

КАПИТЕЛ 2 / CHAPTER 2<sup>2</sup>

## HYGIENIC ASPECTS OF OPTIMIZING PROFESSIONAL ADAPTATION AND PROGNOSTIC ASSESSMENT OF PROFESSIONAL SUITABILITY OF MEDICAL STUDENTS: SCIENTIFIC BASIS

DOI: 10.30890/2709-2313.2023-21-02-017

**Вступ**

Основними напрямками гігієнічної оптимізації процесів професійної адаптації дівчат і юнаків, що відбуваються, слід вважати такі зумовлені її системоутворенням принципові положення, як: комплексна оцінка критеріальних показників прогностичної оцінки професійної придатності осіб, які навчаються, на підставі визначення рівня реалізації та ступеня стабільності функціональних систем організму майбутніх фахівців, котрі забезпечують навчальну і виробничу діяльність; визнання того факту, що професійна адаптація як соціально-біологічний процес є чітко вираженим стадійним процесом і, отже, кількісна оцінка ступеня успішності її перебігу має здійснюватися шляхом порівняння величин критеріальних показників на момент дослідження з певними нормативними значеннями, які існують; запровадження системи гігієнічних заходів, що, передусім, передбачають використання засобів адаптогенного змісту, а також засобів, орієнтованих на покращання специфічних показників перебігу адаптаційно-значущих процесів, а також різноманітних режимно-організаційних засобів, метою яких є відповідно оптимізація умов навчального процесу, підвищення рівня здоров'я, удосконалення засобів щодо проведення професійного відбору, і, зрештою, прогнозування професійної придатності та керування процесом адаптації в ході засвоєння обраного фаху [4, 21, 27].

**2.1. Гігієнічні аспекти прогнозування професійної придатності: методичні аспекти та сучасні підходи**

Розглядаючи особливості провідних методик прогнозування, які використовуються в медичній практиці, необхідно відзначити, що прогноз являє собою імовірнісне науково обґрунтоване судження про можливі стани об'єкта як у найближчому, так і у віддаленому майбутньому. Тому медичне прогнозування

---

<sup>2</sup>Authors: Serheta I.V.



слід визначити як спеціальне наукове дослідження, спрямоване на вивчення або індивідуальних, або популяційних тенденцій розвитку організму в минулому та теперішньому часі з метою передбачення динамічних змін його станів у майбутньому [1, 4, 5].

Саме тому прогнозування не повинно зводитися лише до спроб передбачити майбутнє з календарною точністю. Головним завданням імовірнісного передбачення, яке здійснюється, є виділення провідних тенденцій та основних шляхів розвитку об'єкта, який знаходиться в центрі уваги дослідника. Причому, що необхідно обов'язково підкреслити, детермінація явищ, котрі передбачаються, повинна виходити з ігнорування випадкових подій і впливів та зумовлювати визначення головних закономірностей і тенденцій. Отже, найбільш доцільним, таким, що відповідає усім існуючим вимогам до прогнозування як глибинного процесу передбачення реальних явищ, слід вважати лише імовірнісний підхід з урахуванням проведення обов'язкового аналізу широкого розмаїття можливих варіантів явищ та проявів [12, 13].

В ході здійснення медичного прогнозування слід чітко виділяти та визначати два головних аспекти передбачення: популяційний та індивідуальний. Перший – пов'язаний з проведенням прогнозування основних тенденцій розвитку для певних груп або певних контингентів людей, другий – передбачає чітку спрямованість на окрему людину, провідні характеристики її стану здоров'я, функціонального стану професійної дієздатності тощо. Більше того, у цьому контексті потрібно виділити 4 головні напрямки проведення наукових досліджень: (1) прогнозування стану здоров'я людини в різних умовах при різних за своїм змістом впливах; (2) прогнозування ступеня ризику для людини виникнення конкретної хвороби; (3) прогнозування особливостей перебігу захворювання; (4) прогнозування його наслідків [4, 5, 12].

Розробка прогнозу повинна розпочинатися лише після чіткого визначення його кінцевої мети та передбачати одержання усієї необхідної інформації, її обробку та аналіз, вибір найдоцільніших методів прогнозування, а також визначення перспектив та імовірності реалізації прогнозу, що буде отриманий. Отже, процес прогнозування повинен складатися з ряду послідовних етапів, головними з яких є ретроспекція, діагноз та проспекція. Ретроспекція присвячена дослідженню історії розвитку об'єкта прогнозування і прогнозного фону, діагноз визначає як поточні його характеристики, так і провідні тенденції та закономірності розвитку, проспекція надає можливість безпосередньо



обґрунтувати прогнози станів об'єкта у майбутньому та провести їх синтез і верифікацію [3, 7].

Велике значення для оптимальної розробки прогнозу та отримання валідних і надійних результатів, незаперечно, має забезпечення кількісної та якісної репрезентативності даних, які підлягають аналізу, а також повнота вихідної інформації. Саме тому найперспективнішим слід вважати запровадження системного підходу до вивчення об'єктів прогнозування, в основі якого перебуває розуміння організму людини як цілісної системи, котра має цілу низьку упорядкованих структур, що складають її та реалізують міжкомпонентний зв'язок як всередині організму, так і з навколишнім середовищем [4, 5, 8, 9].

Зрозуміло, що велике розмаїття даних, які підлягають оцінці, аналізу та прогностичній інтерпретації, суттєво утруднюють процес імовірнісного передбачення, котрий має місце. Тому обов'язковим елементом прогнозування є виділення у великій сукупності досліджуваних симптомів, показників, ознак та значень невеликого за кількісними характеристиками, проте, надзвичайно інформативного за своєю сутністю, масиву результативних (інтегральних, критеріальних тощо) величин, на підставі поглибленої оцінки яких здійснюється реальне обґрунтування прогнозу, описується прогностичний фон, визначаються практично-значущі рекомендації щодо подальшого його використання.

Разом з тим вибір найбільш доцільних у цьому відношенні і, отже, прогностично інформативних показників у всьому їх розмаїтті та багатогранності, являє собою надзвичайно важку задачу. В різноманітних дослідженнях як такі використовують: дані щодо стану (особливостей впливу) певних чинників ризику, лабораторно-інструментальні (клінічні, психофізіологічні тощо) дані, анамнестичні відомості про закономірності індивідуального розвитку людини, метаболічні показники або характеристики стану навколишнього середовища. Тому ще однією надзвичайно важливою задачею є не лише визначення та оцінка показників, що виділені, але й їх ранжування за рівнем інформативності та ступенем впливу на масив результативних ознак, прогностичної цінності загалом [2, 6].

Системний підхід до процесу прогнозування здоров'я дітей, підлітків та молоді повинен передбачати поетапне вирішення наступним проблем: урахування як показників функціональних можливостей та адаптаційних ресурсів організму, так і особливостей середовища постійного перебування



індивідуума; вибір найбільш доцільних методів та засобів прогнозування; раціональне групування носіїв інформації; забезпечення багатофакторної статистичної обробки даних та надійної практичної інтерпретації отриманих результатів; перевірка адекватності прогнозування [21].

Урахування показників функціонального стану та особливостей середовища перебування повинно забезпечувати запровадження комплексного підходу до вибору найбільш об'єктивних характеристик здоров'я учнів і студентів. Так, відповідно до мети прогнозування, як провідні характеристики функціонального стану організму використовують характеристики адаптаційних можливостей організму, показники, що відображують особливості процесів формування та розвитку психофізіологічних функцій і особливостей особистості, параметри фізичного стану та циркадіанної ритмічності організму, а також кількісні кореляти рухової активності. Як головні характеристики середовища перебування, що підлягають вивченню, застосовують дані відносно особливостей організації навчальної та позанавчальної діяльності, показники стану навколишнього та внутрішньо-навчального середовища тощо [10, 11].

Прогностичний підхід, що здійснений за такою схемою, надає можливість визначити основні тенденції формування та розвитку організму дітей і підлітків, виявити провідні біологічні та соціально-гігієнічні фактори, що можуть справляти негативний вплив на його стан у проспективному аспекті, оцінити внесок кожного із них у порушення регуляторних механізмів та виникнення якісно нових станів, провести корекцію комплексів профілактичних заходів щодо збереження і зміцнення здоров'я, які були розроблені заздалегідь.

Разом з тим вибір найбільш доцільних методів прогнозування передбачає визначення і застосування різноманітних засобів статистичної обробки та математичного аналізу даних, які були отримані. Так, на підставі визначення особливостей завдань, що розв'язуються, прийнято виділяти два основних підходи до здійснення імовірнісного передбачення, а саме: пошуковий та нормативний. Якщо пошуковий підхід передбачає урахування наявності певної інерційності процесу розвитку організму впродовж окремих вікових періодів і спрямований на оцінювання тенденцій змін теперішнього стану об'єкта у майбутньому, то нормативний підхід – дозволяє знайти найбільш оптимальні шляхи досягнення певної мети в ході формування особистості [3, 4, 5].

У залежності від поставлених цілей, насамперед, виходячи з необхідності щодо встановлення термінів дії імовірнісного висновку, який впливає з



проведеного імовірнісного передбачення, виділяють короткотривалі, середньотривалі та довготривалі прогнози. Якщо перші розраховані на перспективу, протягом якої відбуваються лише кількісні зрушення, а останні – спрямовані на передбачення зрушень, як кількісного, так і якісного характеру, то середньотривалі або, як їх ще прийнято називати проміжні – зумовлюють здійснення прогностичного передбачення з урахуванням переваги, в першу чергу, кількісних змін над якісними [5].

За особливостями джерел інформації, що використовуються, методи прогностичної оцінки поділяють на фактографічні та евристичні. Підставою для застосування фактографічних методів слід вважати наявність певного масиву конкретних даних, тобто фактичного матеріалу, що характеризує об'єкт прогнозування, разом з тим, провідним інструментом, за допомогою якого реалізується імовірнісне передбачення – сучасні методи математичної статистики, головною вимогою – еволюційний характер розвитку об'єкта прогнозування, для якого властивим є відсутність будь-яких виражених якісних стрибків. До найбільш поширених методів фактографічного аналізу відносять методи екстраполяції, використання статистичних моделей, методи, що засновані на теорії випадкових процесів, створенні нейронних мереж та розпізнаванні об'єктів, байєсовський підхід тощо [3, 4, 7].

Натомість в основі здійснення евристичного прогнозування перебувають підходи, засновані на верифікації інформації, яка отримана внаслідок проведення спеціального систематизованого опитування певного кола людей, котрих небезпідставно вважають висококваліфікованими фахівцями-експертами. Отже, провідним атрибутом евристичного прогнозування є суб'єктивна оцінка експерта, а головним аргументом – його інтуїція, кваліфікація, професійний досвід тощо. До найбільш поширених методів евристичного прогнозування відносять методи індивідуальної або колективної експертної оцінки, групової експертизи, попарного порівняння, сценарних оцінок, морфологічного аналізу, аналогій, фазового інтервалу та, зрештою, застосування фундаментальних положень нечіткої логіки [14, 15, 16, 17]. Поки що ступінь поширення у практиці профілактичної медицини зазначених підходів є недостатньо вагомим, хоч, і це слід обов'язково визнати, їх суть максимально наближена до моделі побудови лікарського мислення, головним змістом якого є певна індивідуальна формалізація окремих думок, які висловлені та обґрунтовані під час проведення певних нарад, консиліумів, зборів тощо [18, 19, 20].



Слід відзначити і той факт, що процес прогнозування може відбуватися як шляхом використання одного (симплексний прогноз), так і на підставі декількох (комплексний прогноз) методів [17]. Комплексне прогнозування, як правило, передбачає запровадження системного підходу до об'єкта прогнозування і відображує взаємини багатьох чинників або структур, які складають єдине системне утворення. Тому алгоритм його проведення зумовлює або послідовне використання різноманітних простих методик, або одночасне – декількох з них, об'єднаних у певну батарею тестів.

Отже, підсумовуючи вищевикладене, необхідно зазначити, що найбільшого поширення у медичній та гігієнічній практиці знайшли методи екстраполяції, байєсовського аналізу і математичного моделювання на підставі використання статистичних моделей. Впродовж останнього часу набувають визнання та популярності, однак до цих пір використовуються нечасто, методи фазового інтервалу і створення експертних систем на базі нечіткої логіки та нейронних мереж [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

Екстраполяція передбачає визначення тенденцій розвитку об'єкта на підставі аналізу статистичних даних, що представлені у вигляді динамічного ряду і характеризують його зміни у часі. Байєсовський підхід дозволяє визначити апостеріорні імовірності виникнення різних станів у майбутньому шляхом розрахунку апріорних імовірностей за конкретними даними, що пов'язані з певним вектором параметрів. Метод фазового інтервалу передбачає віднесення певного стану об'єкта (стан здоров'я, функціональний стан тощо) до певної категорії на підставі визначення відстані між найбільш віддаленими точками (наприклад, абсолютне здоров'я – невиліковна хвороба) у фазовому просторі з використанням математичних підходів та перетворень [22, 23, 24, 25, 26]. Зрештою, використання статистичних моделей надає можливість отримати багатофакторні прогнози, які дозволяють за допомогою значень однієї ознаки об'єкта, що відома, знайти очікувані значення іншої, котра має з першою певний кореляційний зв'язок [28].



## 2.2. Застосування фундаментальних положень нечіткої логіки та нейронних мереж у практиці прогностичної оцінки професійної адаптації та професійної придатності студентів, які здобувають медичний фах

Застосування фундаментальних положень нечіткої логіки дозволяє описати причинно-наслідкові зв'язки між факторами ризику (причинами), які впливають на стан об'єкта, що вивчається, та конкретним прогнозом або діагнозом (наслідком) у вигляді висловлювань природною мовою [14, 16, 17, 19, 20, 21].

Зокрема, у цьому випадку взаємозв'язок між ними може бути описаний як, наприклад, наступна система співвідношень (1-4):

$$d = f_d(y, w, \dots z); \quad (1)$$

$$y = f_y(x_1, x_2 \dots x_{10}); \quad (2)$$

$$w = f_w(x_{11}, x_{12} \dots x_{20}); \quad (3)$$

$$z = f_z(x_{21}, x_{22} \dots x_n); \quad (4)$$

де  $d$  – певний діагноз або прогноз;  $y, w, z, x_1 \dots x_n$  – окремі фактори, що характеризують функціональний стан та адаптаційні ресурси організму.

Використання нейронних мереж дозволяє здійснити моделювання стану об'єкта, на який впливає необмежена кількість чинників, що власне і визначають прогноз (діагноз) [15, 18]. Фактично нейронні мережі являють собою штучний аналог людського мозку. Тому їх основні складові компоненти за аналогією отримали назву нейрони. Саме вони здатні виконувати певні функції з обробки інформації, яка до них надходить. Нейрони згруповані у шари і мають тісні взаємозв'язки як з будь-якими нейронами свого шару, так і з нейронами інших шарів.

Виходом нейрону вважають стан його активності, рівень якого можна визначити за формулою (5):

$$a_i(t+1) = \sum_j w_{ij} a_j(t) + x_i(t), \quad (5)$$

де  $w_{ij}$  – вага зв'язку певного нейрона  $i$  з будь-яким іншим нейроном  $j$  мережі;  $\sum_j w_{ij}$  – стан входів  $i$ -нейрону, пов'язаного з нейроном  $j$ -мережі, у певний момент часу  $t$ ;  $a_i(t)$  та  $a_j(t+1)$  – стан активності  $i$ -нейронів та  $j$ -мережі у певний момент часу ( $t$  або  $t+1$ ) відповідно;  $x_i(t)$  – довільний зовнішній чинник.

Вхідні сигнали надходять до нейронів першого шару, які після обробки даних передають інформацію на наступний шар і т.д. Нейрони останнього шару



спрямовують інформацію на виходи мережі. Отже, у випадку використання нейронних мереж немає жодної потреби мати чітке уявлення про структуру об'єкта та особливості його внутрішніх зв'язків. Необхідно лише пред'явити мережі певні приклади, тобто конкретні носії інформації або їх сукупності, у структурі яких певним входам зіставлені певні виходи системи.

Нейронні мережі здатні самостійно знаходити взаємозв'язки всередині системи, використовуючи для цього прийоми математичної обробки вихідної вибірки, яка являє собою масив реальних експериментальних даних. Цей процес має назву навчання нейронних мереж. Під час його нейронна мережа в автономному режимі відшуковує саме таку вагу зв'язків між нейронами, яка б дозволила отримати на виході із неї результати максимально подібні до тих, що одержані в реальному експерименті. Як наслідок, створюється певна математична модель досліджуваного об'єкта, яку достатньо важко чітко описати, завдяки тому, що вона "закодована" у зв'язках між нейронами мережі. Разом з тим розроблена модель надзвичайно ефективно функціонує і реально моделює результати дуже близькі до тих, які отримані експериментально. Крім того, нейронна мережа здатна апроксимувати складні нелінійні функціональні залежності у завданнях діагностики та прогнозування.

Отже, особливості використання математичного апарату нечіткої логіки та нейронних мереж, які описані, засвідчують той факт, що такі підходи до прогнозування дозволяють розв'язати найрізноманітніші важливі питання відносно моделювання складних залежностей, діагностики і прогнозування. Підхід, в основі якого знаходяться фундаментальні положення нечіткої логіки, оперує досить зручними лінгвістичними змінними, проте, він є занадто громіздким у випадку наявності великої кількості вхідних параметрів та складних взаємозв'язків всередині системи. До того ж такий підхід не дозволяє здійснити навчання моделі об'єкту.

Водночас підхід, заснований на використанні нейронних мереж, оперує із великою кількістю вхідних та вихідних параметрів і надає можливість реалізувати функцію навчання, тобто удосконалювати модель в процесі отримання нових експериментальних даних. Однак одержані результати досить складно інтерпретувати. Тому останнім часом великого поширення набувають нейро-нечіткі мережі, які поєднують у собі такі важливі якості, як лінгвістичність (головна позитивна риса нечіткої логіки) і здатність до навчання (головна позитивна риса нейронних мереж). Такі мережі надають можливість моделювати





складні об'єкти, використовуючи для цього як кількісні, так і якісні лінгвістичні змінні, здатні навчатися не лише на основі нечітких висловлювань експерта, але й на певному масиві експериментальних даних, дозволяють отримати результат (прогноз, діагноз) у вигляді висловлювань природною мовою тощо.

Раціональне групування носіїв інформації, без якого, безсумнівно, не можуть бути отримані адекватні прогностичні оцінки основних тенденцій розвитку певних об'єктів, повинно ураховувати той факт, що вибір тестів для оцінки професійної придатності та стану здоров'я зумовлює визначення їх специфічності, чутливості та інформативності, можливості одержання результатів, котрі мінімізують ступінь ризику виникнення імовірних помилок і, отже, зумовлюють використання методів математичної обробки одержаних результатів із застосуванням прийомів багатовимірного статистичного аналізу або експертних систем. Лише таким чином можна виявити внутрішньосистемні та міжсистемні зв'язки, вивчити їх міцність і стабільність, оцінити ступінь ентропійності біологічних об'єктів, що являє собою важливий критерій неблагополуччя організму навіть у разі відсутності його маніфестних ознак.

У зв'язку з цим найбільш доцільними методами щодо групування даних, які є носіями інформації, слід вважати здійснення традиційного групування за атрибутивними та варіаційними ознаками. Атрибутивні ознаки мають чітко виражений якісний описовий зміст, тобто є категорійними (розподіл за віковим, статевим або професійним принципом, у залежності від характеру діяльності, яка здійснюється, тощо). Разом з тим варіаційні ознаки відрізняються наявністю певних кількісних номінальних або рангових характеристик (ступінь розвитку окремих психофізіологічних функцій, особливостей особистості, адаптаційних ресурсів організму тощо).

Найважливішим етапом запровадження системного підходу до процесу прогнозування професійної придатності та стану здоров'я дітей, підлітків та молоді є забезпечення багатофакторної статистичної обробки даних та надійної практичної інтерпретації отриманих результатів.

Для вирішення цієї проблеми в ході гігієнічних досліджень найбільш доцільним є використання кореляційного, регресійного, факторного та кластерного аналізу, а також методів створення експертних систем на базі нечіткої логіки, нейронних та нейро-нечітких мереж [14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

Кореляційний аналіз дозволяє виявити ступінь функціональної



взаємозалежності досліджуваних ознак та відібрати найвагомші з них, тобто ті показники, які мають найбільш тісний зв'язок з вихідними параметрами популяційної моделі, що розглядається. Використання регресійного аналізу зумовлює проведення прогнозування окремих результативних параметрів системи при значеннях факторів, що були задані, на підставі побудови статистичних моделей процесів, які відбуваються. Застосування факторного аналізу надає можливість на підставі вивчення структурних характеристик певної сукупності статистичних даних одержати нові інтегральні її оцінки, а саме: дисперсію головних компонент як узагальнений показник стану системи та коефіцієнти кореляції головних компонент з ознаками, що визначаються, отримати їх змістовну інтерпретацію, а також оцінити внесок у пояснення досліджуваних явищ.. Кластерний аналіз передбачає запровадження класифікаційного підходу до аналізу об'єктів спостережень у багатовимірному просторі за множиною найбільш характерних для них ознак [21].

Застосування методів нечіткої логіки передбачає визначення певних баз даних про взаємозв'язок лінгвістичних змінних, в першу чергу характеристик функціонального стану та середовища перебування індивідуума, формалізацію експертної прогностичної інформації, що була отримана, за допомогою нечітких матриць знань та, як кінцевий результат, побудову автоматизованих експертних систем. Нейронні мережі також передбачають визначення певних баз кількісних даних, що отримані в результаті реального експерименту, навчання мереж на підставі реальних даних та, зрештою, як і у попередньому випадку, побудову експертних систем.

## **Висновки**

В ході проведених досліджень визначені та науково обґрунтовані наукові основи оптимізації професійної адаптації та прогностичної оцінки професійної придатності студентів, які здобувають медичний фах. Підсумовуючи вищевикладене, необхідно зазначити, що найбільшого поширення у медичній та гігієнічній практиці знайшли методи екстраполяції, байєсовського аналізу і математичного моделювання на підставі використання статистичних моделей. Впродовж останнього часу набувають визнання та популярності, однак до цих пір використовуються нечасто, методи фазового інтервалу і створення



експертних систем на базі нечіткої логіки та нейронних мереж. Екстраполяція передбачає визначення тенденцій розвитку об'єкта на підставі аналізу статистичних даних, що представлені у вигляді динамічного ряду і характеризують його зміни у часі. Байєсовський підхід дозволяє визначити апостеріорні імовірності різних станів у майбутньому шляхом розрахунку апріорних імовірностей за конкретними даними, що пов'язані з певним вектором параметрів. Метод фазового інтервалу передбачає віднесення певного стану об'єкта (стан здоров'я, функціональний стан тощо) до певної категорії на підставі визначення відстані між найбільш віддаленими точками (наприклад, абсолютне здоров'я – невиліковна хвороба) у фазовому просторі з використанням математичних підходів та перетворень. Використання статистичних моделей надає можливість отримати багатофакторні прогнози, які дозволяють за допомогою значень однієї ознаки об'єкта, що відома, знайти очікувані значення іншої, котра має з першою певний кореляційний зв'язок. Зрештою, для вирішення цієї проблеми в ході гігієнічних досліджень найбільш доцільним слід вважати використання кореляційного, регресійного, факторного та кластерного аналізу, а також методів створення експертних систем на базі нечіткої логіки, нейронних мереж та нейро-нечітких мереж.