

ВАДИМ КИРМАН

ORCID 0000-0002-8107-6618

vadym.kirman@gmail.com

кандидат педагогічних наук,
комунальний заклад вищої освіти
«Дніпровська академія неперервної освіти»
Дніпропетровської обласної ради
вул. Володимира Антоновича, 70, м. Дніпро

ЕЛЬМИРА СОКОЛОВА

ORCID 0000-0003-2430-751X

elmirasokolova08@gmail.com

методист
комунальний заклад вищої освіти
«Дніпровська академія неперервної освіти»
Дніпропетровської обласної ради
вул. Володимира Антоновича, 70, м. Дніпро

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВЧИТЕЛЯ ГЕОГРАФІЇ

Проаналізовано математичну компетентність вчителя географії в системі його професійних компетентностей, обґрунтовано зміст і структуру, розробку підходів до її вимірювання. Застосовано переважно теоретичні методи системного аналізу, теоретичне моделювання педагогічного процесу, м'яке експертне оцінювання, вибіркові методи. Показано, що аналіз структури професійної компетентності вчителя географії дозволяє виокремити математичну компетентність, як підсистему предметної компетентності, що визначається як інтегральна якість особистості, що полягає у здатності та готовності використовувати математику для здійснення операційних, гносеологічних та аналітичних функцій діяльності вчителя, пов'язаної з навчанням. Сформована математична компетентність вчителя географії дозволяє здійснювати активну пропедевтику стратегічних математичних понять. Аналіз професійної діяльності вчителя географії дає змогу визначити шість рівнів математичної компетентності. Вказано, що формат діяльності вчителя визначає необхідний для цього рівень математичної компетентності. Запропоновано підхід для вимірювання рівнів математичної компетентності вчителів географії. Отримано оцінки індикатора математичної компетентності вчителів географії на першому рівні. Виявлено основні проблеми математичної компетентності вчителів географії на цьому рівні, які загалом можна відносити до несформованої обчислювальної, статистичної, логічної та вимірювально-геометричної культури вчителя.

Ключові слова: математична компетентність, професійна компетентність, навчання географії, післядипломна освіта, педагогічна освіта.

ВАДИМ КИРМАН

кандидат педагогических наук
КОММУНАЛЬНОЕ учреждение высшего образования
«Днепровская академия непрерывного образования»
Днепропетровского областного совета
ул. Владимира Антоновича, 70, г. Днепр

ЭЛЬМИРА СОКОЛОВА

методист
коммунальное учреждение высшего образования
«Днепровская академия непрерывного образования»

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧИТЕЛЯ ГЕОГРАФИИ

Проанализована математическая компетентность учителя географии в системе его профессиональных компетенций, обосновано содержание и структура, разработка подходов к ее измерению. Применены в основном теоретические методы системного анализа, теоретическое моделирование педагогического процесса, мягкое экспертная оценивание, выборочные методы. Показано, что анализ структуры профессиональной компетентности учителя географии позволяет выделить как подсистему предметной компетентности, математическую компетентность, которая определяется как интегральное качество личности, заключающееся в способности и готовности использовать математику для осуществления операционных, гносеологических и аналитических функций деятельности учителя, связанной с обучением. Сформированная математическая компетентность учителя географии позволяет осуществлять активную пропедевтику стратегических математических понятий. Анализ профессиональной деятельности учителя географии дает возможность выделить шесть уровней математической компетентности. Указано, что формат деятельности учителя определяет необходимый для этого формата уровень математической компетентности. Предложен подход для измерения уровней математической компетентности учителей географии. Получены оценки индикатора математической компетентности учителей географии на первом уровне. Выявлены основные проблемы математической компетентности учителей географии на этом уровне, которые в целом можно отнести к несформированной вычислительной, статистической, логической и измерительно-геометрической культуре учителя.

Ключевые слова: математическая компетентность, профессиональная компетентность, обучение географии, последипломное образование, педагогическое образование.

VADYM KIRMAN

PhD in Pedagogical Sciences
Communal Institution of Higher Education
«Dnipro Academy of Continuing Education»
of Dnipropetrovsk Regional Council
70 Volodymyra Antonovycha Str., Dnipro

ELMIRA SOKOLOVA

methodologist
Communal Institution of Higher Education
«Dnipro Academy of Continuing Education»
of Dnipropetrovsk Regional Council
70 Volodymyra Antonovycha Str., Dnipro

SYSTEM ANALYSIS OF THE GEOGRAPHY TEACHER'S MATHEMATICAL COMPETENCE

The article is devoted to the analysis of a geography teacher's mathematical competence, in particular, to the definition of geography teacher's mathematical competence in the system of his professional competencies, substantiation of its content and structure, development of approaches to its measurement. The research presented in the article uses mainly theoretical methods of systems analysis, theoretical modeling of the pedagogical process, soft expert evaluation, selective methods. It is shown that the analysis of the structure of geography teacher's professional competence allows to distinguish geography teacher's mathematical competence of a as a subsystem of subject competence that is defined as an integral quality of personality, which is the ability and willingness to use mathematics to perform operational, epistemological and analytical functions with training. The formed and well-developed mathematical competence of a geography teacher allows carrying out active propaedeutics of strategic mathematical concepts. It is shown that it is possible to work with graphs, dynamical systems, optimization problems, basics of geometry of curves and surfaces on a background level in the course of geography. In order to determine the content and structuring of the mathematical competence of a geography teacher, activity matrices are used, which reflect the projection of mathematical activity on the geography teacher professional activity. The importance of the relevant elements of mathematical

activity is assessed expertly on a four-point scale. Analysis of the geography teacher professional activity allows us to identify six levels of geography teacher's mathematical competence. The content of mathematical competence is described in the article on a recurrent principle. An approach for measuring the levels of geography teacher's mathematical competence is proposed. For each level of mathematical competence, a level indicator is introduced as the probability of solving any problem from a population of problems that are typical for the corresponding level. Under conditions of equal probability of the main types of tasks for the sample of 79 respondents, the required level of mathematical competence format activity teachers of geography is determined, estimates of the indicator of geography teachers' mathematical competence at the first level are obtained. The main problems of geography teachers' mathematical competence at the first level are detected, that, in general, can be attributed to the insufficient computing, statistical, logical and measuring-geometric culture of the teacher. Research illustrates the need to develop organizational forms, methods and tools for the development of mathematical competence of geography teachers in the system of postgraduate pedagogical education.

Keywords: *mathematical competence, professional competence, teaching geography, postgraduate education, pedagogical education.*

Курс вищої математики та спеціалізовані математичні курси (математичні методи в географії, статистичні методи в географії тощо) є необхідним елементом освіти майбутнього вчителя географії. Очевидно, що без відповідної математичної підготовки неможливе засвоєння на якісному рівні ряду фундаментальних природничих, економічних та спеціальних географічних дисциплін, що визначають у майбутньому предметну компетентність вчителя географії. Реальна ж педагогічна діяльність вчителів географії не передбачає активної математичної діяльності на достатньо високому рівні, тому, як свідчать спостереження, достатньо швидко відбувається дифузія математичних знань і вмій випускників географічних факультетів академічних та педагогічних університетів. Але стандарти освіти виділяють математичну компетентність учнів як ключову, тому її формування має відбуватися не лише на уроках математики, а й при вивченні усіх дисциплін науково-природничого напрямку. Відповідно до цього постає нова вимога до готовності й вчителя географії сприяти розвитку математичної компетентності учнів, отже, виникає проблема визначення меж та рівня діяльності, що пов'язана з математикою, вчителя географії та розвитку відповідних рівнів готовності вчителів у процесі професійної еволюції. Ймовірно, що вирішення цієї проблеми треба шукати з урахуванням усієї реальної професійної діяльності вчителя, тобто з позицій компетентнісного підходу. Саме повний аналіз характеру усіх функцій вчителя географії дає можливість охарактеризувати зміст необхідної для нього математичної діяльності.

Основні концепції компетентнісного підходу (О. Овчарук [6] та ін.) дозволяють також ввести в розгляд поняття професійної компетентності фахівця, зокрема професійної компетентності педагога. Професійні компетентності вчителя формуються під впливом його педагогічних здібностей, вмотивованістю, спрямованістю на якісний освітній процес, системою знань, умій та досвіду, які постійно удосконалюються. Відповідно до цього Л. Карпова [3] виділяє мотиваційну, предметно-практичну та методологічну сфери професійної компетентності. Така методологічна установка знайшла місце в проекті документа [7], де описується розширений список компетентностей учителя: здатність використовувати географічні знання в освітньому процесі, здатність до інтегрування географічних знань з іншими освітніми галузями, застосування актуальних форм, методів, технологій навчання. Є дослідження, де у структуруванні професійних компетентностей активно враховуються ключові компетентності особистості. Так, І. Вовчук [1] до структури професійної компетентності вчителя відносить такі елементи: інформаційну, полікультурну, математичну, продуктивну, соціальну, психологічну, моральну компетентності особистості. Отже, як бачимо, тут виокремлено структурну одиницю математичну компетентність.

На думку Н. Тарасенкової та І. Акуленко, фундаментом для виконання професійних функцій педагога є фахові компетентності вчителя [10, с. 56], які мають включати предметну компетентність. У дисертаційному дослідженні М. Елькін [2, с. 34] структурує предметні компетентності вчителя географії, виділяючи в ній окремий когнітивний компонент. О. Тімець детально аналізує процесуально-діяльнісний, картознавчо-географічний та аксіологічні компоненти [12]. Простий аналіз показує значущість математичної діяльності для реалізації предметних компетентностей вчителя географії, але в роботах географів-методистів математична компетентність для вчителя географії не виокремлюється.

У роботах математиків-методистів загальна структура математичної компетентності розглядалася уперше в дослідженнях С. Ракова [8]: загалом їй присвячена достатньо велика кількість робіт. В роботі Н. Тарасенкової та В. Кірмана [11] зроблено спробу багатовимірної структури математичної компетентності учнів загальноосвітніх навчальних закладів та виділення рівнів за рекурентним принципом. Разом з тим структура математичної компетентності для педагогів вивчалася в основному для вчителів математики (А. Кузьмінський, І. Акуленко, Н. Тарасенкова) [5]. Для вчителів-початківців математична компетенція розглядається в роботах С. Стрілець, Т. Запорожченко) [9], де вивчаються питання зв'язку розвитку математичної та методичної компетентності вчителя.

Таким чином дослідження, присвячені формуванню та розвитку математичної компетентності вчителів природничих дисциплін, зокрема географії, практично відсутні, також майже не дослідженим є питання аналізу та розвитку математичної компетентності вчителів географії, які вже працюють в закладах загальної середньої освіти. Саме останньому питанню присвячені дослідження, що висвітлюються у цій статті.

Метою статті є аналіз математичної компетентності вчителя географії. Для реалізації мети мають бути вирішеними такі завдання: визначення математичної компетентності вчителя географії в системі його професійних компетентностей, обґрунтування її змісту та структури, розробка підходів до її вимірювання та розвитку в системі неперервної післядипломної педагогічної освіти. У статті застосовано загалом теоретичні методи системного аналізу, теоретичне моделювання педагогічного процесу, м'яке експертне оцінювання, вибіркові методи.

З математикою вчитель науково-природничого напрямку може зустрітися в трьох важливих функціях. По-перше, це застосування математики при розв'язуванні задач свого предмета або при навчанні учнів це робити. Таку функцію будемо називати операційною. По-друге, при викладі, поясненні матеріалу свого предмета, де необхідна математична інтерпретація найважливіших понять та процесів, але не передбачено активне самостійне застосування математичного апарату. Таку функцію визначаємо як гносеологічну. І нарешті, можна вести розмову про аналітичну функцію, що передбачає застосування математико-статистичних задач для аналізу результативності навчання або при виконанні вчителем дослідницької роботи. Виконуючи навчальну діяльність, вчитель також формує канали міжпредметних внутрішньопредметних та міжпредметних інформаційних зв'язків. Дуже важливо розуміти, що вчитель будь-якого природничого предмета здійснює так звану зовнішню пропедевтичну діяльність, спрямовану не тільки на суміжні природничі предмети (наприклад, електронні формули атомів у хімії розглядаються набагато раніше, ніж у курсі фізики йде ознайомлення з квантовою механікою, аналогічно в біології до того, як це робиться в курсі хімії, розглядаються активно органічні сполуки), а й на математику (наприклад, вектори та миттєва швидкість у фізиці). Аналогічна зовнішня пропедевтична діяльність щодо математики не може не бути присутньою при викладанні географії. Таким чином, математичну компетентність вчителя географії можна визначити, як інтегральну якість особистості, що полягає у здатності та готовності використовувати математику для здійснення операційних, гносеологічних та аналітичних функцій діяльності вчителя, пов'язаних з навчанням. Хоча аналітична функція може бути пов'язана не тільки з предметом, що викладає вчитель, основний акцент математичної діяльності вчителя пов'язаний з предметом, що він викладає, тому математичну компетентність розглядаємо як підсистему предметної компетентності вчителя географії.

Отже, можемо виділити елементи діяльності вчителя географії, спрямовані на операційну, гносеологічну та аналітичну функції. Поруч з ними виділяємо сфери математичної діяльності. Зв'язок між професійними та чисто математичними видами діяльності пропонуємо встановлювати за допомогою таблиці діяльнісної відповідності. На перетині відповідного рядочка та стовпчика прописуємо рівень важливості сфери математичної діяльності для здійснення основної професійної діяльності. Вводимо градації: 0 – не важливо, 1 – скоріше не важливо ніж важливо; 2 – скоріше важливо ніж не важливо; 3 – важливо.

Саме в курсі географії здобувачі освіти ознайомлюються із скалярними та векторними полями. В курсі математики відповідні (суто математичні) теми не обговорюються, виникають природно у фізиці з 8 класу. Але саме на географії вивчаються дуже важливі якісно-топологічні характеристики скалярних полів, наприклад, лінії рівня тощо. Лінії рівня – це найважливіший

ПРОФЕСІЙНА ІДЕНТИЧНІСТЬ І МАЙСТЕРНІСТЬ ПЕДАГОГА

інструмент в оптимізаційних задачах, теорії математичного програмування. Географічні об'єкти дають можливість пропедевтики прикладного, але далекого від шкільного курсу розділу математики. Вчителів географії, в принципі, бажано розуміти також оптимізаційний характер економіко-географічних задач, їх початкову класифікацію та прості методи розв'язання. На шкільному рівні це переважно методи перебору з використанням евристик. Теорія динамічних систем, зрозуміло, у найпростішому вигляді на якісному рівні стає важливим інструментом аналізу екологічних та демографічних процесів, тут виникають важливі поняття положення рівноваги, циклічних процесів, стійкого розвитку тощо. Фрактальні об'єкти, як відомо, уперше з'явилися саме в географії (класична форма берегової лінії), тому хоч і не активно, але мають бути присутні в системі математичної компетентності вчителя географії.

Таблиця 1

Таблиця діяльнісної відповідності

| Напрямок математичної діяльності \ Види професійної діяльності вчителя географії | Формування астрономіко-географічних уявлень | Навчання основам картографії | Навчання аналізу геофізичних процесів | Навчання аналізу географіко-демографічних процесів | Навчання аналізу екосистем | Навчання аналізу економіко-географічних процесів | Аналітична діяльність |
|--|---|------------------------------|---------------------------------------|--|----------------------------|--|-----------------------|
| Операції з числами, дроби та відсоткові розрахунки | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Аналіз та побудова графіків та діаграм | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Пропорційність величин | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Обчислення вибірових характеристик та їх інтерпретація. Дескриптивна статистика | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Геометричні величини, геометричні вимірювання для многокутників та кіл. | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Плоскі фігури, подібність фігур | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Метричні співвідношення, тригонометричні співвідношення | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| Елементи аналітичної геометрії (метод координат) | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Криві та поверхні, їх вимірювання | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Графи, елементи | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 |

ПРОФЕСІЙНА ІДЕНТИЧНІСТЬ І МАЙСТЕРНІСТЬ ПЕДАГОГА

| | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | топології | | | | | | | |
| 1 | Функції, рівняння, нерівності | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2 | Скалярні та векторні поля | 0 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| 3 | Оптимізаційні задачі | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| 4 | Динамічні системи | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 5 | Фрактальна геометрія | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 6 | Елементи математичної статистики | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |

Таким чином географія як предмет містить значний потенціал пропедевтики математичних понять, для реалізації якої необхідно мати достатньо високий рівень математичної компетентності вчителя географії. Також можна виділити базисні задачі, як піделементи напрямів математичної діяльності з третім (найвищим) показником важливості. Ми визначили 12 основних таких типів задач: 1) задачі на дії з цілими числами та звичайними дробами; 2) задачі на дії з десятковими дробами; 3) задачі на знаходження частини, відсотки; 4) кількісний аналіз діаграм; 5) якісний аналіз діаграм; 6) аналіз простих функціональних залежностей; 7) обчислення мір центральної тенденції (середніх); 8) обчислення значень геометричних величин для багатокутників за рисунком з елементами вимірювання; 9) знаходження реальної відстані за масштабом; 10) знаходження відстані на плані; 11) визначення масштабу; 12) пропорційність відрізків; 13) найпростіші задачі в прямокутних декартових координатах; 14) обчислення значень геометричних величин, пов'язаних із колом. Описані нами задачі складають базовий, необхідний рівень математичної компетентності вчителя географії. Позначимо його РІВ(1).

Далі ми будемо описувати рівні математичної компетентності так званим рекурентним принципом [11]. Кожен наступний рівень буде включати змістове наповнення попереднього плюс додатковий зміст (ДЗ). Отже, справедлива така «формула»:

$$РІВ(i+1)=РІВ(i)+ДЗ(i+1).$$

Тут РІВ(*i*) – змістове наповнення статистичної компетентності рівня *i*, ДЗ(*i*) – додатковий зміст рівня *i*.

Аналіз можливої статистичної діяльності керівника закладу освіти дає нам можливість виділити 6 рівнів математичної компетентності: базовий РІВ(1), початковий РІВ(2), достатній РІВ(3), середній РІВ(4), високий РІВ(5), творчий РІВ(6).

Достатньо описати лише додаткові змісти ДЗ для відповідних рівнів. ДЗ(2) включає комбіновані задачі на знаходження величин через дроби та відсотки, порівняльний аналіз діаграм, відношення площ, знаходження мод, медіан вибірок, обчислення площ плоских фігур без використання тригонометрії, використання подібності трикутників (з усіма ознаками); задачі на просторові уявлення із сферичними координатами; уявлення про скалярні та векторні поля, лінійні рівняння. ДЗ(3) включає комбіновані задачі з відсотками, суміші, ускладнений аналіз діаграм, комбінований аналіз статистичних таблиць, обчислення об'ємів, площ поверхонь простих тіл, використання подібності плоских фігур, метричні співвідношення в прямокутному трикутнику, знаходження довжин дуг на сферичних поверхнях за допомогою довідникової інформації, системи лінійних рівнянь, використання найпростіших якісних характеристик скалярних полів. ДЗ(4) включає аналіз діаграм та таблиць з елементами наявності інформаційного шуму, побудову та аналіз корелограм, обчислення довжин дуг на сферичних поверхнях аналітично, використання системи усіх співвідношень в трикутнику, наближене обчислення площ плоских фігур та довжин кривих за допомогою вимірювальних інструментів, лінійні нерівності, уявлення про характер монотонності. ДЗ(5) включає нестандартний аналіз діаграм та таблиць, обчислення площ та довжин плоских фігур аналітично та з використанням цифрових технологій, уявлення про відображення поверхонь на

ПРОФЕСІЙНА ІДЕНТИЧНІСТЬ І МАЙСТЕРНІСТЬ ПЕДАГОГА

площину, уявлення про обчислення площ поверхонь, частин фігур, що розміщені на поверхнях, довжин просторових кривих, аналіз функцій від однієї змінної, заданих аналітично та з використанням цифрових технологій, уявлення про числові характеристики скалярних та векторних полів, характеристики циклічних процесів, станів рівноваги та стійких тенденцій, моделювання основних географічних та економіко-географічних понять за допомогою графів, комп'ютерне обчислення ліній регресії. Нарешті ДЗ(6) включає комп'ютерне моделювання відображень на площину, аналітичне та комп'ютерне обчислення площ та довжин кривих, аналітичне задання криволінійних координат, аналітичне та комп'ютерне обчислення характеристик векторних полів, аналіз діаграм фазових площин динамічних систем, уявлення про фрактальні характеристики, використання методів математичної статистики (оцінювання, побудова довірчих інтервалів, перевірка гіпотез, кластерний аналіз тощо).

Зрозуміло, що РІВ(6) стосуються вчителів, котрі активно самостійно займаються науково-дослідницькою роботою в галузі географічних або педагогічних наук. РІВ(4) та РІВ(5) є необхідними для вчителів, які готують своїх учнів до творчих змагань, дослідницьких робіт. Для основної діяльності вчителів достатньо рівня, що не перевищує 3. Водночас, як зазначено вище, РІВ(1) є базовим, необхідним, тому важлива інформація про володіння математичною компетентністю вчителів географії саме на цьому рівні. Задіяність ДЗ залежно від рівня, що вводиться, відображено в матриці інцидентності додаткового змісту рівнів та напрямів математичної діяльності. Тут 1 означає «задіяно», 0 – «не задіяно».

Таблиця 2

Матриця інцидентності додаткового змісту рівнів від напрямів математичної діяльності.

| | Напрямок математичної діяльності / Рівень математичної компетентності | Початковий | Достатній | Середній | Високий | Творчий |
|---|---|------------|-----------|----------|---------|---------|
| | Операції з числами, дроби та відсоткові розрахунки | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Аналіз та побудова графіків та діаграм | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | Пропорційність величин | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Дескриптивна статистика | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | Геометричні величини, геометричні вимірювання для многокутників та кіл. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Плоскі фігури, подібність фігур | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Метричні співвідношення, тригонометричні співвідношення | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Елементи аналітичної геометрії (метод координат) | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | Криві та поверхні, їх вимірювання | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | Графи, елементи топології | | | | 1 | 1 |
| 1 | Функції, рівняння, нерівності | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Скалярні та векторні поля | 1 | 1 | | 1 | 1 |

ПРОФЕСІЙНА ІДЕНТИЧНІСТЬ І МАЙСТЕРНІСТЬ ПЕДАГОГА

| | | | | | | |
|---|----------------------|--|--|--|---|---|
| 2 | | | | | | |
| 3 | Оптимізаційні задачі | | | | 1 | 1 |
| 4 | Динамічні системи | | | | 1 | 1 |
| 5 | Фрактальна геометрія | | | | 0 | 1 |

Далі для вимірювання математичної компетентності на першому(базовому) рівні ми пропонуємо наш підхід [12]. Він полягає у введенні рівневого індикатора математичної компетентності. Ця величина обчислюється теоретично так: для заданого рівня розглядається набір типових задач (у нашому випадку їх 14). З кожним типом пов'язуємо аналогічні задачі такого ж рівня складності. Рівневий індикатор - це ймовірність розв'язати навмання обрану задачу з набору задач даного рівня. Очевидно, що тоді значення рівневого індикатора можна обчислити за формулою повної ймовірності:

$$I = \sum_{k=1}^m \omega_k p(G_k),$$

де I – значення рівневого індикатора; $p(G_k)$ – ймовірність правильно розв'язати задачу типу G_k , ω_k – ймовірності (частоти) використання задачі типу G_k ; сума цих невід'ємних величин, очевидно, дорівнює 1. Далі ми вводимо припущення про рівноймовірність G_k

Нами проведено апробацію вимірювання індексу математичної компетентності вчителів географії для першого (базового) рівня. Оцінки, що ми отримали, є достатньо грубими через невеликий обсяг вибірки респондентів. Отже, 13 завдань, що відображали профіль РІВ(1), було запропоновано 79 вчителям географії, які проходили підвищення кваліфікації на курсах у 2018, 2019, 2020 роках.

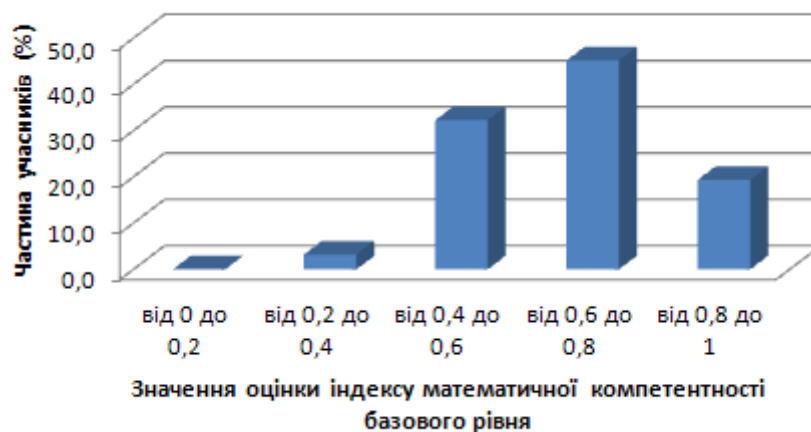


Рис. 1. Значення оцінки індексу математичної компетентності базового рівня.

Розподіл значень оцінки індексу математичної компетентності базового рівня для цієї вибірки респондентів наведено на рис. 1. Середнє значення для розподілу дорівнює – 0,68, медіана – 0,71, середнє квадратичне відхилення – 0,18. Розподіл має унімодальний характер з модою 0,71. Як ми бачимо, об'єктивно, вже на першому, базовому рівні математичної компетентності більшість вчителів не може виконати більше 80 % завдань, тобто ця частина вчителів не може якісно викладати свій предмет через недостатній рівень математичної компетентності. Типові проблеми можна проаналізувати за допомогою діаграми складності. На цій діаграмі відображено відсоток респондентів, які успішно впорались з відповідним завданням РІВ(1). Нагадаємо, що складність завдання – це відношення суми балів, набраних учасниками тестування, до максимально можливої суми балів, тобто чим більша складність, тим задача легша.

ПРОФЕСІЙНА ІДЕНТИЧНІСТЬ І МАЙСТЕРНІСТЬ ПЕДАГОГА



Рис. 2. Діаграма складності.

Як видно, найскладнішим виявилось завдання 1 на дії з дробовими числами, звичайними дробами. Викликає певну тривогу невиконання деякими учасниками завдань 9–11 (робота з масштабами). Попередній нестрогой аналіз показує, що причина в корельованості цих завдань із завданням 1 та 2 (робота з десятковими дробами). Легко побачити, що понад 30 % вчителів не володіють базовою статистичною та геометричною грамотністю, понад 40 % не вміють орієнтуватись в простих задачах з прямокутними декартовими координатами та обчислювати довжини дуг.

Попередній дескриптивний аналіз показує практичну незалежність успішності тестування для визначення оцінки індикатора математичної компетентності РІВ(1) від педагогічного стажу. Деяке підвищення спостерігається для групи вчителів, які мають педагогічний стаж від 16 до 20 років. Статистична значущість цього ефекту нами не досліджувалась через недостатню кількість даних.

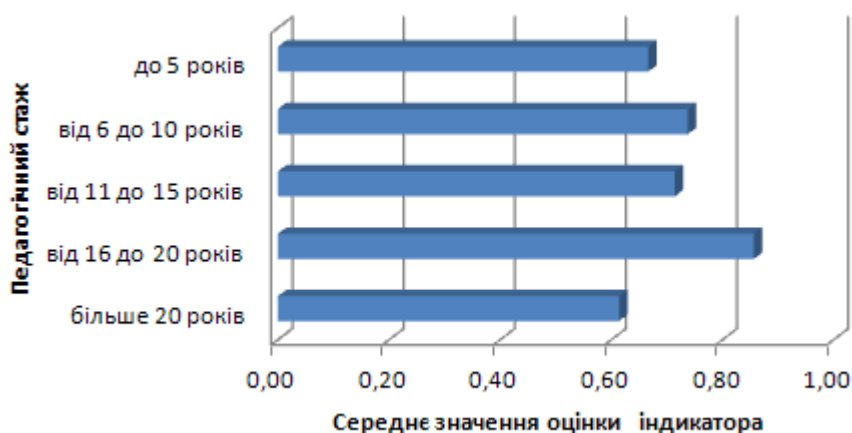


Рис. 3. Залежність значень середніх оцінок індикатора математичної грамотності РІВ(1) від педагогічного стажу.

Отже, попередній статистичний аналіз свідчить про деякі проблеми в математичній підготовці вчителів географії, які існують незалежно від стажу педагогічної роботи. Ці проблеми необхідно вирішувати в системі післядипломної педагогічної освіти.

Аналіз структури професійної компетентності вчителя географії дозволяє виокремити як підсистему предметної компетентності математичну компетентність вчителя географії, що спрямована на виконання операційної, гносеологічної та аналітичної функцій в роботі вчителя. Сформована математична компетентність вчителя географії дозволяє здійснювати активну пропедевтику стратегічних математичних понять, які виходять за межі шкільної програми математики, але мають концептуальне та прикладне значення. Зміст та структура математичної компетентності визначається лише характером реальної професійної діяльності вчителя географії. Аналіз такої діяльності дає змогу виділити перший, базовий рівень математичної компетентності та наступні п'ять рівнів. Формат діяльності вчителя визначає необхідний для цього формату рівень математичної компетентності.

ПРОФЕСІЙНА ІДЕНТИЧНІСТЬ І МАЙСТЕРНІСТЬ ПЕДАГОГА

Запропонований нами підхід для вимірювання рівнів математичної компетентності вчителів географії дозволив оцінити шанси розв'язувати задачі базового рівня математичної компетентності. За нашими оцінками, виявлено, що майже 20 % вчителів географії мають деякі математичні проблеми, які знижують якість викладання свого предмета вже на базовому рівні. До цих проблем передусім відноситься недостатня обчислювальна, статистична та логічна культура вчителя, а також невміння розв'язувати базові задачі планіметрії. Очевидно, що на ці проблеми має реагувати система післядипломної педагогічної освіти.

До подальших досліджень у зазначеному напрямку можна віднести детальніше обґрунтування структури та змісту математичної компетентності з урахуванням результатів всебічних експертних оцінок, формування алгоритму обчислення вагових коефіцієнтів для формули індексу математичної компетентності, отримання оцінок на більш широких вибірках респондентів для базового та більш високих рівнів. Становить інтерес дослідження кореляції між рівнями математичної компетентності та іншими складовими предметної та професійної компетентностями вчителя географії. Окремим питанням є розробка організаційних форм, методів та засобів розвитку математичної компетентності вчителів географії в системі післядипломної педагогічної освіти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовчук І. О. Розвиток професійної компетентності вчителя / І. О. Вовчук // Таврійський вісник освіти. – 2015. – № 3. – С. 54–59.
2. Елькін М. В. Формування професійної компетентності вчителя / М. В. Елькін. – Харків: Основа», 2013. – 111 с.
3. Карпова Л. Г. Формування професійної компетентності вчителя загальноосвітньої школи: автореф...дис. канд. пед. наук: 13.00.04 /Л. Г. Карпова – Харків, 2004. – 20 с.
4. Кірман В. К. Векторна модель математичної компетентності вчителя математики та підходи до її ідентифікації / В. К. Кірман // Актуальні питання природничо-математичної освіти. – 2017 – № 10. – С. 94–101.
5. Кузьмінський А. І. Інновації в методології методичної підготовки майбутнього вчителя математики профільної школи / А. І. Кузьмінський, Н. А. Тарасенкова, І. А. Акуленко // Педагогіка вищої та середньої школи. – 2014. – Вип. 40. – С. 3–9.
6. Овчарук О. Л. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти / О. Л. Овчарук // Стратегія реформування освіти в Україні: рекомендації з освітньої політики. – К.: К.І.С, 2003. – С. 13–43.
7. Професійний стандарт за професіями «Вчитель початкових класів закладу загальної середньої освіти» та «Вчитель закладу загальної середньої освіти»: проект Міністерства освіти і науки України від 05.05.2020. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/news/mon-proponuye-dlya-gromadskogo-obgovorennya-proyekt-profstandartu-za-profesiyami-vchitel-pochatkovih-klasiv-zzso-vchitel-zzso>.
8. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ / С. А. Раков. – Харків: Факт, 2005. – 360 с.
9. Стрілець С. Інтерактивні технології навчання у формуванні інформаційної компетентності майбутнього вчителя початкових класів / С. Стрілець, Т. Запорожченко // Психолого-педагогічні проблеми сільської школи. – 2012. – № 42 (2). – С. 38–42.
10. Тарасенкова Н. Методичні компетентності у системі фахової підготовки майбутнього вчителя математики / Н. Тарасенкова, І. Акуленко // Вища освіта України. – 2011. – № 3. – С. 53–66.
11. Тарасенкова Н. А. Зміст і структура математичної компетентності учнів загальноосвітніх навчальних закладів / Н. А. Тарасенкова, В. К. Кірман // Математика в школі. – 2008. – № 6. – С. 3–9.
12. Тімець О. В. Професійна підготовка майбутнього вчителя географії. Взаємозв'язок когнітивного, операційного і особистісного компонентів його фахової компетентності / О. В. Тімець // Проблеми підготовки сучасного вчителя. – 2010. – № 2. – С. 46–52.

REFERENCES

1. Vovchuk I. O. Rozvytok profesiinoi kompetentnosti vchytelia. [Development of professional competence of a teacher]. Tavriyskyi visnyk osvity, 2015, vol. 3. pp. 54–59.
2. Elkin M. V. Formuvannia profesiinoi kompetentnosti vchytelia. [Formation of professional competence of a teacher], Kharkiv, 2013. 111 p.
3. Karpova L. H. Formuvannia profesiinoi kompetentnosti vchytelia zahalnoosvitnoi shkoly: avtoref...dys. kand. ped. nauk: 13.00.04. [Formation of professional competence of a secondary school teacher] Kharkiv, 2004. 20 p.

4. Kirman V. K. Vektorna model matematychnoi kompetentnosti vchytelia matematyky ta pidkhody do yii identyfikatsii. [Vector model of mathematical competence of a mathematics teacher and approaches to its identification] Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity. 2017, vol. 10. pp. 94–101.
5. Kuzminskyi A. I. Innovatsii v metodolohii metodychnoi pidhotovky maibutnoho vchytelia matematyky profilnoi shkoly. [Innovations in the methodology of methodical training of the future teacher of mathematics of profile school] Pedahohika vyshchoi ta serednoi shkoly. 2014, vol. 40. pp. 3–9.
6. Ovcharuk O. L. Kompetentnosti yak kliuch do onovlennia zmistu osvity. [Competences as a key to updating the content of education] Stratehiia reformuvannia osvity v Ukraini: rekomendatsii z osvitnoi polityky. Kyiv, 2003. pp. 13–43.
7. Profesiinyi standart za profesiinyi «Vchytel pochatkovykh klasiv zakladu zahalnoi serednoi osvity» ta «Vchytel zakladu zahalnoi serednoi osvity»: proiekt Ministerstva osvity i nauky Ukrainy. [Professional standard for the professions «Primary school teacher of general secondary education» and «General secondary school teacher»]vid 05.05.2020. Available at: <https://mon.gov.ua/ua/news/mon-proponuye-dlya-gromadskogo-obgovorennya-proiekt-profstandartu-za-profesiyami-vchitel-pochatkovih-klasiv-zzso-vchitel-zzso>.
8. Rakov S. A. Matematychna osvita: kompetentnisnyi pidkhid z vykorystanniam IKT [Mathematical education: a competency-based approach using ICT]. Kharkiv, 2005, 360 p.
9. Strilets S. Interaktyvni tekhnolohii navchannia u formuvanni informatsiinoi kompetentnosti maibutnoho vchytelia pochatkovykh klasiv. [Interactive learning technologies in the formation of information competence of future primary school teachers]. Psykholoho-pedahohichni problemy silskoi shkoly. 2012, vol. 42 (2), pp. 38–42.
10. Tarasenkova N. Metodychni kompetentnosti u systemi fakhovoi pidhotovky maibutnoho vchytelia matematyky [Methodical competencies in the system of professional training of future mathematics teachers]. Vyshcha osvita Ukrainy. 2011. vol. 3. pp. 53–66.
11. Tarasenkova N. A. Zmist i struktura matematychnoi kompetentnosti uchniv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv. [The content and structure of mathematical competence of students of secondary schools]. Matematyka v shkoli. 2008, vol. 6, pp. 3–9.
12. Timets O. V. Profesiina pidhotovka maibutnoho vchytelia heohrafii. Vzaiemozviazok kohnityvnoho, operatsiinoho i osobystisnoho komponentiv yoho fakhovoi kompetentnosti. [Professional training of future geography teachers. The relationship of cognitive, operational and personal components of his professional competence]. Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia, 2010, vol. 2, pp. 46–52.