах високої вологості, що створює додаткове навантаження на всі системи організму [118].

Кліматологи всього світу сходяться на думці, що причиною цього є діяльність людини, яка призводить до викидів парникових газів, таких як вуглекислий газ, метан та оксиди азоту [39, 203]. Вперше гіпотезу про те, що парникові гази спричиняють глобальне потепління, висунув шведський вчений С. Арреніус у 19 столітті. Згодом теорія «парникового ефекту» привернула увагу вчених до того, що розвиток глобального потепління зумовлений діяльністю людини [69, 101]. Науковці висунули гіпотезу, що причиною глобального потепління є не лише викиди парникових газів, а й засмічення повітря твердими частинками (ТЧ). Через зростання індустріалізації та кількості джерел забруднення (вихлопні гази транспортних засобів, тютюновий дим, викиди з промислових об'єктів, спалювання палива та знешкодження відходів), засмічення повітря твердими частинками стало предметом дослідження для багатьох вчених у всьому світі. [140, 147].

Відомо, що згідно з опублікованими даними NASA, середньорічна глобальна температура зросла більш ніж на 1 градус за Фаренгейтом протягом 20-го століття [55]. В країнах Європи та Україні за останні 30 років температура зросла майже на 1,5°C [95]. Найвища температура, коли-небудь зафіксована в Європі, в тому числі і Україні, була у 2020 році [95].

Міжурядова група експертів зі зміни клімату прогнозує, що до кінця 21-го століття глобальна температура підвищиться на 1,8-4,6°C. [55]. Хоча це може здатися невеликою цифрою, вплив на навколишнє середовище і життя людей буде дуже великим. Протягом останніх кількох десятиліть дослідники вивчали наслідки взаємодії між зміною клімату та забрудненням повітря, головним чином через швидку урбанізацію. Тверді частинки (ТЧ) є найбільш вивченим компонентом забруднення повітря і тісно пов'язані з багатьма наслідками для здоров'я. ТЧ класифікуються на грубі частинки із середнім аеродинамічним масовим діаметром менше 10 мкм (ТЧ 10), дрібні частинки менше 2,5 мкм (ТЧ 2,5) і ультрадисперсні частинки менше 0,1 мкм (ТЧ 0,1). Глобальне потепління та погіршення якості повітря становлять найбільший ризик для життя та здоров'я мешканців великих міст та мегаполісів. Прогнозується, що зміна клімату матиме ще більший вплив на здоров'я людини в майбутньому внаслідок забруднення повітря твердими частинками та іншими речовинами і збільшення виробництва вторинних забруднювачів, особливо озону [95].

Глобальне потепління є дуже серйозною загрозою для життя на Землі. Якщо цю проблему ігнорувати і не вжити необхідних заходів, суспільство зіткнеться з катастрофічними наслідками [146]. Екстремальні зміни клімату, такі як глобальне потепління, завжди є катастрофічними, і адаптуватися до таких масштабних змін навколишнього середовища, спричинених діяльністю людини, надзвичайно складно [112]. Вчені розробили важливу доказову базу для кращого розуміння майбутніх змін клімату залежно від концентрації забруднювачів. За сценарієм з помірними концентраціями парникових газів середньорічна температура може зрости на 1,2-3,0°C до середини 21-го століття і на 1,6-3,5°C до кінця 21-го століття. За сценарієм з високими концентраціями парникових газів середньорічна температура може зрости на 1,7-4,1°C до середини століття і на 3,4-6,2°C до кінця 21-го століття [103].



Однак, незважаючи на підписання всіх угод і пов'язаних з ними зобов'язань, провідні світові вчені-кліматологи прогнозують, що до кінця 2100 року середньорічна температура зросте на 3-5°C, що матиме катастрофічні та незворотні наслідки для планети, якщо цей процес не зупинити [29].

В Україні військові дії на сході тривають з 2014 року, а з лютого 2022 року вся країна втягнута в тотальну війну. На думку вчених, ця війна все більше спричиняє глобальне потепління. Це пов'язано з тим, що бойові дії призвели до лісових пожеж, спричинених ворожими обстрілами, полум'я яких охопило промислові та хімічні підприємства, викидаючи в атмосферу велику кількість органічних сполук, чорного вуглецю, CO<sub>2</sub> та двоокису азоту. А це ті самі парникові гази, які безпосередньо сприяють глобальному потеплінню [69, 101, 140, 147].

За даними літератури, викиди вуглецю у повітря в 2022 році були на 23% більшими, порівняно з 2021 роком, і в атмосферу було викинуто приблизно 33 мільйони тон CO<sub>2</sub>. Також, військовий конфлікт, що триває, не може забезпечити негайне реагування політичних лідерів і населення в цілому на зміну кліматичної ситуації в країні [50]. Одним з суттєвих видів несприятливих кліматичних умов, спричинених глобальним потеплінням, вважають теплові хвилі, що справляють значний вплив на навколишнє середовище та життя людей, переважно в містах по всьому світу, особливо в Європі та США [95]. Поняття «теплова хвиля» використовується, коли протягом декількох днів фіксуються високі температури, що перевищують нормальний температурний діапазон, які негативно впливають на життя і здоров'я населення. Інтенсивність, тривалість і частота теплових хвиль зростали паралельно зі збільшенням середньорічних температур. За оцінками, приблизно 480 мільйонів людей постраждають від теплових хвиль, якщо поріг глобального потепління буде перевищено на 2°C [48].

Аналіз швидких темпів глобального потепління вченими говорить про те, що до 2100 року 1,2 мільярда людей будуть відчувати симптоми

теплого стресу від екстремальної спеки. Вчені також занепокоєні швидкою і триваючою урбанізацією останніх десятиліть, що стало причиною всебічних досліджень міського клімату у зв'язку з глобальним потеплінням [95]. В останні роки проблема урбанізації набула особливої гостроти, оскільки кількість міських жителів стрімко зростає [158]. У США, наприклад, частка міського населення становить понад 80% [174]. Доведено, що жителі мегаполісів більше страждають від негативних наслідків зміни клімату через їхні унікальні природні умови та високу щільність населення [145]. У містах спостерігається так званий ефект «теплого острова». Це підвищення температури в центрі міста, де зосереджені промислові об'єкти, багатоповерхівки та найбільша щільність населення, порівняно з периферією [110]. Середньорічна температура в цій частині міста на кілька градусів вища, ніж в інших районах [162]. Ефект теплових островів спричинений великою кількістю штучних поверхонь у містах, які відрізняються від природних тим, що штучні поверхні легше поглинають сонячну радіацію, швидше нагріваються і довше утримують тепло. «Острови тепла» в містах і мегаполісах посилюються великою кількістю заводів і підприємств, а також великою кількістю автомобілів, які забруднюють повітря в міських поселеннях тепловими викидами і збільшують частоту теплового стресу для багатьох людей [55]. На думку провідних вчених-кліматологів, у найближчі роки урбанізація матиме ще більший вплив на зміну клімату.

Вищезгадана глобальна зміна клімату негативно вплине на життя людей у всьому світі, і здоров'я людини залежить від здатності адаптуватися до цих змін [37]. Подальше підвищення середньорічних температур і, як наслідок, збільшення інтенсивності та частоти хвиль спеки призведе до значних порушень нормального виживання людини, обмежуючи здатність підтримувати оптимальну внутрішню температуру тіла під час звичайної повсякденної та професійної діяльності [156]. Підвищення середньорічних температур і тривалі хвилі спеки асоціюються

зі збільшенням кількості звернень до відділень швидкої допомоги та госпіталізацій, зростанням смертності від серцево-легеневих та інших захворювань, психічних розладів, ускладнень під час вагітності та пологів, а також збільшенням витрат на охорону здоров'я. Значній частині цієї пов'язаної зі спекою захворюваності та смертності можна було б запобігти, підвищивши готовність до неї та уникнувши негативних наслідків підвищення середньорічних температур [95]. У людському організмі є органи і системи, які відіграють важливу роль у підтримці оптимальної терморегуляції, і було продемонстровано, що коли їхня функція порушується, процес адаптації порушується, що призводить до підвищеної сприйнятливості до підвищення середньорічної температури. Зокрема, це стосується серцево-судинної системи, вегетативної нервової системи та гіпоталамуса [72]. Разом вони утворюють систему регуляції тепла. Відомо, що нормальна регуляція тепла працює за умови злагодженої роботи та взаємодії всіх органів і систем терморегуляції. Якщо будь-який з перерахованих вище компонентів стає дисфункціональним, опірність і чутливість до тепла знижуються або підвищуються відповідно. Тривалий вплив тепла призводить до порушення нормального функціонування системи регуляції тепла, що спричиняє загальне теплове перевантаження організму [141]. Також було помічено, що процес теплової акліматизації гальмується при прийомі певних лікарських препаратів. До таких препаратів належать діуретики, нейролептики, бета-блокатори та інгібітори терморегуляції.

З вищесказаного зрозуміло, що для нормального функціонування в умовах глобального потепління людині необхідно успішно адаптуватися до змін клімату та мати індивідуальну чутливість до впливів навколишнього середовища [37]. Термін «адаптація» означає здатність людського організму зберігати свою сталість під впливом зміни параметрів навколишнього середовища [72]. Відомо, що чутливість є внутрішньою характеристикою людини, яка характеризує сприйнятливості до теплового

впливу, і що індивідуальні фактори ризику теплового стресу можуть знижувати толерантність до теплового стресу. Було висунуто кілька теорій щодо того, чому чутливість до факторів навколишнього середовища варіюється від людини до людини. Зокрема, припускають, що відмінності у сприйнятливості відбуваються на фенотипічному та фізіологічному рівнях. На фенотипічному рівні індивідуальні відмінності у сприйнятливості до сенсорної обробки характеризуються відмінностями в темпераменті, емоційній реактивності та інших типах характеристик. На фізіологічному рівні біологічна реактивність людини – це риса, яка з'являється в ранньому віці у відповідь на середовище, в якому розвивається людина [141]. Відмінності в сприйнятливості також вказують на те, що деякі люди є більш пластичними, а інші – ні, і тому більш чутливі до різних умов навколишнього середовища [95]. Реакція людини на підвищення температури навколишнього середовища також залежить від її чутливості, тобто здатності до негативних наслідків глобального потепління [141]. Ця характеристика людини включає в себе цілий ряд факторів, серед яких сприйнятливість до негативного впливу факторів навколишнього середовища та недостатня здатність справлятися з ними та адаптуватися до них [72]. Ступінь вразливості залежить від віку людини, умов середовища проживання, доступу до охорони здоров'я, а також серцево-судинної активності, наявності або відсутності ожиріння та психічних розладів. Здатність людини адаптуватися до сучасних змін клімату також залежить від функціональних резервних можливостей організму [95].

Ще на початку 20 століття одним із перших висловлювань науковців щодо резервних можливостей було те, що вони є важливим захисним механізмом організму. Пізніше було висловлено припущення, що вона допомагає підтримувати гомеостаз в умовах змін навколишнього середовища [72]. Згодом було показано, що резервна здатність є інтеграцією функціональних можливостей усіх органів і систем і є

індивідуальною для кожного організму, а також те, що від резервної здатності залежить ступінь адаптації до несприятливого впливу факторів зовнішнього середовища [168]. Резервні можливості людини відображають її здатність змінювати свою діяльність для адаптації до впливу різних факторів навколишнього середовища [72]. Резервні можливості системи кровообігу мають вирішальне значення в процесі адаптації до термічних впливів. Діяльність системи кровообігу є показником функціональних резервних можливостей організму людини і є основним джерелом енергії для забезпечення більшості енергетичних потреб органів і систем [165]. А вищезазначене має критичне значення для виживання людини через стрімке зростання середньорічних температур зовнішнього повітря за останні кілька десятиліть [95]. Встановлено, що чим вищий функціональний резерв серця, тим більша стійкість до теплового стресу [165].

Згідно з літературними джерелами, теплочутливість людини – це, по суті, відповідь організму на зростання температури оточуючого середовища. Висока чутливість означає сильну реакцію навіть на незначне підвищення температури, тоді як низька чутливість – менш виражену [114]. Щодо людей з підвищеною чутливістю до зовнішнього середовища, інформації обмаль, але відомо, що на їхнє здоров'я та фізичний стан можуть впливати зміни в навколишньому середовищі. Люди з метеочутливістю можуть відчувати дискомфорт і погіршення стану здоров'я, а саме протягом метеорологічних змін, таких як несприятливі погодні умови та зміни атмосферного тиску. Дискомфорт може проявлятися у формі головного та суглобового болю, тривожності та дратівливості, сонливості та зниженій розумовій працездатності, що може мати негативний вплив на загальну якість життя цих людей [98]. Згідно з літературними джерелами, нейродинамічний стан визначається як складна комбінація фізіологічних, когнітивних, емоційних та соціальних аспектів, які відображають загальний стан людини [80]. Температурні зміни можуть

впливати на психіку людей, особливо тих, хто чутливий до тепла [81]. Хоча дослідження в цій галузі обмежені, питання впливу температури на психологічний та емоційний стан залишається актуальним і потребує подальшого вивчення [181].

Нейронні процеси в людському організмі здійснюють обробку інформації в центральній нервовій системі та передачу інформації до органів – ефektorів. Це дозволяє нам відчувати, сприймати, реагувати та взаємодіяти зі стимулами з навколишнього середовища. Теплова чутливість, здатність реагувати на тепло, варіюється від людини до людини і впливає на фізіологічні та психологічні процеси. Однак наукова література про взаємозв'язок між тепловою чутливістю та індивідуальними особливостями нервової системи обмежена. Актуальними залишаються дослідження індивідуально-типологічних особливостей нервової системи, які залежать від термочутливості [71].

Здоров'я людини перебуває у тісному взаємозв'язку із властивістю її організму адаптуватися до умов оточуючого середовища. Адаптація є передумовою та ознакою, що визначає рівень здоров'я та ризик розвитку захворювань і залежить від початкових додаткових резервів організму. Існує думка, що, поступова, тривала і надійна адаптація є необхідною умовою сприяння працездатності в аномальних умовах зовнішнього середовища і суттєвою ознакою підвищення стійкості стану здоров'я і попередження захворювань. Враховуючи, що психофізіологічний статус є важливим показником для виявлення змін в організмі та має значний вплив на функціонування всіх фізіологічних систем, ми здійснили низку досліджень нейродинамічних функцій у підлітків з різним рівнем термочутливості.

Крім того, досі бракує чітких і єдиних наукових даних, які могли б точно пояснити, як організм реагує на зміну температури тіла і як це впливає на психічне та фізичне здоров'я. Дослідження нових методів оцінки психофізіологічного статусу молодих людей могли б забезпечити

краще розуміння здатності та потенціалу організму адаптуватися до температури і допомогти розробити ефективні стратегії збереження здоров'я в умовах глобального потепління.

Специфіка підліткового етапу розвитку зумовлена, головним чином, біологічним фактором статевого дозрівання, що передбачає значні зміни в усіх фізіологічних системах, зокрема в центральній нервовій системі (ЦНС). Нервова система в період статевого дозрівання інтенсивно розвивається, а підвищена активність гіпоталамуса в період статевого дозрівання впливає на співвідношення кіркових і підкіркових процесів [165]. Незрілість і відсутність гальмівної дії периферійних статевих залоз призводить до надмірної активності гіпоталамуса. У процесі дозрівання цих залоз і формування ендокринного механізму активність гіпоталамуса нормалізується і, як наслідок, зникають несприятливі наслідки пубертатного періоду для організму. В результаті спільної взаємодії та діяльності статевих залоз з гіпофізом і щитовидною залозою, змінюються нейроендокринні та нейрогуморальні співвідношення в організмі, характерні для цього вікового періоду. Функціональні особливості організму в період статевого дозрівання визначають психофізіологічні особливості функціонального стану. У період статевого дозрівання підвищується збудливість і функціональна рухливість нервових процесів. В організмі відбуваються ендокринні зміни, які впливають на особливості вищої нервової діяльності. Гормональні впливи змінюють баланс ключових нервових процесів. При активації статевих залоз змінюється реактивність організму, сила, рухливість і врівноваженість нервових процесів, послаблюється гальмування. Час статевого дозрівання і пов'язані з ним зміни функціонального стану організму визначають деталі центрального контролю рухової активності на цьому етапі розвитку. На завершальній стадії пубертату формуються стійкі взаємодії ендокринної системи і припиняється негативний дестабілізуючий вплив пубертату на функціонування центральної нервової системи. На цьому етапі розвитку

функціональний стан ЦНС майже досягає зрілого рівня, але необхідно враховувати вік підлітка і функціональні можливості організму. У період статевого дозрівання відбувається дисбаланс нервових процесів, оскільки збудливість центральної нервової системи загалом підвищується, а гальмівні процеси послаблюються [52].

Критеріями типологічних властивостей нервової системи є сила, врівноваженість і рухливість збудливих і гальмівних процесів. Сила збудливих і гальмівних процесів визначається працездатністю нейронів, врівноваженість – співвідношенням збудження і гальмування, а рухливість нервових процесів – швидкістю переходу нейронів від збудження до гальмування. Відомо, що підлітки більше реагують на стимули високої інтенсивності. Різкі переходи від одного виду діяльності до іншого або неочікувані навантаження не є для них шкідливими і не викликають загрозливого стресу для організму. Однак одноманітні завдання викликають у підлітків певні труднощі [28].

Підлітковий вік, як відомо, характеризується швидкою зміною настрою та емоцій, підвищеною збудливістю, імпульсивністю та амбівалентністю. У цьому віці виникає "підлітковий емоційний комплекс", який включає в себе підліткові перепади настрою. Підлітковий вік також пов'язаний з емоційним дискомфортом, включаючи тривогу, страх, самотність та ізоляцію. Так, емоційна сфера підлітків характеризується: високою емоційною збудливістю; високою стійкістю емоційних переживань; характерними очікуваннями страху; суперечливістю почуттів; розвиненою прихильністю до групи; високими вимогами до дружби, заснованої на спільних інтересах і моральних почуттях [17]. Тому, якщо підліток керується претензією на певне місце в колективі, але не може отримати його в реальності, така ситуація може викликати сильну емоційну реакцію у вигляді тривоги. Тривога – це суб'єктивний прояв дистресу та дезадаптації людини. Тривога як переживання емоційного дискомфорту і відчуття небезпеки, що насувається, є вираженням важливої незадоволеної потреби людини. Тривога не тільки



негативно впливає на емоційне самопочуття людини, але й ще більше порушує функціональні можливості психіки та перешкоджає розвитку людини. Так звана "хронічна тривожність" здебільшого перетворюється на патологічний психологічний розлад, а значна кількість тривожних дітей мають проблеми зі здоров'ям [53].

Підлітковий вік характеризується нерівномірним і суперечливим розвитком як на інтер-, так і на інтраіндивідуальному рівнях особистості [38]. Існують докази того, що тривожність не тільки негативно впливає на емоційне благополуччя людини, але й порушує та гальмує розвиток особистості, порушуючи функціональну здатність психіки в подальшому житті – здатність до навчання через ригідне мислення, недостатню креативність уяви та пам'яті [22]. Дослідники виявили зв'язок між академічною успішністю та тривожністю в підлітковому віці. Зокрема, було виявлено, що підлітки дуже залежні від оцінки оточення, що часто призводить до деструктивних реакцій – підвищеної тривожності, страху та неспокою.

У доступних літературних джерелах немає інформації про різну чутливість підлітків до підвищення температури навколишнього середовища, а також не знайдено даних про нейродинамічні функції (емоційний стан, когнітивні функції та особливості функціонування нервової системи) у підлітків при різній теплочутливості в умовах глобального потепління та прогнозування рівня чутливості до тепла, що дозволяє вважати наше дослідження актуальним та необхідним.

Мета дослідження – встановити нейродинамічні особливості у підлітків із різною теплочутливістю.

Задля досягнення мети нами були поставлені такі завдання:

1. Дослідити рівні теплочутливості у підлітків віком 15-17 років.
2. Проаналізувати особливості емоційного стану в осіб із різною теплочутливістю.

3. Оцінити стан когнітивних функцій у підлітків із високою та низькою теплочутливістю.

4. Вивчити особливості функціонування нервової системи в осіб із різною теплочутливістю.

5. Провести математичне прогнозування рівня теплочутливості у підлітків віком 15-17 років.

Першим завданням дисертаційної роботи було дослідити рівні теплочутливості у 160 підлітків віком 15-17 років.

Відповідно до цього завдання на основі аналізу даних опитувальника «Рівні теплочутливості» встановлено, що із 160 обстежуваних було 33 % осіб із високою теплочутливістю і 67 % – з низькою.

У термочутливій групі середні значення частоти пульсу та артеріального тиску збільшилися після теплового тесту. У менш термочутливій групі частота пульсу та артеріальний тиск знизилися або змінилися незначно після теплового тесту.

Відповідно до першого завдання нашого дослідження, ми запропонували чіткий і простий у використанні алгоритм оцінки теплочутливості у підлітків, що включає опитувальник рівня теплочутливості та теплову пробу. Суб'єкти з низькою чутливістю до тепла набрали 0 – 6 балів за опитувальником і показали зниження або відсутність змін у частоті серцевих скорочень і артеріальному тиску після короткого впливу тепла під час теплової проби.

Підлітки з високою теплочутливістю набрали 7 – 16 балів після обробки відповідей на запитання анкети, а в тепловій пробі показали збільшення частоти серцевих скорочень і артеріального тиску внаслідок короткотривалого теплового впливу.

Вчені описали різні типи чутливості до впливів навколишнього середовища [142, 159], але в більшості випадків ці індивідуальні особливості визначаються на психологічному рівні. Численні дослідження виявили індивідуальну толерантність до кисневого голодування [51, 60]. Існують

також дослідження щодо відмінностей у теплочутливості [65, 86], але відсутні дані щодо відмінностей у теплочутливості підлітків, а також дослідження щодо нейродинамічних функцій у них в залежності від теплочутливості.

Наступним завданням нашої роботи було проаналізувати особливості емоційного стану в осіб із різною теплочутливістю.

Так, відповідно до другого завдання, нами встановлено, що в осіб із високою теплочутливістю рівень самопочуття, активності та настрою був нижчим, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю. Самопочуття в осіб із низькою теплочутливістю становило  $4,91 \pm 0,13$  балів, а із високою –  $3,75 \pm 0,30$  балів, активність –  $4,88 \pm 0,14$  та  $3,78 \pm 0,26$  балів, настроїв –  $5,08 \pm 0,13$  та  $4,23 \pm 0,28$  балів відповідно.

Рівень ситуативної та особистісної тривожності в осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю був вищим. Ситуативна тривожність в осіб із низькою теплочутливістю становила  $33,65 \pm 1,28$  балів, а із високою –  $44,77 \pm 2,68$  балів, особистісної тривожності –  $33,75 \pm 1,33$  та  $46,30 \pm 2,29$  балів відповідно.

В осіб з низькою теплочутливістю виявлено високі позитивні кореляції між самопочуттям і активністю, активністю і настроєм та помірні позитивні кореляції між самопочуттям і настроєм; помірні негативні кореляції між ситуативною тривожністю і самопочуттям та відсутність кореляцій між ситуативною тривожністю і активністю та настроєм; помірні негативні кореляції між особистою тривожністю і самопочуттям, кореляції між особистісною тривожністю та активністю і настроєм відсутні. Помірні позитивні кореляції між самопочуттям та активністю, активністю та настроєм, високі кореляції між самопочуттям та настроєм у теплочутливих осіб; помірні негативні кореляції між ситуативною тривожністю та самопочуттям, активністю та настроєм, особистісною тривожністю та самопочуттям, особистісною тривожністю та активністю та настроєм (низька негативна кореляція).

Відомо, що в підлітковому віці формуються пізнавальні та професійні інтереси, потреба в праці, вміння планувати життя і соціальну діяльність. У підлітковому віці остаточно долається залежність від дорослих, притаманна більш раннім етапам онтогенезу, і встановлюється індивідуальна незалежність. У взаєминах з однолітками залишаються важливими колективні та групові форми спілкування, в той час як особисті контакти набувають все більшого значення. Підлітковий вік – напружений період, під час якого відбувається природне самопізнання, виробляються ціннісні орієнтації та ідеали, формуються стійкі світоглядні позиції та громадянські якості особистості [43].

Третім завданням нашого дослідження було оцінити стан когнітивних функцій у підлітків із високою та низькою теплочутливістю.

Виходячи із отриманих результатів, можна говорити про позитивну достовірну динаміку підвищення когнітивних функцій в осіб із низькою теплочутливістю, порівняно з підлітками із високою теплочутливістю.

В осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю, спостерігається гірше сприймання простору та часу.

Установлено залежність між продуктивністю сприймання простору та кількістю помилок (низькі від'ємні кореляційні зв'язки) у підлітків як з низькою ( $R=-0,16$ ), так і високою ( $R=-0,14$ ) теплочутливістю ( $p<0,001$  між показниками за критерієм лінійної кореляції Пірсона). Високі позитивні кореляційні зв'язки були між кількістю помилок сприймання простору та відносною частотою помилкових відповідей у осіб із низькою ( $R=0,99$ ), так і високою ( $R=0,85$ ) теплочутливістю. Середні від'ємні кореляційні зв'язки між продуктивністю сприймання простору та відносною частотою помилкових відповідей у осіб із низькою теплочутливістю ( $R=-0,30$ ) та високі від'ємні кореляційні зв'язки у осіб із високою теплочутливістю ( $R=-0,63$ ). Також, серед осіб із високою теплочутливістю виявлено кореляційні зв'язки між продуктивністю сприймання простору та тривалістю суб'єктивного часового еталону – середні позитивні ( $R=0,41$ ) та між відносною частотою помилкових

відповідей з тривалістю суб'єктивного часового еталону – низькі від'ємні ( $R=-0,18$ ), тоді як серед підлітків із низькою теплочутливістю відповідних зв'язків не виявлено.

Дані наших досліджень щодо сприймання у підлітків узгоджуються із іншими дослідниками [12].

Науковці досліджували продуктивність сприймання у 15-17-річних учнів за різних типів погоди. Проведені авторами дослідження показують, що за погоди III типу значно зменшується здатність до сприймання в учнів 15-17 років порівняно з такими значеннями за I типу погоди, що свідчить про зниження продуктивності розумової роботи, яка обмежена в часі 10-ти хвилинним інтервалом, а у наших дослідженнях підтвердилось вірогідне сповільнення відліку часу у осіб із високою теплочутливістю.

За класифікацією І.І. Григор'єва, спостерігається I, II та III медичні типи погоди.

Тип погоди I характеризується малопохилим полем тиску біля поверхні та над тропосферою з фронтальною зоною. Вертикальне переміщення повітряних мас на більш високих рівнях менш виражене і досягає максимуму (500-1000 Па) через 12 годин. Основні метеорологічні елементи стабільні: зміна тиску за 3 години – менше 1 мбар, зміна температури за 12 годин (вдень, вночі) – 5-10°C, відносна вологість повітря – 5-15%. Вітер слабкий. Без змін чисельних показників іонізації атмосфери; 12-24-годинні зміни вмісту кисню в атмосфері – 0-5 г/м<sup>3</sup>; при стабілізації стратифікації атмосфери спостерігається хмарність, невеликі опади та тумани невизначеної тривалості.

Погода II типу характеризується невеликим градієнтом тиску біля поверхні і в тропосфері та проходженням фронтів зі слабкою динамічною структурою. Струменеві течії до 30-50 км/год. Спостерігається слабкий вертикальний рух повітря до (2\*10<sup>3</sup> Па) за 12 годин. Електричні та магнітні поля представлені слабо. Помірні зміни метеорологічних елементів: атмосферний тиск змінюється в межах (100-150 Па) за 3 години, температура

повітря – 10-15 0 С за 12 годин, відносна вологість – 10-25 %. Інтенсивність вітру помірна, до 5 балів. Можливі сильні грози та невеликі опади. Іонний склад атмосфери слабкий. Вміст кисню в атмосфері коливається до 10 г/м<sup>3</sup>.

Третій тип погоди характеризується проходженням великих фронтальних областей з різкими змінами повітряних мас, розвитком діяльності низького тиску з великими перепадами метеорологічних елементів, яскраво вираженими баричними полями, системами низького тиску з великим нахилом вертикальної осі. Зміни повітряних мас з різними фізичними властивостями призводять до формування фронтальних зон зі значними перепадами температури 10-20°C на 1000 км. Існують чіткі області динамічних змін тиску. Типовою є струменева течія (середня швидкість перенесення) 50-100 км/год. Вертикальне переміщення повітряних мас досягає  $((40-80) \cdot 10^2 \text{Па})$  за 12 годин. Слабкі та помірні коливання електричного поля Землі. Помірні магнітні коливання в тропосфері. Нестійкий хід метеорологічних елементів; максимальна (200-500 Па) зміна тиску за 3 години; зміна температури протягом 12 годин – 10-20°C, відносної вологості – 20-40%. Сильні опади з грозами. Значні коливання іонів різних знаків та зміни вмісту кисню в повітрі від 10 до 20 г/м<sup>3</sup> [12].

В осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю нижчі показники пам'яті та уваги.

Установлено залежність між показниками пам'яті та уваги у підлітків як з низькою, так і високою теплочутливістю ( $p < 0,001$  за критерієм кореляції Пірсона). Високі кореляційні зв'язки виявлено у осіб із низькою теплочутливістю між усіма показниками короткотривалої зорової пам'яті та уваги ( $p < 0,001$ ), а серед підлітків із високою теплочутливістю встановлено високі, середні та низькі кореляційні зв'язки між показниками короткотривалої зорової пам'яті та уваги.

Результати наших досліджень узгоджуються із результатами ряду науковців щодо пам'яті та уваги серед старшокласників [14, 20] та операторів радіолокаційної станції [143]. У підлітків майже однаково розвинені всі види

пам'яті, але зорова пам'ять, як відомо, дещо переважає над слуховою. Старша вікова група підлітків характеризується збільшенням зорової пам'яті та незначним зменшенням слухової пам'яті порівняно з середньою віковою групою. У цьому віці домінування зорової пам'яті стає більш вираженим [23]. На пам'ять впливають: ступінь уваги, концентрації уваги на тому, що ми хочемо запам'ятати [25], отже, це підтверджує наші результати, що чим краща ступінь уваги, тим вищі показники пам'яті спостерігались у підлітків із різною теплочутливістю. Кореляційний аналіз між характеристиками пам'яті та уваги у осіб із різною теплочутливістю із врахуванням  $r$ -коефіцієнта кореляції Пірсона підтвердив високі зв'язки між показниками: у осіб із високою стійкістю, продуктивністю, точністю уваги були кращими показники пам'яті (вищі значення короткотривалої зорової пам'яті на літери і цифри та менша відносна кількість помилок пам'яті на літери та цифри).

В осіб із високою теплочутливістю спостерігались нижчі показники коефіцієнта розумової працездатності, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю. Коефіцієнт розумової працездатності у осіб із низькою теплочутливістю був на 20 % вищим ( $p < 0,001$ ), порівняно з такими показниками в осіб із високою теплочутливістю. Також, когнітивні процеси у підлітків із низькою теплочутливістю були на 6 % вищим ( $p < 0,001$ ), порівняно з такими показниками в осіб із високою теплочутливістю.

Встановлено високі позитивні кореляційні зв'язки між коефіцієнтом розумової працездатності та когнітивними процесами за тестом МОСА у підлітків як з низькою, так і високою теплочутливістю.

У зв'язку із тим, що у осіб із високою теплочутливістю були слабшими кореляційні зв'язки, а особи із низькою теплочутливістю мали вищу продуктивність розумової праці, результати досліджень можна застосувати у прогнозуванні розумової працездатності у осіб із різною теплочутливістю.

Відомо, що підлітковий вік – це період "стабільної концептуальної соціалізації, в якому розвиваються стійкі риси особистості", коли всі психічні процеси стабілізуються, а особистість набуває стійкого характеру. Прогрес у

різних галузях наукового знання значною мірою пов'язаний з їхньою діяльністю, оскільки підлітки найбільш креативні, здатні до формулювання гіпотез і найбільш працездатні. Учні цього віку володіють найскладнішими методами інтелектуальної діяльності в найрізноманітніших і найсучасніших галузях науки і техніки. Вони не тільки застосовують набуті знання, вміння та навички на практиці, а й розвивають їх далі, творчо вдосконалюють [12].

Організм людини знаходиться в умовах безперервного впливу погодних чинників. У процесі еволюції в ньому виробилася здатність пристосування до динамічних умов навколишнього середовища і нейтралізації їх несприятливого впливу. При значній подразнюючій силі погоди може наступити метеодезадаптація, в основі якої лежить «реакція напруги» загального адаптаційного синдрому [14].

За даними деяких фізіологів [12], одним із головних критеріїв вікової періодизації є процеси адаптації і адаптивні можливості організму, які відображають рівень розвитку і якісні зміни адаптивних механізмів, що пов'язані із дозріванням регуляторних структур центральної нервової системи і зумовлюють діяльність усіх фізіологічних систем і поведінку.

Ще одним завданням нашого дослідження було оцінити особливості функціонування нервової системи в осіб із різною теплочутливістю.

Здатність людини адаптуватися до сучасних змін клімату, як відомо, також залежить від індивідуальних функціональних резервних можливостей її організму [37]. Резервні можливості – це інтегровані функціональні можливості всіх органів і систем, які, як відомо, є індивідуальними для кожного організму, і від них залежить ступінь адаптації до несприятливого впливу факторів навколишнього середовища [18].

З літературних даних [12] відомо, що у підлітковий період продовжується морфофункціональне дозрівання різних органів і систем. Удосконалюється нейронна організація кори великих півкуль, а саме її асоціативних ділянок, які відіграють важливу роль у реалізації психофізіологічних функцій. Наслідком цього є надлишкова активність усіх



систем організму у стані спокою, що призводить до низької, часто парадоксальної реактивності на вплив навколишнього середовища, а це, у свою чергу, – до зниження функціональних і адаптивних можливостей підлітків.

Відомо, що центральна нервова система людини однією з перших реагує на коливання погодних умов [14], відбуваються зміни і у вищій нервовій діяльності [11].

Результати дослідження показали, що у теплочутливої молоді переважає сильний тип нейронної активності вищого порядку, тоді як у теплонечутливої переважає слабкий тип нейронної активності вищого порядку.

На основі отриманих результатів можна стверджувати, що психофізіологічні функції (латентність простих і складних зорово-моторних реакцій та функціональна рухливість нервових процесів) знижені у теплочутливої порівняно з теплонечутливою молоддю.

Встановлено високі та середні кореляційні зв'язки між показниками психофізіологічних функцій в осіб із низькою теплочутливістю та високі, середні і низькі зв'язки цих функцій в осіб із високою теплочутливістю.

Дані щодо психофізіологічних функцій у підлітків співставляються із даними інших науковців. Доведено, що в організмі людини є органи і системи, які відіграють важливу роль в адаптації до високих температур, і що порушення цих функцій може перешкоджати процесу адаптації, в результаті чого підвищується сприйнятливність до більш високих середньорічних температур. Таким чином, функціональний стан забезпечує здатність організму пристосовуватися при змінах температури у зовнішньому середовищі [11]. Відомо, що під час підліткового періоду відбувається посилений розвиток нервової системи, підвищена активність гіпоталамуса. Підлітковий вік впливає на співвідношення кіркових і підкіркових процесів у структурах головного мозку [54]. З літератури відомо, що складні та прості сенсорно-моторні реакції мають різне фізіологічне значення і відображають

функціональні механізми різних систем і підсистем; у випадку СМР така активність спрямована насамперед на забезпечення максимального темпу руху, тому вищі відділи центральної нервової системи відіграють вищі відділи центральної нервової системи відіграють значно меншу роль, а основне навантаження припадає на периферичну нервову систему. Механізми, які породжують складні реакції вибору та диференціації, демонструють вищий рівень реактивності, активації та регуляції, в основному за участю лобно-лімбічного комплексу. У випадку складних зорово-моторних реакцій така рухова активність є результатом сприйняття, аналізу, обробки інформації та швидкості прийняття правильного рішення, що вимагає більш складної аналітико-синтетичної діяльності. Ця першочергова роль відводиться відділам ЦНС вищого порядку – кірковим і підкірковим структурам, а не тільки швидкості поширення збудження нейронними комплексами, що було характерно для ПЗМР.

Час простої сенсорно-моторної реакції відображає поточний функціональний стан організму, що виконує просту рухову реакцію, характеризуючи спочатку швидкість поширення збудження по нейронному ланцюгу, а потім рівень збудливості центрального апарату відповідної рефлекторної дуги [26]. Час простої сенсорно-моторної реакції складається зі збудження рецепторів, передачі збудження до відповідних ділянок кори, часу запуску рухової програми та власне рухового компонента реакції.

Час складної сенсомоторної реакції збільшується за рахунок появи етапу додаткової переробки і зростає в основному за рахунок збільшення тривалості прийняття рішення, яким чином реагувати на той або інший стимул [49].

Останнім завданням нашого дослідження було провести математичне прогнозування рівня теплочутливості уц підлітків віком 15-17 років.

На сьогоднішній день багатофакторний регресійний аналіз є одним з найбільш поширених і точних методів прогнозування виникнення будь-яких функціональних порушень і може бути застосованим для первинної

профілактики, полегшуючи роботу лікарів-практиків [132]. Він також може бути використаний для прогнозування індивідуальної реакції організму людини на температурні зміни в навколишньому середовищі, що відсутнє в доступній літературі.

Нами було отримано математичну модель для прогнозування рівня теплової чутливості підлітків. Результати підтверджують, що для визначення рівня теплочутливості необхідно спочатку обстежити підлітків за опитувальником «Рівні теплочутливості», а потім провести теплову пробу. Зокрема, ключовим діагностичним критерієм тут є частота серцевих скорочень до і після теплового впливу.

Прогностична модель враховує найважливіші фактори, що впливають на визначення високої та низької теплочутливості: коефіцієнт розумової працездатності, короткочасну пам'ять на літери, сприймання, відносну кількість помилок при запам'ятовуванні чисел, кількість помилок сприймання та відносну частоту помилок сприймання. Ці фактори мали значний вплив на прогнозування ступеня теплочутливості. Це свідчить про важливість цих факторів для встановлення зв'язку між теплочутливістю організму та нейронною активністю вищих рівнів у підлітків.

Висока чутливість і специфічність побудованої нейронної моделі дозволяє використовувати її для ідентифікації осіб з високою та низькою теплочутливістю. Аналізуючи взаємозв'язок між вхідними параметрами та прогнозами нейронної мережі, можна узагальнити фізіологічну значущість цих показників та використати їх для подальших досліджень, що дозволить на ранній стадії виявляти осіб, особливо чутливих до впливу підвищених температур навколишнього середовища, та визначати потенційні несприятливі наслідки такого впливу запобігти виникненню несприятливих наслідків. Це може стати одним із кроків первинної профілактики захворювань у майбутньому, зниження захворюваності та смертності від хвороб. На основі отриманих результатів ця прогностична модель може бути

використана для розробки діагностичної системи для визначення рівня теплочутливості в майбутньому.

Отримані результати стануть науковим підґрунтям для організації ефективної медико-психологічної допомоги, створення нових методів і методик корекції та розвитку, що в кінцевому підсумку сприятиме покращенню процесу адаптації людей із високою теплочутливістю та підвищенню якості їхнього життя.

## ВИСНОВКИ

У дисертації представлено нове теоретичне та практичне узагальнення та вирішення наукового завдання щодо визначення та оцінки нейродинамічних функцій: емоційного стану, когнітивних функцій (сприймання, пам'яті та уваги, мислення) та особливостей функціонування нервової системи у підлітків 15-17 років при різній теплочутливості в умовах глобального потепління, а також проведено математичне прогнозування рівня чутливості до тепла.

1. На основі аналізу даних опитувальника «Рівні теплочутливості» та теплової проби встановлено, що із 160 обстежуваних – 33 % осіб із високою теплочутливістю і 67% – з низькою.

2. В осіб із низькою теплочутливістю самопочуття становило  $4,91 \pm 0,13$  балів, а із високою –  $3,75 \pm 0,30$  балів ( $p < 0,001$ ), активність –  $4,88 \pm 0,14$  та  $3,78 \pm 0,26$  балів ( $p < 0,001$ ), настроїв –  $5,08 \pm 0,13$  та  $4,23 \pm 0,28$  балів ( $p < 0,001$ ), відповідно. Це свідчить про більшу емоційну стійкість у підлітків з низькою теплочутливістю.

Ситуативна тривожність в осіб із низькою теплочутливістю становила  $33,65 \pm 1,28$  балів, а із високою –  $44,77 \pm 2,68$  балів ( $p < 0,001$ ), особистісної тривожності –  $33,75 \pm 1,33$  та  $46,30 \pm 2,29$  балів відповідно ( $p < 0,001$ ), що вказує на більшу тривожність у підлітків з високою теплочутливістю.

В осіб з низькою теплочутливістю виявлено високі та помірні кореляції між показниками емоційного стану, тоді як у теплочутливих осіб – переважали помірні кореляційні зв'язки. Встановлено позитивну достовірну динаміку підвищення когнітивних функцій в осіб із низькою теплочутливістю, порівняно з підлітками із високою теплочутливістю.

3. В осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою, спостерігається гірше сприймання простору та часу.

Установлено залежність між цими показниками у підлітків як з низькою, так і високою теплочутливістю ( $p < 0,001$  за критерієм лінійної кореляції Пірсона).

В осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю нижчі показники пам'яті та уваги.

4. Показник короткотривалої пам'яті на літери у осіб із низькою теплочутливістю був на 41% вищим ( $p < 0,05$ ), відносна кількість помилок пам'яті на літери була на 26 % меншою ( $p < 0,05$ ), показник короткотривалої пам'яті на цифри був вищим на 35% ( $p < 0,001$ ), відносна кількість помилок пам'яті на цифри була на 92% меншою порівняно з такими показниками в осіб із високою теплочутливістю ( $p < 0,001$ ). Щодо показників уваги, то в осіб із низькою теплочутливістю була вища стійкість уваги на 13%, вища продуктивність уваги на 22%, краща точність уваги на 20% та більший інтегральний показник стійкості уваги на 21%, порівняно з такими показниками в осіб із високою теплочутливістю.

5. В осіб із високою теплочутливістю спостерігались нижчі показники коефіцієнта розумової працездатності, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю. Коефіцієнт розумової працездатності у осіб із низькою теплочутливістю був на 20 % вищим, порівняно з такими показниками в осіб із високою теплочутливістю. Також, когнітивні процеси у підлітків із низькою теплочутливістю були на 6 % вищими, порівняно з такими показниками в осіб із високою теплочутливістю.

6. Серед підлітків із низькою теплочутливістю переважали особи із сильним типом вищої нервової діяльності, в той час як, серед осіб із високою теплочутливістю виявлено домінування слабкого типу нервової системи.

В осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками з низькою теплочутливістю, менші латентні періоди простої та складної зорово-моторної реакції та функціональна рухливість нервових процесів.

7. Математична модель, розроблена для прогнозування рівня теплової чутливості підлітків вказує на значущість критеріїв опитувальника «Рівні теплочутливості» та теплової проби. Зокрема, важливим

діагностичним критерієм тут є частота серцевих скорочень до і після теплового впливу.

Найважливішими прогностичними нейродинамічними параметрами для визначення теплочутливості підлітків є: коефіцієнт розумової працездатності, короткочасна пам'ять на літери, сприймання, відносна кількість помилок при запам'ятовуванні чисел, кількість помилок сприймання та відносна частоту помилок сприймання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александров ЮВ. Особливості емоційної сфери в підлітковому та юнацькому віці. В: Бочаровські читання: матеріали наук.-практ. конф. присвяч. пам'яті проф. СП Бочарової; 2016 Бер 18; Харків. Харків; 2016. с.13-15.
2. Бабаян ЮО, Шапошникова ЮГ. Загальна психологія. Практикум з дослідження психічних пізнавальних процесів людини: навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів. Миколаїв: СПД Румянцева Г.В.; 2021. 204 с.
3. Бідзюра ІГ. Аналіз властивостей нервової системи у підлітків з різною теплочутливістю: Матеріали 90-ї науково-практичної конференції студентів і молодих вчених «Інновації в медицині та фармації»; 2021 Березень 25-27; Івано-Франківськ, с.75.
4. Бідзюра ІГ. Прогнозування рівня теплочутливості на основі психофізіологічних показників у підлітків із використанням методу нейронних мереж. В: Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Trends in the development of science and teaching methods»; 2024, с.170.
5. Бідзюра ІГ. Стан короткотривалої зорової пам'яті та уваги у осіб з різною теплочутливістю. Здобутки клінічної і експериментальної медицини, 2024;(1):37–44. DOI: 10.11603/1811-2471.2024.v.i1.14396
6. Білоус РМ, Гайдабура ГВ. Психодіагностика динаміки розвитку мотиваційної сфери у старшому шкільному віці. *Endless light in science*, 2020;2 (1):73-7.
7. Вадзюк СН, Бідзюра ІГ, Ратинська ОМ. Розумова працездатність у підлітків з різною теплочутливістю. В: Вадзюк СН, редактор. Зб. матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Довкілля і здоров'я» з міжнародною участю, присвяченій 170-ій річниці з дня народження І.Я. Горбачевського; 2024; Тернопіль: Укрмедкнига; 2024, с.4-6.



8. Вадзюк СН, Бідзюра ІГ. Особливості психоемоційного стану у підлітків із різною теплочутливістю. Здобутки клінічної і експериментальної медицини, 2023;(3):38–45. DOI: 10.11603/1811-2471.2023.v.i3.14073

9. Вадзюк СН, Бідзюра ІГ. Стан нейродинамічних функцій у осіб з різною теплочутливістю. Клінічна та експериментальна патологія, 2024;23,1(87), 2024:11-8. DOI 10.24061/1727-4338. XXIII.1.87.2024.02

10. Вадзюк СН, Бідзюра ІГ. Стан сприймання простору та часу у підлітків із різною теплочутливістю. Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України, 2023;(2):48–53. DOI: 10.11603/1681-2786.2023.2.14034

11. Вадзюк СН, Гук ВО, Табас ПС. Функціональні можливості серцево-судинної системи та стресостійкість осіб із різною теплочутливістю. Фізіологічний журнал. 2023;69(3):24–30. DOI: 10.15407/fz69.03.024

12. Вадзюк СН, Ратинська ОМ, Олексюк ЛФ, Вадзюк ЮС. Особливості розумової працездатності підлітків: психо- і екофізіологічні аспекти. В: Шевчук ВГ, редактор. Тернопіль: Укрмедкнига; 2018. 144 с.

13. Вадзюк СН, Ратинська ОМ, Шмата РМ. Стан уваги дітей старшого шкільного віку за різних типів погоди. Вісник наукових досліджень. Серія: Експериментальні дослідження, 2017;3(88):92-97.

14. Вадзюк СН, Ратинська ОМ. Розумова працездатність у старшокласників при різних погодних умовах. Фізіологічний журнал, 2020;66(№1):55-62.

15. Вадзюк СН, Ратинська ОМ. Стан сприймання у старшокласників за різних типів погоди. Експериментальна та клінічна фізіологія і біохімія. Науково-практичний журнал, 2017;2(78):19-24.

16. Гончар ЛВ, Кравченко ТВ, Мачуська ІМ, Павицька КМ, Хижняк АВ. Формування сімейних цінностей у дітей шкільного віку в сучасних соціокультурних умовах : монографія. Харків: «Друкарня Мадрид»; 2016. 176 с.

17. Грек ОМ, Казаріна В. Дослідження емоційної сфери підлітків в

умовах рекреації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://scienceandeducation.pdpu.edu.ua/doc/2011/11\\_2011/11.pdf](https://scienceandeducation.pdpu.edu.ua/doc/2011/11_2011/11.pdf)

18. Григус І, Старіков В, Євтух М. Оцінювання функціональних резервних можливостей організму та покращення фізичної працездатності студентів. Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. праць, 2016. С.51-56.

19. Дембіцька СВ, Кобилянський ОВ, Королевська СВ. Основи охорони праці та безпека життєдіяльності : практикум. Вінниця: ВНТУ; 2017. 131 с.

20. Дмитрієва СМ, Бондаренко ЛМ. Вікові особливості пам'яті старшокласників та шляхи її розвитку. Конкурентоспроможність в умовах глобалізації: реалії, проблеми та перспективи: Матеріали Десятої Міжнародної науково-практичної конференції. Житомир: Вид-во ЖФ КІБІТ; 2016. с.56-61.

21. Дмитрієва СМ, Бондаренко ЛМ., Волошина, В. Феномен інтерференції у процесах пам'яті: її види та причини виникнення. Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Психологія і педагогіка», 2014;26: 26-31.

22. Дмитрієва СМ, Мачушник ОЛ. Психологічні детермінанти підліткової тривожності. Вісник Київського інституту бізнесу та технологій. 2018;3 (37):13-18.

23. Доброштан Н, Куліш О. Вікові особливості у дослідженнях видів і процесів пам'яті. Вісник Львівського університету. Серія психологічні науки. 2020;7:37–44.

24. Іонов ІА, Комісова ТЄ, Мамотенко АВ, Шаповалов СО, Сукач ОМ, Теремецька НФ, Катеринич ОО. Фізіологія вищої нервової діяльності (ВНД) : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. до лаб. занять з курсу «Фізіологія ВНД». Харк. нац. пед. ун-т імені Г. С. Сковороди. Харків : ФОП Петров В. В.; 2017. 143 с.

25. Київський міський центр громадського здоров'я КМЦГЗ. Що

впливає на нашу пам'ять та здатність запам'ятовувати? [Інтернет]. 2021 [оновлено 2021 Бер 03; цитовано 2022 Січ 20]. Доступно: <https://kyiv-fast-track.org.ua/ua/informatsiini-matrialy/shcho-vplivae-na-nashu-pamyat-ta-zdatnist-zapamyatovuvati>

26. Кліщ МІ, Вадзюк СН. Особливості сенсомоторних реакцій у школярів зі слуховою деривацією. Вісник наукових досліджень. 2016;1:36-9.

27. Кокун ОМ, Пішко ІО, Лозінська НС, Копаниця ОВ, Малхазов ОР. Збірник методик для діагностики психологічної готовності військовослужбовців військової служби за контрактом до діяльності у складі миротворчих підрозділів: методичний посібник. К.: НДЦ ГП ЗСУ; 2011. 281с.

28. Комісова ТЄ, Устімчук КІ. Оцінка стану вищої нервової діяльності підлітків. Харківський природничий форум [Електронне видання] : VI Міжнар. конф. молодих учених, Харків, 18–19 трав. 2023 р. Харків. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди. Харків : ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2023. С. 51–52.

29. Краковська СВ, Паламарчук ЛВ, Шедеменко ІП, Дюкель ГО, Гнатюк НВ. Моделі загальної циркуляції атмосфери та океанів у прогнозуванні змін регіонального клімату України в ХХІ ст. Геофізичний журнал. 2011;6(33):68-81.

30. Кривогуз КА, Кобиляцька МВ. Фізичний розвиток у період ранньої юності. Суспільство і особистість у сучасному комунікаційному дискурсі: Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції 28 квітня 2021 р., м. Запоріжжя [Електронний ресурс]. С.252-253

31. Лагуза А, Бідзюра І. Особливості стану нервової системи та когнітивних процесів у осіб з різною теплочутливістю. . В: Матеріали XXVII Міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених «Майбутнє за наукою»; 2023 Квіт 10-12; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2023, с.238.

32. Лизогуб ВС, Макаренко МВ, Юхименко ЛІ, Хоменко СМ, Коваль ЮВ, Кожемяко ТВ. Вікова динаміка сенсомоторних функцій людей із слуховою деривацією. Science and Education a New Dimension. Natural and

Technical Sciences. 2015;III(5),41:20-4.

33. Макаренко М, Лизогуб В, Безкопильний О. В. Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології та фізіології вищої нервової діяльності людини. Черкаси: Вертикаль; 2014. 102 с.

34. Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Макачук МЮ, Юхименко ЛІ, Хоменко СМ. Індивідуальні нейродинамічні та нейровегетативні властивості операторів мобільного зв'язку. Актуальні проблеми транспортної медицини: навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія. 2018;3:97-106.

35. Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Савицький ВЛ, Панченко ВМ, Харченко ДМ. Переробка зорово-слухової інформації різного ступеня складності у людей з різними властивостями основних нервових процесів. Вісник Черкаського університету. 2018;1:92-104.

36. Макаренко МВ, Лизогуб ВС. Обґрунтування структури і класифікації властивостей нервової системи. Вісник Черкаського університету. 2019;1:49-58.

37. Маракушин ДІ, Чернобай ЛВ, Ісаєва ІМ, Кармазіна ІС, Ващук МА, Алексеєнко РВ, та ін. Функціональні резерви організму як показник ефективності регуляторних процесів, що забезпечують адаптацію організму до дії факторів навколишнього середовища. Укр. ж. мед. біол. спорту. 2020;5(1):21–9

38. Матохнюк ЛО, Шпортун ОМ. Психологічні особливості прояву тривожності у підлітковому віці. Психологія особистості. 2020;19. DOI:10.32843/2663- 5208.2020.19.27

39. Меньших ОЕ, Петренко ЮО. Особливості психофізіологічних функцій учнів старшого шкільного віку : монографія. Черкаси : ЧНУ імені Богдана Хмельницького; 2015. 176 с.

40. Михайлов БВ, Сердюк ОІ, Чугунов ВВ, Курило ВО, Андрух ПГ, Заседа ЮІ. Експериментально-психологічне дослідження в загальній практиці – сімейній медицині. Навчальний посібник для лікарів-інтернів і лікарів-слухачів закладів (факультетів) післядипломної освіти. – 5-е вид.,

перероблене та доповнене. Х.: ХМАПО; 2014. 328 с.

41. Міщенко ВС, Коробейнікова ЛГ, Коробейніков ГВ. Психофізіологічний стан висококваліфікованих спортсменів з різним рівнем нейродинамічних функцій. Вісник Черкаського університету. Серія: Біологічні науки. 2017;2: 45-53.

42. Носенко ЮГ, Сухіх АС. Психолого-педагогічні особливості навчання учнів основної школи здоров'язберезувальному використанню програмно-апаратних засобів [Інтернет]. 2021 [оновлено 2021 Бер 03; цитовано 2023 Січ 20]. Доступно: [https://lib.iitta.gov.ua/705444/1/%D0%9D%D0%BE%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE,%20%D0%A1%D1%83%D1%85%D1%96%D1%85%20\(%D0%92%D0%B8%D1%89%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84.\)-%D0%BF%D1%81%D0%B8%D1%85%D0%BE%D0%BB.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/705444/1/%D0%9D%D0%BE%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE,%20%D0%A1%D1%83%D1%85%D1%96%D1%85%20(%D0%92%D0%B8%D1%89%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84.)-%D0%BF%D1%81%D0%B8%D1%85%D0%BE%D0%BB.pdf)

43. Опанасюк І. Взаємозв'язок емоційного інтелекту та пізнавальних процесів у старшому шкільному віці. Збірник наукових праць: філософія, соціологія, психологія. 2014; 19 (2):125-132.

44. Попович Д, Бідзюра І. Особливості когнітивних процесів у студентів з різною теплочутливістю. В: Матеріали XXVII Міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених «Майбутнє за наукою»; 2023 Квіт 10-12; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2023, с.244.

45. Портницька НФ, редактор. Практикум із загальної психології:робочий зошит: Методичні рекомендації до лабораторних занять з курсу «Практикум із загальної психології». Житомир: ЖДУ ім. І.Франка; 2016. 270 с.

46. Ратинська ОМ, Бідзюра ІГ. Особливості мислення у осіб з різною теплочутливістю. Перспективи та інновації науки. Серія: Медицина [Інтернет]. 2024 [цитовано 2024 Бер. 24];3(37):1470-9. DOI: 10.52058/2786-4952-2024-3(37)-1470-1479

47. Розов ВІ. Адаптивні антистресові психотехнології: Навч.посібн. К.:

Кондор; 2005. 278 с.

48. Романюк Н. Вплив глобального потепління та змін клімату на появу кліматичних мігрантів. Міжнародні відносини, суспільні комунікації та регіональні студії. 2020;1(7):52-61.

49. Сайт журналу «Охорона праці» Харків; 2020 Н; 2013 [оновлено 2020 Січ 10; цитовано 2022 Січ 20]. Доступно: [https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P\\_vcheniy\\_secretar/%D0%9E%D0%A5%D0%9E%D0%A0%D0%9E%D0%9D%D0%90\\_%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%A6%D0%86/2020/NRReaktsyia.pdf](https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/%D0%9E%D0%A5%D0%9E%D0%A0%D0%9E%D0%9D%D0%90_%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%A6%D0%86/2020/NRReaktsyia.pdf).

50. Серова І, Талюта Л, редактори. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти. V Міжнародна науково-практична конференція; 2022 Лист 15; Київ. Київ: Науково-методичний центр ВФПО; 2022. 170 с.

51. Сосновський ВВ, Пастухова ВА. Адаптація організму людини до гіпоксії. Вісник Черкаського університету. 2017;1:97-106.

52. Таровик НО; Коробейніков ГВ. Функціональний стан центральної нервової системи у підлітків з різним рівнем рухової активності. Вісник Черкаського університету. Серія: Біологічні науки, 2014, 36: 116-123.

53. Тесленко М.М. Дослідження впливу тривожності підлітка на його статусне положення у групі однолітків. Психологія і особистість. 2016;2(10):105-115.

54. Токарева НМ, Шамне АВ, Макаренко НМ. Сучасний підліток у системі психолого-педагогічного супроводу : Монографія. Кривий Ріг; 2014. 312 с.

55. Торішне літо у Європі було найтеплішим в історії – кліматологи; 2023 [оновлено 2023 Бер 10; цитовано 2023 Квіт 20]. Доступно: <https://newsyou.info/2023/06/torishnye-lito-u-yevropi-bulo-najteplishim-v-istori%D1%97-klimatologi>.

56. Цимбалюк ВІ. Вадзюк СН. Медико-соціальні аспекти глобального потепління. Журнал Національної академії медичних наук України.

2019;25(4):439-447.

57. Чуйко ОВ, Іванова ІВ. Вплив рівня тривожності на успішність навчальної діяльності. Актуальні проблеми психології. 2017;XI (16):215-226.

58. Швець Т. Старший шкільний вік як сенситивний період для розвитку соціально-особистісної компетентності. Наукові праці Міжрегіональної Академії управління персоналом. Педагогічні науки, 2023, 1 (54): 43-50.

59. Шкала тривоги Спілбергера (STAI); 2021 [оновлено 2021 Лют 14; цитовано 2022 Січ 20]. Доступно: <https://mozok.ua/depressiya/testy/item/2703-shkala-trivogi-splbergera-STAI>

60. Ялович ВТ, Ялович АВ. Теорія і методика відновлення працездатності. Луцьк: Вежа-Друк; 2017. с. 216.

61. Ясько ЛВ, Головач П. Характеристика короткочасної зорової пам'яті та властивостей уваги студентів різних спеціальностей (з урахуванням занять фізичним вихованням). Здоров'я, фізичне виховання і спорт: перспективи та кращі практики : матер. Міжнарод. наук.-практ. конф. 2018; с. 182-184.

62. Abbasi AM, Motamedzade M, Aliabadi M, Golmohammadi R, Tarak L. The impact of indoor air temperature on the executive functions of human brain and the physiological responses of body. Health Promot Perspect. 2019;9(1):55-64. DOI: 10.15171/hpp.2019.07.

63. Abramson CI. Why the study of comparative psychology is important to neuroscientists. Frontiers in Behavioral Neuroscience, 16.[Інтернет] 2023 [Цитовано 2023 вер 14]. Доступно: <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2022.1095033>.

64. Adamo N, Al-Ansari N, Sissakian V. Climate Change and the Need for Future Research. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Institute of Physics. 2022;1120 DOI: 10.1088/1755- 1315/1120/1/012029.

65. Adams JD, Ganio MS, Burchfield JM, Matthews AC, Werner RN, Chokbengboun AJ, et al. Effects of obesity on body temperature in otherwise-healthy females when controlling hydration and heat production during exercise in

the heat. *Eur J Appl Physiol*. 2015;115(1):167-76. DOI: 10.1007/s00421-014-3002-y.

66. Adeniyi M. Impacts of environmental stressors on autonomic nervous system. *Intech Open* [Internet]; 2022 [updated 2022 June 15; cited 2022 Nov 5]. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.101842>.

67. Ahuja V. Carbon bio-capturing system for environment conservation. In *energy, environment, and sustainability*. Springer nature. 2021; 99–126. DOI:10.1007/978-981-16-0638-0\_6.

68. Baddeley A. Working memory: looking back and looking forward. *Nat Rev Neurosci*. 2003;4:829–839. DOI:10.1038/nrn1201.

69. Balch JK, Nagy RC, Archibald S, Bowman DM, Moritz MA, Roos CI, Scott AC, Williamson GJ. Global combustion: the connection between fossil fuel and biomass burning emissions (1997-2010). *Philosophical transactions of the Royal Society of London*. 2016; 371(1696). DOI:10.1098/rstb.2015.0177.

70. Barr Kumarakulasinghe N, Blomberg T, Liu J, Saraiva Leao A, Papapetrou P. Evaluating local interpretable model-agnostic explanations on clinical machine learning classification models. In: 2020 IEEE 33rd International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS) [Internet]. Rochester, MN, USA: IEEE; 2020 [cited 2023 Nov 12]. p. 7–12. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9183167/>.

71. Bechtel W. Rethinking cognitive architecture: A heterarchical network of different types of information processors. *Rivista Internazionale Di Filosofia e Psicologia*. 2023;14(1–2):88–102. DOI:10.4453/rifp.2023.0007.

72. Beker BM, Cervellera C, De Vito A, Musso CG. Human physiology in extreme heat and cold. *Int Arch Clin Physiol* 2018;1:001. DOI:10.23937/iacph-2017/1710001.

73. Bisht H, Gautam S, Sarma R, Mishra AK, Prajapati VK. Integration of geospatial technology and simulation modelling for climate change studies. In *global climate change: resilient and smart agriculture*. Springer singapore. 2020;1:221-247 DOI:10.1007/978-981-32-9856-9\_11.



74. Bowles DC, Butler CD, Morisetti N. Climate change, conflict and health. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 2015;108(10):390–395. DOI:10.1177/0141076815603234.

75. Cedeño Laurent JG, Williams A, Oulhote Y, Zanobetti A, Allen JG, Spengler JD. Reduced cognitive function during a heat wave among residents of non-air-conditioned buildings: An observational study of young adults in the summer of 2016. *PLoS. Med.* 2018;15(7):e1002605. DOI:10.1371/journal.pmed.1002605.

76. Chang TY, Kajackaite A. Battle for the thermostat: Gender and the effect of temperature on cognitive performance. *PLoS ONE*. 2019; 14. DOI:10.1371/journal.pone.0216362.

77. Chen Y, Tao M, Liu W. High temperature impairs cognitive performance during a moderate intensity activity. *Building and Environment*. 2020;186:107372. DOI: 10.1016/j.buildenv.2020.107372.

78. Cheshire WP Jr. Thermoregulatory disorders and illness related to heat and cold stress. *Auton Neurosci*. 2016;196: 91-104.

79. Choi Y, Kim M, Chun C. Effect of temperature on attention ability based on electroencephalogram measurements, *Building and Environment*. 2019;147:299-304. DOI:10.1016/j.buildenv.2018.10.020.

80. Constantinou E, Vlemincx E, Panayiotou G. Testing emotional response coherence assumptions: Comparing emotional versus non- emotional states. *Psychophysiology*. 2023;60: e14359. DOI:10.1111/psyp.14359.

81. D’Amato G, Akdis CA. Global warming, climate change, air pollution and allergies. *Allergy*, 2020;5(9):2158–2160. DOI:10.1111/all.14527.

82. D’Amato G, Vitale C, Lanza M, Molino A, D’Amato M. Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: an update. *Current opinion in allergy and clinical immunology*. 2016;16(5):434–440. DOI://10.1097/ACI.0000000000000301.

83. Dai L, Kloog I, Coull B-A, Sparrow D, Spiro A, Vokonas P-S., Schwartz J-D. Cognitive function and short-term exposure to residential air temperature: A

repeated measures study based on spatiotemporal estimates of temperature. *Environmental Research*. 2016;150:446-451. DOI:10.1016/j.envres.2016.06.036.

84. Deng SZ, Jalaludin BB, Antó JM, Hess JJ, Huang CR. Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: a call to action for health professionals. *Chinese medical journal*. 2020;133(13):1552-1560. DOI:10.1097/CM9.0000000000000861.

85. Donnan K, Williams E-L, Morris J-L, Stanger N. The effects of exercise at different temperatures on cognitive function: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise*. 2021;54:101908. DOI:10.1016/j.psychsport.2021.101908.

86. Erens B, Williams L, Exley J, Ettelt S, Manacorda T, Hajat S, et al. Public attitudes to, and behaviours taken during, hot weather by vulnerable groups: results from a national survey in England. *BMC Public Health*. 2021;21(1):1631. DOI: 10.1186/s12889-021-11668-x.

87. Erkan İ. Cognitive response and how it is affected by changes in temperature. *Building Research & Information*. 2021;49(4):399-416. DOI:10.1080/09613218.2020.1800439.

88. Fisher GG, Chacon M, Chaffee DS. Theories of cognitive aging and work. *Work Across the Lifespan*, Elsevier. 2019:17-45. DOI:10.1016/B978-0-12-812756-8.00002-5.

89. Gaoua N, Racinais S, Grantham J, El Massioui F. Alterations in cognitive performance during passive hyperthermia are task dependent. *Int J Hyperthermia*. 2011;27(1):1-9. DOI:10.3109/02656736.2010.516305.

90. Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Kinney PL, Petkova EP, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz JD, Tobias A, Leone M, Tong S, Honda Y, Kim H, Armstrong BG. Temporal variation in heat-mortality associations: a multicountry study. *Environ Health Perspect*. 2015;123(11):1200-7. DOI: 10.1289/ehp.1409070.

91. Girard O, Gaoua N, Grantham J, Knez W, Walsh A, Racinais S. (2021). Effects of living and working in a hot environment on cognitive function in a quiet and temperature-controlled room: An oil and gas industry study. *Temperature*. 2021;8(4):372-380. DOI:10.1080/23328940.2021.1959289.

92. Giulia Carbonaro. Extreme heat: How high temperatures affect the human body [Internet]; 2023 [updated 2023 June 20; cited 2023 Nov 5]. Available from: <https://www.euronews.com/health/2023/07/19/extreme-heat-how-high-temperatures-affect-the-human-body>.

93. Halali E, Meiran N, Shalev I. Keep it cool: temperature priming effect on cognitive control. *Psychological Research*. 2017; 81: 343–354. DOI:10.1007/s00426-016-0753-6.

94. Hancock PA, Vasmatazidis I. Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge *Int. J. Hyperth*. 2003;19:355-372, DOI:10.1080/0265673021000054630.

95. Hanna EG, Tait PW. Limitations to thermoregulation and acclimatization challenge human adaptation to global warming. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2015; 12(7):8034-8074. DOI:10.3390/ijerph120708034.

96. Hayes K, Blashki G, Wiseman J, Burke S, Reifels, L. Climate change and mental health: risks, impacts and priority actions. *International journal of mental health systems*. 2018;12:28. DOI:10.1186/s13033-018-0210- 6.

97. Hegerl GC, Brönnimann S, Cowan T, Friedman AR, Hawkins E, Iles C, Undorf S. Causes of climate change over the historical record. *Environmental Research Letters*. 2019. DOI:10.1088/1748-9326/ab4557.

98. Horvath G, Nagy K, Tuboly G, Nagy E. Pain and weather associations – Action mechanisms; personalized profiling. *Brain Research Bulletin*. 2023;200: 110696. DOI:10.1016/j.brainresbull.2023.110696.

99. Iglesias V, Braswell AE, Rossi MW, Joseph MB, McShane C, Cattau M, Koontz MJ, McGlinchy J, Nagy RC, Balch J, Leyk S, Travis WR. Risky development: increasing exposure to natural hazards in the united states. *Earth's future*. 2021;9(7):e2020EF001795. DOI:10.1029/2020EF001795.

100. Ihara T, Narumi D, Fukuda S. et al. Loss of disability-adjusted life years due to heat-related sleep disturbance in the Japanese. *Sleep Biol. Rhythms*. 2023;21:69–84. DOI:10.1007/s41105-022-00419-z.

101. Kannadhasan S, Nagarajan, R. Green house gases: Challenges, effect, and climate change. *Biomass and Bioenergy Solutions for Climate Change Mitigation and Sustainability*. 2022: 65–74. DOI:10.4018/978-1-6684-5269-1.ch005.
102. Kelleher JD. *Deep learning*. MIT press [Internet]; 2019. [updated 2019 June 15; cited 2022 Nov 5]. Available from: <https://mitpress.mit.edu/9780262537551/deep-learning/>.
103. Kiviluoma J, Helisto N, Putkonen N, Smith C, Koivisto M, Korpas M, Guminski A. Flexibility from the electrification of energy: how heating, transport, and industries can support a 100% sustainable energy system. *IEEE Power and Energy Magazine*. 2022;20(4):55–65. DOI:10.1109/MPE.2022.3167576.
104. Klugmann-Radziemska E. The environmental benefits of photovoltaic systems: the impact on the environment in the production of photovoltaic systems: with a focus on metal recovery. *Comprehensive Renewable Energy*. 2022:140–151. DOI:10.1016/b978-0-12-819727-1.00015-7.
105. Krause F, Bach W, Kooney J. A Target-Based, Least Cost Approach to Climate Stabilization. *The Earthscan Reader in Sustainable Development 2023*: 65–77. DOI:10.4324/9781003403432-10.
106. Kyrylenko OV, Basok BI, Baseyev YT, Blinov IV. Power industry of Ukraine and realities of the global warming. *Technical Electrodynamics*. 2020;3:52–61. DOI:10.15407/TECHNED2020.03.052.
107. Lan L, Tang J, Wargoeki P, Wyon DP, Lian Z. Cognitive performance was reduced by higher air temperature even when thermal comfort was maintained over the 24–28°C range. *Indoor Air*. 2022;32. DOI: 10.1111/ina.12916.
108. Lang X, Wang Z, Tian X, Wu Y, Zhu S, Liu W. The effects of extreme high indoor temperature on EEG during a low intensity activity. *Building and Environment*. 2022;219:109225, DOI:10.1016/j.buildenv.2022.109225.
109. Lee TC, Knutson TR, Nakaegawa T, Ying M, Cha EJ. Third assessment on impacts of climate change on tropical cyclones in the Typhoon Committee Region – Part I: Observed changes, detection and attribution. *Tropical*

Cyclone Research and Review. 2020;9(1):1–22. DOI:10.1016/j.tcerr.2020.03.001.

110. Lee W, Moon M, Kim HG, et al. Heat stress-induced memory impairment is associated with neuroinflammation in mice. *J Neuroinflammation*. 2015;12:102. DOI: 10.1186/s12974-015-0324-6.

111. Lelieveld J, Klingmüller K, Pozzer A, Burnett RT, Haines A, Ramanathan V. Effects of fossil fuel and total anthropogenic emission removal on public health and climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2019;116(15):7192–7197. DOI:10.1073/pnas.1819989116.

112. Leskov BN, Pirnach GM, Sirota MV, Shpig VM. Tornadoes in Crimea on July 22, 2002. *Scientific works of the Ukrainian Hydrometeorological Research Institute*. 2011: 50-51.

113. Leyva EWA, Beaman A, Davidson PM. Health impact of climate change in older people: an integrative review and implications for nursing. *J Nurs Scholarsh*. 2017;49(6):670-678. DOI:10.1111/jnu.12346.

114. Li H, Hu H, Kong X, Fan, M. Experimental study on human multi-node thermal sensitivity and thermal demand oriented to uniform environment. *Building and Environment*. 2023: 243. DOI:10.1016/j.buildenv.2023.110677.

115. Liu K, Sun G, Li B, Jiang Q, Yang X, Li M, Li L, Qian S, Zhao L, Zhou Z, Deneen K-M, Liu Y. The impact of passive hyperthermia on human attention networks: An fMRI study. *Behavioural Brain Research*. 2013;243:220-230, DOI:10.1016/j.bbr.2013.01.013.

116. Liu W, Zhang Y, Deng Q. The effects of urban microclimate on outdoor thermal sensation and neutral temperature in hot-summer and cold-winter climate. *Energy Build*. 2016;128:190-7. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.06.086.

117. Lõhmus, M. Possible biological mechanisms linking mental health and heat– A contemplative review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2018;15:1515. DOI:10.3390/ijerph15071515.

118. Lu YC, Romps DM. Is a wet-bulb temperature of 35 °c the correct threshold for human survivability? *Environmental Research Letters*. 2023;18(9).

DOI:10.1088/1748-9326/ace83c.

119. Lüthi S, Fairless C, Fischer EM, Scovronick N, Ben Armstrong, Coelho MSZS, Guo YL, Guo Y, Honda Y, Huber V, Kysely J, Lavigne E, Royé D, Ryti N, Silva S, Urban A, Gasparrini A, Bresch DN, Vicedo-Cabrera AM. Rapid increase in the risk of heat-related mortality. *Nat Commun.* 2023;14(1):4894.14(1). DOI:10.1038/s41467-023-40599-x.

120. Mäkinen TM, Palinkas LA, Reeves DL, Pääkkönen T, Rintamäki H, Leppäluoto J, Hassi J. Effect of repeated exposures to cold on cognitive performance in humans. *Physiology & Behavior.* 2006;87(1):166-176. DOI:10.1016/j.physbeh.2005.09.015.

121. Malakouti SM. Utilizing time series data from 1961 to 2019 recorded around the world and machine learning to create a Global Temperature Change Prediction Model. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering.* 2023;7:100312. DOI:10.1016/j.cscee.2023.100312.

122. Mann ME, Gleick PH. Climate change and California drought in the 21st century. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 2015; 112(13):3858–3859. DOI:10.1073/pnas.1503667112.

123. Martín Abadi, Ashish Agarwal, Paul Barham, Eugene Brevdo, Zhifeng Chen, Craig Citro, et al. TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Systems [Internet]; 2015. [updated 2015 June 15; cited 2022 Nov 5]. Available from: <https://www.tensorflow.org/>.

124. Matthews TK, Wilby RL, Murphy C. Communicating the deadly consequences of global warming for human heat stress. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2017;114(15):3861-3866. DOI: 10.1073/pnas.1617526114.

125. Mazloumi A, Golbabaie F, Mahmood Khani S, Kazemi Z, Hosseini M, Abbasinia M, Farhang Dehghan S. Evaluating effects of heat stress on cognitive function among workers in a hot industry. *Health Promot Perspect.* 2014;4(2):240-6. DOI: 10.5681/hpp.2014.031.

126. Mccracken K, Phillips D. Climate change and the health of older people in southeast Asia. 2016; 29–52. DOI:10.1007/978-3-319-23684-1\_3.

127. McMichael C. Climate change-related migration and infectious disease. *Virulence*. 2015;6(6):548–553. DOI:10.1080/21505594.2015.1021539
128. Michael W. Richardson. What Happens to the Brain During a Heatstroke? [Internet]; 2020 [updated 2020 June 26; cited 2020 Nov 12]. Available from: <https://www.brainfacts.org/diseases-and-disorders/injury/2020/what-happens-to-the-brain-during-a-heatstroke-062520>.
129. Mimura N. Sea-level rise caused by climate change and its implications for society. *Proceedings of the Japan Academy. Series B, Physical and biological sciences*. 2013;89(7):281–301. DOI:10.2183/pjab.89.281.
130. Mohanty S, Mohanty B. Global climate change. A cause of concern.. *National Academy Science Letters*. 2009;32:149-156.
131. Moon M, Huh E, Lee W, Song E-J, Hwang D.-S, Lee T-H, Oh M-S. *Coptidis rhizoma* prevents heat stress-induced brain damage and cognitive impairment in mice. *Nutrients*. 2017;9:1057. DOI:10.3390/nu9101057.
132. Musiienko V, Marushchak M, Sverstuik A, Filipyuk A, Krynytska I. Prediction factors for the risk of hypothyroidism development in type 2 diabetic patients. *PharmacologyOnLine*. 2021;3:585-94.
133. Nakagawa H, Ishiwata T. Effect of short- and long-term heat exposure on brain monoamines and emotional behavior in mice and rats, *Journal of Thermal Biology*. 2021;99:102923, DOI:10.1016/j.jtherbio.2021.102923.
134. Nakata H, Kakigi R, Shibasaki M. Effects of passive heat stress and recovery on human cognitive function: An ERP study. *PLoS ONE* 2021;16(7):e0254769. DOI:10.1371/journal.pone.0254769.
135. Nita IA, Sfică L, Voiculescu M, Birsan MV, Micheu MM. Changes in the global mean air temperature over land since 1980. *Atmospheric Research*. 2022; 279. DOI:10.1016/j.atmosres.2022.106392.
136. Obradovic J, Boyce WT. Individual differences in behavioral, physiological, and genetic sensitivities to contexts: implications for development and adaptation. *Dev Neurosci*. 2009;31(4):300-8.
137. Otosaka IN, Shepherd A, Ivins ER, Schlegel NJ, Amory C, Van Den

Broeke M R, Wouters B. Mass balance of the Greenland and Antarctic ice sheets from 1992 to 2020. *Earth System Science Data*. 2023;15(4):1597–1616. DOI:10.5194/essd-15-1597-2023.

138. Palatnik de Sousa I, Maria Bernardes Rebuszi Vellasco M, Costa da Silva E. Local interpretable model-agnostic explanations for classification of lymph node metastases. *Sensors*. 2019;19(13):2969.

139. Perera F. Pollution from fossil-fuel combustion is the leading environmental threat to global pediatric health and equity: solutions exist. *International journal of environmental research and public health*. 2017;15(1):16. DOI:10.3390/ijerph15010016.

140. Périard JD, Racinais S, Sawka MN. Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: Applications for competitive athletes and sports *Scand J Med Sci Sports*. 2015; 25: 20–38. DOI: 10.1111/sms.12408.

141. Piil JF, Lundbye-Jensen J, Trangmar SJ, Nybo L. Performance in complex motor tasks deteriorates in hyperthermic humans. *Temperature*. 2017;4:420-428. DOI:10.1080/23328940.2017.1368877.

142. Pluess M, Lionetti F, Aron E, Aron A. People differ in their sensitivity to the environment: an integrated theory and empirical evidence. 2023;104:104377. DOI: 10.1016/j.jrp.2023.

143. Podkovka OI, Makarchuk MY, Filimonova NB, Pampuha IV, Varzhanska YeV. Neurobiological and psychophysiological differences of visual working memory functioning in radar station operators. *Fiziol. Zh*. 2023;69(6):22-32.

144. Probst P, Annunziato A, Proietti C, Paris S. 2020. Atlantic Hurricane Season: A record-breaking season, EUR 30635 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021. DOI:10.2760/00114, JRC123923.

145. Rahman MM, Begum BA, Hopke PK, Nahar K, Newman J, Thurston GD. Cardiovascular morbidity and mortality associations with biomass- and fossil-fuel-combustion fine-particulate-matter exposures in Dhaka, Bangladesh. *International journal of epidemiology*, 2021;50(4):1172–1183.



DOI:10.1093/ije/dyab037.

146. Rempel A, Gupta J. Fossil fuels, stranded assets and COVID-19: Imagining an inclusive & transformative recovery. *World development*. 2021;146:105608. DOI:10.1016/j.worlddev.2021.105608.

147. Ribeiro MT, Singh S, Guestrin C. “Why Should I Trust You?”: Explaining the Predictions of Any Classifier. 2016 [cited 2023 Nov 6]; Available from: <https://arxiv.org/abs/1602.04938>.

148. Riham Jaber A, Dejan M, Marcella U. The effect of indoor temperature and CO2 levels on cognitive performance of adult females in a university building in Saudi Arabia, *energy procedia*. 2017;122:451-456, DOI:10.1016/j.egypro.2017.07.378.

149. Romshoo SA, Murtaza KO, Shah W, Ramzan T, Ameen U, Bhat MH. Anthropogenic climate change drives melting of glaciers in the Himalaya. *Environmental science and pollution research international*. 2022;29(35):52732–52751. DOI:10.1007/s11356-022-19524-0.

150. Rossati A. Global warming and its health impact. *The international journal of occupational and environmental medicine*. 2017;8(1): 7–20. DOI:10.15171/ijoem.2017.963.

151. Schmit C, Hausswirth C, Meur YLe et al. Cognitive functioning and heat strain: performance responses and protective strategies. *Sports Med*. 2017;47:1289–1302. DOI:10.1007/s40279-016-0657-z.

152. Semenza JC, Ebi KL. Climate change impact on migration, travel, travel destinations and the tourism industry. *Journal of travel medicine*, 2019;26(5):taz026. DOI:10.1093/jtm/taz026.

153. Sepehri S, Aliabadi M, Golmohammadi R, Babamiri M. The effects of noise on human cognitive performance and thermal perception under different air temperatures. *J Res Health Sci*. 2019;19(4):e00464.

154. Shibasaki M, Namba M, Oshiro M, Kakigi R, Nakata H. Suppression of cognitive function in hyperthermia; From the viewpoint of executive and inhibitive cognitive processing. *Sci Rep*. 2017;7:43528. DOI: 10.1038/srep43528.

155. Shindell D, Zhang Y, Scott M, Ru M, Stark K, Ebi KL. The effects of heat exposure on human mortality throughout the United States. *GeoHealth*. 2020;4(4):e2019GH000234. DOI:10.1029/2019GH000234.
156. Shivanna KR. Climate change and its impact on biodiversity and human welfare. *Proc.Indian Natl. Sci. Acad.* 2022;88:160–171. DOI:10.1007/s43538-022-00073-6.
157. Shultz JM, Shepherd JM, Bagrodia R, Espinel Z. Tropical cyclones in a year of rising global temperatures and a strengthening El Niño. *Disaster health*, 2015;2(3-4):151–162. DOI:10.1080/21665044.2014.1111722.
158. Singh AB, Kumar P. Climate change and allergic diseases: An overview. *Frontiers in allergy*. 2022; 3:964987. DOI:10.3389/falgy.2022.964987.
159. Slagt M, Dubas JS, Dekovic M, van Aken MA. Differences in sensitivity to parenting depending on child temperament: A meta-analysis. *Psychol Bull.* 2016;142(10):1068-110. DOI: 10.1037/bul0000061.
160. Slater T, Lawrence IR, Otosaka IN, Shepherd A, Gourmelen N, Jakob L, Nienow P. Review article: Earth’s ice imbalance. *Cryosphere*, 2021;15(1), 233–246. DOI:10.5194/tc-15-233-2021.
161. Smith AB, Matthews JL. Quantifying uncertainty and variable sensitivity within the US billion-dollar weather and climate disaster cost estimates. *Natural Hazards*, 2015; 77(3), 1829–1851. DOI:10.1007/s11069-015- 1678-x.
162. Sun G, Lin X, Yi X, Zhang P, Liu R, Fu B, Sun Y, Li J, Jiao S, Tian T, Xu XM, Tseng KW, Lin CH. Aircraft noise, like heat stress, causes cognitive impairments via similar mechanisms in male mice. *Chemosphere*. 2021;274:129739. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.129739.
163. Taylor L, Watkins SL, Marshall H, Dascombe BJ and Foster J. The impact of different environmental conditions on cognitive function: a focused review. *Front. Physiol.* 2016;6:372. DOI: 10.3389/fphys.2015.00372.
164. TensorFlow Developers. TensorFlow [Internet]. Zenodo; 2023 [cited 2023 Nov 6]. Available from: <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.4724125>.
165. Toan do TT, Kien VD, Bao Giang K, Van Minh H, Wright P.

Perceptions of climate change and its impact on human health: an integrated quantitative and qualitative approach. *Glob Health Action*. 2014;8(7):23025. DOI: 10.3402/gha.v7.23025.

166. Turrentine AMJ. *Global Warming 101 – Definition, Facts, Causes and Effects of Global Warming*, 2021.

167. Tyler CJ, Reeve T, Hodges GJ. et al. The effects of heat adaptation on physiology, perception and exercise performance in the heat: a meta-analysis. *Sports Med*. 2016;46:1699–1724. DOI: 10.1007/s40279-016-0538-5.

168. Tyshchenko S. Univariate analysis of variance as a method of solving professional pedagogical tasks in higher education. *Modern Economics*. 2022;35:118-22. DOI:10.31521/modecon.V35(2).

169. Ullrich PA, Xu Z, Rhoades AM, Dettinger MD, Mount JF, Jones AD, Vahmani P. California's drought of the future: a midcentury recreation of the exceptional conditions of 2012-2017. 2018;6(11):1568–1587. DOI:10.1029/2018EF001007.

170. Vadzyuk SN, Kharkovska TV, Huk VO, Dzhyvak VH, Papinko IYa, Nikitina IM. Prognostic criteria for the selection of individuals with different heat sensitivity. *Wiad Lek*. 2022;75(5):1370-5. DOI: 10.36740/wlek202205225.

171. Vadzyuk SN, Ratynska OM, Bidzyura IH. Anxious status in persons with different heat sensitivity. and prospects: The 4 th International scientific and practical conference “Modern science: innovations ”; 2022 January 10-12; SSPG Publish, Stockholm, Sweden, p.110-3.

172. Välikangas T, Suomi T, Elo LL. A systematic evaluation of normalization methods in quantitative label-free proteomics. *Brief Bioinform*. 2016.

173. Vecchi GA, Landsea C, Zhang W, Villarini G, Knutson T. Changes in Atlantic major hurricane frequency since the late-19th century. *Nature communications*, 2021;12(1):4054. DOI:10.1038/s41467-021-24268-5.

174. Vinod T. *Climate change and natural disasters: Transforming economies and policies for a sustainable future*. Routledge, London. – 2017.

DOI:10.4324/9781315081045.

175. Walter EJ, Carraretto M. The neurological and cognitive consequences of hyperthermia. *Crit Care*. 2016;20:199. DOI:10.1186/s13054-016-1376-4.

176. Wang Q, Zhao Q, Wang G, Wang B, Zhang Y, Zhang J, Li N, Zhao Y, Qiao H, Li W, Liu X, Liu L, Wang F, Zhang Y, Guo Y. The association between ambient temperature and clinical visits for inflammation-related diseases in rural areas in China. *Environmental Pollution*. 2020;261:114128. DOI:10.1016/j.envpol.2020.114128.

177. Wargocki P, Porras-Salazar JA, Contreras-Espinoza S. The relationship between classroom temperature and children's performance in school. *Building and Environment*. 2019;157:197-204. DOI:0.1016/j.buildenv.2019.04.046.

178. Webb A, Angus D, Finfer. *Oxford textbook of critical care*. (2nd edn), Oxford University Press, UK. 2016.

179. Weihua D, Zhao L, Hua L, QiuHong T, Xian'en L. New climate and socio-economic scenarios for assessing global human health challenges due to heat risk. *Climatic Change*, Springer. 2015;130(4):505-18.

180. Weilhhammer V, Schmid J, Mittermeier I, Schreiber F, Jiang L, Pastuhovic V, Herr C, Heinze S. Extreme weather events in Europe and their health consequences. A systematic review. *International journal of hygiene and environmental health*. 2021;233:113688. DOI:10.1016/j.ijheh.2021.113688.

181. Wu Y, Zhang S, Liu H, Cheng Y. Thermal sensation and percentage of dissatisfied in thermal environments with positive and negative vertical air temperature differences. *Energy and Built Environment*. 2023;4(6):629–638. DOI:10.1016/j.enbenv.2022.06.002.

182. Yang M, Li Z, Zhao Y, Zhou F, Zhang Y, Gao J, Yin T, Hu X, Mao Z, Xiao J, Wang L, Liu C, Ma L, Yuan Z, Lv J, Shen H, Hou PC, Kang H. Outcome and risk factors associated with extent of central nervous system injury due to exertional heat stroke. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(44):e8417. DOI:10.1097/MD.0000000000008417.

183. Yeganeh AJ, Reichard G, McCoy A-P, Bulbul T, Jazizadeh F.

Correlation of ambient air temperature and cognitive performance: a systematic review and meta-analysis, *building and environment*. 2018;143:701-716. DOI:10.1016/j.buildenv.2018.07.002.

184. Yeoman K, Weakley A, DuBose W, Honn K, McMurry T, Eiter B, Baker B, Poplin G. Effects of heat strain on cognitive function among a sample of miners. *Applied Ergonomics*. 2022;102:103743. DOI:10.1016/j.apergo.2022.103743.

185. Yin B, Fang W, Liu L, Guo Y, Ma X, Di Q. Effect of extreme high temperature on cognitive function at different time scales: A national difference-in-differences analysis. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2024 Apr 15;275:116238. DOI:10.1016/j.ecoenv.2024.116238. Epub 2024 Mar 21. PMID: 38518609.

186. Zarghami E, Yazdanfar SA, Hosseini Yekta N, Dadras F. Effect of environmental temperature on working memory in military personnel. *J Arch Mil Med*. 2022;10(3):e128528. DOI: 10.5812/jamm-128528.

187. Zhu H, Hu M, Hu S, Wang H, Guan J. Effects of hot-humid exposure on human cognitive performance under sustained multi-tasks. *Energy and Buildings-2023*;279:112704. DOI:10.1016/j.enbuild.2022.112704.

188. Zivin JG, Hsiang SM, Neidell M. Temperature and human capital in the short and long run. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*. 2018;5(1): 77-105. DOI:10.1086/694177.

**ДОДАТОК А****Список публікацій здобувача:**

1. Вадзюк СН, Бідзюра І Г. Особливості психоемоційного стану у підлітків із різною теплочутливістю. Здобутки клінічної і експериментальної медицини, 2023;(3):38–45. DOI: 10.11603/1811-2471.2023.v.i3.14073.
2. Вадзюк СН, Бідзюра ІГ. Стан сприймання простору та часу у підлітків із різною теплочутливістю. Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України, 2023;(2):48–53. DOI: 10.11603/1681-2786.2023.2.14034.
3. Бідзюра ІГ. Стан короткотривалої зорової пам'яті та уваги у осіб з різною теплочутливістю. Здобутки клінічної і експериментальної медицини, 2024;(1):37–44. DOI: 10.11603/1811-2471.2024.v.i1.14396.
4. Ратинська ОМ, Бідзюра ІГ. Особливості мислення у осіб з різною теплочутливістю. Перспективи та інновації науки. Серія: Медицина [Інтернет]. 2024 [цитовано 2024 Бер. 24];3(37):1470-9. DOI: 10.52058/2786-4952-2024-3(37)-1470-1479.
5. Вадзюк СН, Бідзюра ІГ. Стан нейродинамічних функцій у осіб з різною теплочутливістю. Клінічна та експериментальна патологія, 2024;23,1(87), 2024:11-8. DOI 10.24061/1727-4338. XXIII.1.87.2024.02.
6. Бідзюра ІГ. Аналіз властивостей нервової системи у підлітків з різною теплочутливістю: Матеріали 90-ї науково-практичної конференції студентів і молодих вчених «Інновації в медицині та фармації»; 2021 Березень 25-27; Івано-Франківськ, с.75.
7. Vadzyuk SN, Ratynska OM, Bidzyura IH. Anxious status in persons with different heat sensitivity. and prospects: The 4 th International scientific and practical conference “Modern science: innovations ”; 2022 January 10-12; SSPG Publish, Stockholm, Sweden, p.110-3.
8. Лагуза А, Бідзюра І. Особливості стану нервової системи та когнітивних процесів у осіб з різною теплочутливістю. . В: Матеріали XXVII

Міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених «Майбутнє за наукою»; 2023 Квіт 10-12; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2023, с.238.

9. Попович Д, Бідюра І. Особливості когнітивних процесів у студентів з різною теплочутливістю. В: Матеріали XXVII Міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених «Майбутнє за наукою»; 2023 Квіт 10-12; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2023, с.244.

10. Бідюра ІГ. Прогнозування рівня теплочутливості на основі психофізіологічних показників у підлітків із використанням методу нейронних мереж. В: Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Trends in the development of science and teaching methods»; 2024, с.170.

11. Вадзюк СН, Бідюра ІГ, Ратинська ОМ. Розумова працездатність у підлітків з різною теплочутливістю. В: Вадзюк СН, редактор. Зб. матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Довкілля і здоров'я» з міжнародною участю, присвяченій 170-ій річниці з дня народження І.Я. Горбачевського; 2024; Тернопіль: Укрмедкнига; 2024, с.4-6.

## ДОДАТОК Б

### **Відомості про апробацію результатів дисертації:**

- 90-а науково-практична конференція студентів та молодих вчених із міжнародною участю «Інновації в медицині та фармації» (Івано-Франківськ, 25-27 березня 2021 р.) – *публікація та усна доповідь*;
- Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «The 4th International scientific and practical conference “Modern science: innovations» (Stockholm, Sweden, January 10-12, 2022) – *публікація та усна доповідь*;
- XXVII Міжнародний медичний конгрес студентів та молодих вчених «Майбутнє за наукою» (Тернопіль, 10-12 квітня 2023) *2 публікації та усні доповіді*;
- XVI Міжнародна науково-практична конференція «Trends in the development of science and teaching methods»XXIII (Sofia, Bulgaria, April 22-24, 2024) – *публікація та усна доповідь*;
- Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Довкілля і здоров'я» (Тернопіль, 25-27 квітня 2024) – *публікація*.



## ДОДАТОК В.1

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. першого проректора  
Івано-Франківського національного  
медичного університету

д. фарм. н. т. н. Андрій ГРИЦИК

« 07 »



## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи до навчального процесу

1. **Пропозиція для впровадження:** Особливості психоемоційного стану у підлітків із різною теплочутливістю
2. **Установа-розробник:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, кафедра фізіології з основами біоетики та біобезпеки, м. Тернопіль, вул. Юліуша Словацького, 2, 46001, Україна.
3. **Розроблювач:** БІДЗЮРА Інна Григорівна
4. **Джерела інформації:**
  - Вадзюк С.Н., Бідзюра І.Г. Особливості психоемоційного стану у підлітків із різною теплочутливістю //Здобутки клінічної та експериментальної медицини, 2023. - №3. DOI: <https://doi.org/10.11603/1811-2471.2023.v.i3.14073>
5. **Базова установа, яка проводить впровадження:** Івано-Франківський національний медичний університет, кафедра фізіології.
6. **Термін впровадження:** 2022/2023 навчальний рік.
7. **Включено:** у лекційний курс та практичні заняття.
8. **Результати впровадження:** Використання результатів дослідження Інни БІДЗЮРИ у навчальному процесі дозволяє констатувати, що виявлено залежність самопочуття, активності та настрою від рівня тривожності в осіб із різною теплочутливістю. Вивчення дозволить прогнозувати відновлення стану здоров'я і професійну успішність в умовах підвищених стресових чинників, окреслювати шляхи адаптації осіб із високою теплочутливістю.
9. **Зауваження та пропозиції:** немає.

Відповідальна за впровадження  
завідувач кафедри фізіології  
Івано-Франківського національного  
медичного університету  
д. мед. н., проф.

Наталія ВОРОНИЧ-СЕМЧЕНКО

## ДОДАТОК В.2

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

проректор з наукової роботи  
Вінницького національного медичного  
університету імені М.І. Пирогова

д. м. н., проф. Власенко О.В.

« 13 » жовтня 20 23 р.



## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи до навчального процесу

1. **Пропозиція для впровадження:** Стан сприймання у підлітків із різною теплочутливістю
2. **Установа-розробник:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, кафедра фізіології з основами біоетики та біобезпеки, м. Тернопіль, вул. Юліуша Словацького, 2, 46001, Україна.
3. **Розроблювач:** Бідзюра Інна Григорівна
4. **Джерела інформації:**  
Вадзюк С.Н., Бідзюра І.Г. Стан сприймання у підлітків із різною теплочутливістю //Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України, 2023. - №2., С.48-53. DOI: <https://doi.org/10.11603/1681-2786.2023.2.14034>
5. **Базова установа, яка проводить впровадження:** Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова, кафедра нормальної фізіології.
6. **Термін впровадження:** 2022/2023 навчальні роки.
7. **Включено:** у лекційний курс та практичні заняття.
8. **Результати впровадження:** Використання результатів дослідження Бідзюри І.Г. у навчальному процесі дозволяє використовувати запропоновану роботу та методики для того, щоб констатувати, що у осіб із високою теплочутливістю, порівняно із підлітками із низькою теплочутливістю, спостерігається гірше сприймання простору та часу.
9. **Зауваження та пропозиції:** немає.

Відповідальний за впровадження  
завідувач кафедри нормальної фізіології  
Вінницького національного медичного  
університету імені М.І. Пирогова  
д. м. н., професор

 Йолтухівський М.В



## ДОДАТОК В.3

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи

Тернопільського національного медичного

університету імені І.Я. Горбачевського

проф. Кліщ І.М.

2023 р.



## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи до навчального процесу

1. **Пропозиція для впровадження:** Розумова працездатність у підлітків з різною теплочутливістю.
2. **Установа-розробник:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, кафедра фізіології з основами біоетики та біобезпеки, м. Тернопіль, вул. Юліуша Словацького, 2, 46001, Україна.
3. **Розроблювач:** Бідзюра Інна Григорівна.
4. **Джерела інформації:**

Бідзюра І.Г. Когнітивні функції у підлітків з різною тепло чутливістю: тези доповідей Підсумкової LXV науково-практичної конференції «Здобутки клінічної та експериментальної медицини» (м.Тернопіль, 9 червня 2022 р.). Тернопіль, 2022. №1.

Вадзюк С.Н., Бідзюра І.Г., Ратинська О. М. Розумова працездатність у підлітків з різною теплочутливістю. Збірник матеріалів науково-практичної конференції «Довкілля і здоров'я», за редакцією проф. Вадзюка С.Н. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2022.

1. **Базова установа, яка проводить впровадження:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України.
2. **Термін впровадження:** 2022/2023 навчальний рік.
3. **Включено:** у лекційний курс та практичні заняття.
4. **Результати впровадження:** Використання результатів дослідження Бідзюри І.Г. у навчальному процесі говорить про те, що температура довкілля має вагомий вплив на організм. Добре самопочуття та висока працездатність залежать від перепаду температури.
5. **Зауваження та пропозиції:** немає.

Відповідальний за впровадження  
доцент кафедри фізіології  
з основами біоетики та біобезпеки

доц. Папінко І.Я.

## ДОДАТОК В.4

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи  
Тернопільського національного медичного  
університету імені І.Я. Горбачевського  
проф. Кліщ І.М.  
11 2023 р.



## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи до навчального процесу

1. **Пропозиція для впровадження:** Стан нейродинамічних функцій у осіб з різною теплочутливістю.
2. **Установа-розробник:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, кафедра фізіології з основами біоетики та біобезпеки, м. Тернопіль, вул. Юліуша Словацького, 2, 46001, Україна.
3. **Розроблювач:** Бідзюра Інна Григорівна.
4. **Джерела інформації:**  
 Вадзюк СН, Бідзюра ІГ. Стан нейродинамічних функцій у осіб з різною теплочутливістю. Клінічна та експериментальна патологія, 2024;23,1(87), 2024:11-8. DOI 10.24061/1727-4338. XXIII.1.87.2024.02  
 Бідзюра ІГ. Аналіз властивостей нервової системи у підлітків з різною теплочутливістю: Матеріали 90-ї науково-практичної конференції студентів і молодих вчених «Інновації в медицині та фармації»; 2021 Березень 25-27; Івано-Франківськ, с.75.  
 Vadzyuk SN, Ratynska OM, Bidzyura IH. Anxious status in persons with different heat sensitivity. and prospects: The 4 th International scientific and practical conference "Modern science: innovations "; 2022 January 10-12; SSPG Publish, Stockholm, Sweden, p.110-3.  
 Лагуза А, Бідзюра І. Особливості стану нервової системи та когнітивних процесів у осіб з різною теплочутливістю. . В: Матеріали XXVII Міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених «Майбутнє за наукою»; 2023 Квіт 10-12; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2023, с.238.
5. **Базова установа, яка проводить впровадження:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України.
6. **Термін впровадження:** 2022/2023 навчальний рік.
7. **Включено:** у лекційний курс та практичні заняття.
8. **Результати впровадження:** Використання результатів дослідження Бідзюри І.Г. у навчальному процесі говорить про те, що температура довкілля має вагомий вплив на організм. Стан властивостей нервової системи залежать від перепаду температури.
9. **Зауваження та пропозиції:** немає.

Відповідальний за впровадження  
доцент кафедри фізіології  
з основами біоетики та біобезпеки

доц. Папінко І.Я.

## ДОДАТОК Г

## Методика визначення тривожності Спілбергера-Ханіна (State-Trait Anxiety Inventory – STAI)

## Шкала ситуативної тривожності (СТ)

№ п/п	Твердження	Ні, це не так	Мабуть, так	Правильно	Зовсім правильно
1	2	3	4	5	6
1.	Я почуваюся спокійним	1	2	3	4
2.	Немає ніяких загроз для мене	1	2	3	4
3.	Я напружений	1	2	3	4
4.	Я скутий	1	2	3	4
5.	Я почуваю себе вільно	1	2	3	4
6.	Я засмучений	1	2	3	4
7.	Я хвилююся через можливі невдачі	1	2	3	4
8.	Я маю відчуття душевного спокою	1	2	3	4
9.	Я стурбований	1	2	3	4
10.	Я маю почуття задоволення собою	1	2	3	4
11.	Я впевнений	1	2	3	4
12.	Я знервований	1	2	3	4
13.	Я не знаходжу собі місця в житті	1	2	3	4
14.	Я відчуваю напруження	1	2	3	4
15.	Я не почуваю напруження	1	2	3	4
16.	Я вдоволений	1	2	3	4
17.	Я маю багато клопотів	1	2	3	4
18.	Я дуже збуджений і мені важко	1	2	3	4
19.	Я радісний	1	2	3	4
20.	Мені приємно	1	2	3	4

## Визначення особистісної тривожності (ОТ)

Потрібно прочитати уважно кожне з наведених тверджень у табл.2.5 і закреслити цифру у відповідній графі праворуч залежно від того, як почувається на даний момент обстежуваний. Над запитаннями довго не слід задумуватися, оскільки правильних і неправильних відповідей немає.

## Шкала ситуативної тривожності (СТ)

№ п/п	Судження	Ні, це не так	Мабуть, так	Правильно	Зовсім правильно
1	2	3	4	5	6
21.	Я часто маю підвищений настрій	1	2	3	4
22.	Я можу бути дратівливим	1	2	3	4
23.	Я часто засмучений	1	2	3	4
24.	Я хотів би почуватись щасливим, як і інші	1	2	3	4
25.	Я дуже болісно переживаю неприємності і довгий час не можу їх забути	1	2	3	4
26.	Я відчуваю повний енергії і бажання до праці	1	2	3	4
27.	Я впевнений і зосереджений	1	2	3	4
28.	Я боюсь труднощів в майбутньому	1	2	3	4
29.	Я багато переживаю через неважливі речі	1	2	3	4
30.	Я часто буваю абсолютно щасливим	1	2	3	4
31.	Я приймаю близько до серця всю інформацію	1	2	3	4
32.	Я не впевнений у собі	1	2	3	4
33.	Я беззахисний	1	2	3	4
34.	Я не потрапляю в критичні обставини	1	2	3	4
35.	Я можу нудьгувати	1	2	3	4
36.	Я задоволений собою	1	2	3	4
37.	Мене відволікають від роботи дрібниці	1	2	3	4
38.	Можу почуватись невдахою	1	2	3	4
39.	Я врівноважений	1	2	3	4
40.	Я хвилююсь, коли я думаю про свої справи	1	2	3	4

Результати тесту обробляються за допомогою ключів, наведених у таблиці

## Ключ до тесту на визначення тривожності

Ситуативна тривожність					Особистісна тривожність				
№ з/п	Ні, це не так	Мабуть, так	Правильно	Зовсім не правильно	№ з/п	Ніколи	Іноді	Часто	Йже завжди
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	1	3	2	21	4	3	2	1
2	4	1	3	2	22	1	2	3	4
3	1	4	2	3	23	1	2	3	4
4	1	4	2	3	24	1	2	3	4
5	4	1	3	2	25	1	2	3	4
6	1	4	2	3	26	4	3	2	1
7	1	4	2	3	27	4	3	2	1
8	4	1	3	2	28	1	2	3	4
9	1	4	2	3	29	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	4	1	3	2	30	4	3	2	1
11	4	1	3	2	31	1	2	3	4
12	1	4	2	3	32	1	2	3	4
13	1	4	2	3	33	1	2	3	4
14	1	4	2	3	34	1	2	3	4
15	4	1	3	2	35	1	2	3	4
16	4	1	3	2	36	4	3	2	1
17	1	4	2	3	37	1	2	3	4
18	1	2	3	4	38	1	2	3	4
19	4	1	3	2	39	4	3	2	1
20	4	1	3	2	40	1	2	3	4

Для інтерпретації результатів були використані наступні бали за індексом

- ✓ 0-30 балів – низький рівень тривожності;
- ✓ 31-45 балів – середній рівень тривожності;
- ✓ 45+ балів – високий рівень тривожності.

## ДОДАТОК Д

Коректурна проба (з використанням методики С.А. Лукомської і Е.Ф.

Рибалко)

Оцінка стійкості уваги в балах

Продуктивність уваги		Точність уваги		Продуктивність уваги		Точність уваги	
кількість літер	бал	%	бал	кількість літер	бал	%	бал
1	2	3	4	1	2	3	4
< 1011	1	<70	1	2660-2825	16	84-85	112
1011-1175	3	70-72	2	2825-2990	17	85-87	13
1175-1340	5	72-73	3	2990-3155	18	87-88	14
1340-1505	7	73-74	4	3155-3320	19	88-90	15
1505-1670	9	74-76	5	3320-3485	20	90-91	16
1670-1835	10	76-77	6	3485-3650	21	91-92	17
1835-2000	11	77-79	7	3650-3815	22	92-94	18
2000-2165	12	79-80	8	3815-3980	23	94-95	20
2165-2330	13	80-81	9	3980-4145	24	95-96	22
2330-2495	14	81-83	10	4145-4310	25	96-98	24
2495-2660	15	83-84	11	>4310	26	>98	26



## ДОДАТОК Е

Методика Е.Крепеліна

3	4	3	4	4	8	6	6	3	4	4	7	3	4	8	9	6	7	2	9	8	7	4
2	5	9	7	8	4	3	2	4	7	6	5	3	4	4	7	9	7	3	8	9	2	4
3	8	5	9	3	6	8	4	2	6	7	9	3	7	4	7	4	3	9	7	2	9	7
9	5	4	7	5	2	4	8	9	8	4	8	4	7	2	9	3	6	8	9	4	9	4
9	5	4	5	2	9	6	7	3	7	6	3	2	9	6	5	9	4	7	4	7	9	3
2	9	8	7	2	9	4	8	4	4	5	4	4	8	7	2	5	9	2	2	6	7	4
9	2	3	6	3	5	4	7	8	9	3	9	4	8	9	2	4	2	7	5	7	8	9
7	4	7	5	4	4	8	6	9	7	9	2	3	4	9	7	6	4	8	3	4	9	6
8	6	3	7	6	6	9	2	9	4	8	2	6	9	4	4	7	6	9	3	7	6	2
9	8	9	3	4	8	4	5	6	7	5	4	3	4	8	9	4	7	7	9	6	3	4
5	8	5	7	4	9	7	2	6	9	3	4	7	4	2	9	8	4	3	7	5	8	3
3	4	6	5	7	8	4	3	5	5	4	2	9	6	2	4	2	9	2	7	2	5	8
5	2	3	9	3	4	5	3	2	8	2	9	8	9	4	2	8	7	8	5	4	3	5
3	4	9	2	4	7	8	5	2	9	6	4	4	7	6	7	5	6	9	8	6	4	7
4	9	6	3	4	9	9	4	8	6	5	7	4	9	3	2	4	7	4	9	8	3	8
8	4	7	8	9	4	3	9	3	7	6	5	2	4	4	3	4	8	7	3	9	2	4

## ДОДАТОК Ж

Опитувальник Г.Айзенка

1. Ви часто відчуваєте потяг до нових вражень, бажання відчути збудження?
2. Чи часто Ви відчуваєте потребу в друзях, які Вас розуміють, можуть підбадьорити і втішити?
3. Чи вважаєте Ви себе безтурботною людиною?
4. Чи правда, що Вам дуже важко відповісти "Ні"?
5. Чи обмірковуєте Ви свої справи не поспішаючи, чи віддаєте Ви перевагу тому, щоб почекати перед тим, як діяти?
6. Ви завжди стримуєте свої обіцянки, не зважаючи на те, що Вам це не завжди вигідно?
7. Чи часто у Вас бувають спади і підйоми настрою?
8. Взагалі Ви дієте і розмовляєте швидко, без запинок для обмірковування?
9. Чи виникало у Вас коли-небудь почуття, що Ви "нещасна людина", хоча ніякої вагомої причини для цього не було?
10. Чи зробили б Ви все, будь-що, на спір?
11. Чи виникає у Вас почуття невпевненості та сорому, коли хочете зав'язати розмову з симпатичною (ним) незнайомкою (цем)?
12. Чи буває коли-небудь, що Ви сердитесь, виходите з себе?
13. Чи часто Ви дієте під впливом тимчасового настрою?
14. Чи часто Ви хвилюєтесь із-за того, що зробили або сказали щось таке, чого не слід було робити або говорити?
15. Чи віддаєте Ви перевагу книжкам над зустрічами з людьми?
16. Чи правда, що Вас легко образити?
17. Ви любите часто бувати в компаніях?
18. Чи бувають у Вас такі думки, що Ви хотіли б приховати від інших?

19. Чи правда, що Ви часом повні енергії так, що все горить у руках, а часом зовсім в'ялі?
20. Чи хотіли б Ви, щоб у Вас було друзів менше, але щоб вони були дуже близькими?
21. Чи часто Ви мрієте?
22. Коли на Вас кричать, Ви відповідаєте тим же?
23. Чи часто Вас хвилює відчуття провини?
24. Чи всі Ваші звички хороші та Бажані?
25. Чи здатні Ви дати волю своїм почуттям і повеселитись у галасливій компанії?
26. Чи рахуєте Ви себе людиною збудливою і вразливою?
27. Чи вважають Вас людиною жвавою і веселою?
28. Після того, як справа зроблена, чи часто Ви подумки повертаєтесь до неї, гадаєте, що можна було б зробити краще?
29. Ви, як правило, мовчите, коли знаходитесь в компанії інших людей?
30. Буває так, що Ви інколи переказуєте плітки чи чутки?
31. Буває таке, що Вам не спиться через те, що різні думки лізуть у голову?
32. Якщо Ви хочете дізнатись про що-небудь, то Ви скоріше прочитаєте про це в книжці, ніж запитаете?
33. Чи буває у Вас сильне серцебиття?
34. Чи подобається Вам робота, яка вимагає від Вас постійної уваги?
35. Чи бувають у Вас приступи сильного тремтіння?
36. Якщо б Ви знали, що сказане Вами ніколи не буде розголошено, Ви б завжди висловлювались у дусі загальноприйнятого (яквсі)?
37. Чи справді Вам неприємно знаходитись у компаніях, де насміхаються один над одним?
38. Ви дратівлива людина?

39. Чи подобається Вам робота, яка вимагає швидких дій?
40. Чи хвилюєтесь Ви з приводу будь-яких неприємних подій, які могли б статись?
41. Чи правда, що Ви людина повільна і некваплива в рухах?
42. Ви коли-небудь спізнювались на побачення чи на роботу?
43. Чи часто Вам сняться жахливі сни?
44. Чи правда, що Ви так любите поговорити, що ніколи не пропустите зручного випадку порозмовляти з незнайомою людиною?
45. Чи турбують Вас які-небудь болі?
46. Чи Ви б відчували себе дуже нещасним, якщо б тривалий час були позбавлені широкого спілкування з людьми?
47. Чи можете Ви назвати себе нервовою людиною?
48. Серед людей, яких Ви знаєте, такі, що Вам дуже не подобаються?
49. Могли б Ви сказати про себе, що Ви впевнена в собі людина?
50. Чи легко Ви ображаєтесь, коли люди вкажуть на Ваші помилки в роботі або на Ваші особисті промахи?
51. Чи рахуєте Ви, що важко отримати справжнє задоволення від вечорниць?
52. Чи турбує Вас відчуття, що Ви чимось гірші за інших?
53. Чи легко Вам внести пожвавлення в досить скучну компанію?
54. Чи буває так, що Ви говорите про речі, на яких зовсім не розумієтесь?
55. Чи піклуєтесь Ви про своє здоров'я?
56. Чи любите Ви жартувати над іншими?
57. Чи страждаєте Ви від безсоння?

## Ключ до методики Айзенка

Екстраверсія		Нейротизм		Щирість	
1	2	3	4	5	6
№ питання	відповідь	№ питання	відповідь	№ питання	відповідь
1	так	2	так	6	так
3	так	4	так	12	ні
5	ні	7	так	18	ні
8	так	9	так	24	так
10	так	11	так	30	ні
13	так	14	так	36	так
15	ні	16	так	42	ні
17	так	19	так	48	ні
20	ні	21	так	54	ні
22	так	23	так		
25	так	26	так		
27	так	28	так		
29	ні	31	так		
32	ні	33	так		
34	ні	35	так		
37	ні	38	так		
39	так	40	так		
41	ні	43	так		
44	так	45	так		
46	так	47	так		
49	так	50	так		
51	ні	52	так		
53	так	55	так		
56	так	57	так		