

МАТЕМАТИЧНА ПОНЯТІЙНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ, СТРУКТУРА ТА РІВНІ

У статті подано теоретико-методологічні основи дослідження понятійної компетентності як виду математичної компетентності, охарактеризовано етапи її формування, розкрито структуру і рівні.

Ключові слова: компетентнісно зорієнтована освіта, компетенція, компетентність, науково-теоретичне поняття, понятійна компетентність, структура, рівні понятійної компетентності.

В статье представлены теоретико-методологические основы исследования понятийной компетентности как вида математической компетентности, охарактеризованы этапы ее формирования, раскрыта структура и уровни.

Ключевые слова: компетентностно ориентированное образование, компетенция, компетентность, научно-теоретическое понятие, понятийная компетентность, структура, уровни понятийной компетентности.

The article presents theory-and-methodology bases of the investigation of conceptual competence as a type of mathematical competence, characterizes its stages, defines its structure and levels.

Key words: competence-oriented education, competence, science-and-theory concept, conceptual competence, structure, levels of conceptual competence.

Сучасний етап розвитку як шкільної, так і вищої освіти пов'язаний з упровадженням компетентнісного підходу до формування змісту, організації навчального процесу та контролю за його результатами. Компетентнісний підхід до оновлення змісту освіти, розроблення навчальних технологій тісно пов'язаний із фундаментальною метою освіти, сформульованою в документах ЮНЕСКО: навчати здобувати знання (учити учитися), навчати працювати й заробляти (навчання для праці), навчати жити разом (навчання для спільного життя). Тому ефективна реалізація компетентнісного підходу є важливим чинником входження України в міжнародний освітній простір через приєднання до Болонського процесу.

Сучасна модель компетентнісного предметного навчання є моделлю навчання, у якому органічно поєднуються, взаємодіють предметно-знаннєвий, особистісний і діяльнісний складники. Вона зорієнтована на якісне оволодіння базовими предметними знаннями і вміннями через поступово ускладнювальну пізнавальну діяльність, вияв і розвиток особистісних якостей (активності, самостійності, самовизначення, рефлексію), а на основі сформованих предметних знань, умінь і навичок включення в різні види діяльності щодо застосування і використання їх в різних ситуаціях, оволодіння способами, прийомами розв'язування як пізнавальних, так і практико-орієнтованих, «життєвих задач». Метою такого навчання є формування діяльної компетентної особистості, а основними результатами – «суб'єктність учіння, навчання, цінності, знання, навички, способи діяльності, ставлення» [5, с. 15]. Інтегрованим показником досягнення системи цих результатів є компетентність.

Компетенція і компетентність є засадничими поняттями компетентнісного підходу. У результаті тривалих дискусій нині вироблено достатньо чіткі дефініції цих понять. Компетенція – це відчужена від суб'єкта, наперед задана норма – сукупність вимог до знань, умінь, навичок, способів діяльності, визначена до певної галузі предметів і необхідна для якісної продуктивної діяльності в цій галузі. Інакше кажучи, компетенція – це об'єктивна категорія, суспільно визначений рівень знань, навичок, ставлень у певній галузі діяльності [1, с. 2].

Компетентність – це володіння учнем певною компетенцією, деякий виявлений її рівень у конкретній ситуації. Компетентність – інтегрована здатність особистості, набута в процесі навчання, яка включає знання, вміння, навички, досвід, способи діяльності, цінності і ставлення, що цілісно реалізовані на практиці.

О. Савченко виокремлює такі визначальні характеристики поняття «компетентність»:

- компетентність виявляється в певному контексті, у конкретних ситуаціях;
- компетентність є результатом, вона характеризує те, що може зробити індивід;
- компетентність є мірою того, що індивід може зробити в конкретно визначений час (за певний відрізок навчання);
- компетентності мають рівневу природу, що зумовлено поступовістю, поетапністю оволодіння ними [5, с. 13].

Специфіка формування змісту, організації навчання в компетентнісному навчанні в порівнянні зі «знаннєвим» полягає в тому, що зміст формується «від результату». Компетентнісно зорієнтована освіта – це освіта, орієнтована на результати навчання – компетенції. Науково обгрунтоване планування результатів навчання (компетенції) та науково обгрунтоване вимірювання їх досягнень (компетентностей) є стержнем і одночасно головною проблемою практичної реалізації

компетентнісного навчання з кожного предмета. Успішне розв'язання поставленої проблеми передбачає розроблення:

- теоретико-методологічних основ планування компетенцій – результатів навчання;
- структури, рівнів основних компетенцій – складових предметної компетенції;
- теоретико-методологічних основ вимірювання результатів навчання – компетентностей;
- вимірювальних результатів навчання (математичних, річних, підсумкових за курс).

З усіх шкільних предметів потенційно до модернізації навчання на засадах компетентнісного підходу найближчою є математика. Це зумовлено специфікою математичних знань, місцем і роллю задач у курсах математики, раніше реалізованими підходами.

1. Традиційне навчання математики ніколи не було тільки знаннево-орієнтованим, воно завжди було зорієнтоване на застосування теоретичних знань під час розв'язування задач.

2. Ідея планування результатів навчання вперше була реалізована в навчанні математики у 80-ті роки. Із кожної теми обов'язкові результати визначалися емпірично і складали опорний рівень для практичних застосувань, вивчення суміжних предметів та для подальшого вивчення математики. Для більш високих рівнів результати не визначалися, вимоги до них фактично встановлювалися задачами підручника. При цьому прийоми, способи розв'язування таких задач програмно не фіксувалися як результати навчання.

Аналіз чинної програми з математики засвідчує, що ідея планування результатів не знайшла подальшого розвитку. У програмі визначено лише предметні знання і вміння, а конкретні вимоги до способів діяльності, методів, прийомів як складників компетенцій відсутні. Дванадцятибальна рівнева шкала оцінювання навчальних досягнень упроваджена без належного атрибуту – рівневих планованих результатів. Це зумовило низький її ефект як щодо об'єктивності оцінювання, так і щодо підвищення якості освіти, модернізації навчання на засадах компетентнісного підходу.

У науковій літературі виокремлено п'ять складових математичної компетенції: понятійна, процедурна, технологічна, дослідницька і методологічна компетентності. Їх характеристика представлена у працях Ю. Захарійченка, М. Зелмана, О. Ляшенка, О. Шкільного. Понятійна компетентність трактується неоднозначно: Ю. Захарійченко, О. Шкільний ототожнюють понятійну компетенцію з логічною компетенцією; О. Ляшенко, С. Раков, М. Зелман дають більш широке її тлумачення – як знання понятійного апарату у предметній галузі, уміння відтворювати визначення, теореми та доведення. Структури, рівні названих вище математичних компетенцій не розкриті. У зв'язку з цим поставлено завдання: розробити теоретико-методологічні основи дослідження основних видів математичної компетенції: понятійної, процедурної і дослідницької; розробити їх структуру за схемою, запропонованою А. Хуторським: 1) типи компетентності; 2) сфера компетенції; 3) предметні знання; 4) предметні уміння; 5) досвід пізнавальної діяльності; 6) способи діяльності; 7) смислові орієнтації; цінності [6], а також рівні сформованості компетентності.

Мета статті: висвітлити теоретико-методологічні основи дослідження понятійної компетентності, її структуру і рівні.

Теоретико-методологічну основу дослідження понятійної компетенції складають: логіко-гносеологічна концепція науково-теоретичного поняття та класична модель тематичного поетапного засвоєння наукових знань.

Логіко-гносеологічна концепція науково-теоретичного поняття. Основою традиційної методики навчання математичних понять є формально-логічна концепція поняття, у якому поняття як форма мислення ототожнюється з основною ознакою – характерною властивістю, притаманною усім об'єктам, що належать до певного класу. Відповідно до формально-логічної концепції понятійна компетентність учнів виявляється у виконанні логічних дій – підведення під поняття, виведення наслідків з належності та встановленні логічних відношень між поняттями. Формально-логічна концепція поняття охоплює всі види понять: як буденні, донаукові, науково-емпіричні, так і науково-теоретичні. Вона не відображає специфіки, сутності, функції, структури науково-теоретичних понять. Тому на основі формально-логічної концепції можуть бути розкриті тільки окремі складники математичної предметної компетентності. Цим і зумовлено вибір в дослідженні логіко-гносеологічної концепції науково-теоретичних понять, яка відображає специфіку математичних предметів, що виявляються в математичних поняттях, структуру та функції науково-теоретичних понять.

Основи логіко-гносеологічної концепції науково-теоретичних понять визначено Гегелем, розвинуто в роботах відомих радянських філософів-логіків А. Арсентьева, В. Біблера, С. Войшвілла, Д. Горського, Б. Кедрова, М. Кондакові, українського філософа М. Поповича.

У логіко-гносеологічній концепції структура поняття розглядається і як система взаємопов'язаних істотних ознак, властивостей, у яких розкривається зміст поняття, і як система взаємозв'язаних предметів, які охоплюються поняттям і утворюють його обсяг. Висвітливо основні позиції цієї концепції, які інтерпретовано відповідно до математичних понять.

1. Предметами математичних понять як науково-теоретичних є мисленнево-мовні об'єкти, створені людством як засоби, інструменти пізнання матеріального світу, як моделі реальних, матеріальних речей і явищ. За своєю природою вони:

– *абстрактні, ідеальні*: частина з них вироблена на емпіричному рівні відокремленням у думці властивостей, форм реальних об'єктів, поповненням їх властивостей; інша – відокремленням властивостей, раніше утворених математичних об'єктів;

– *теоретичні*: вони не утворюються ізольовано, а конструюються мисленням як деяка теоретична система; властивості і відношення математичних об'єктів визначаються теоретичною системою, зв'язками виучуваних (досліджуваних) об'єктів з іншими об'єктами;

– *знаково-символічні, графічні*: поряд з природною мовою для найменування, позначення математичних об'єктів використовуються спеціально розроблені символічні мови; символічна і графічна мови дозволяють скорочено, наочно фіксувати структуру математичних об'єктів (зв'язки між елементами) та відношення з іншими об'єктами.

2. Наукове теоретичне поняття про математичні об'єкти чи відношення між ними є логічно впорядкованою системою знань, що складається з основної ознаки – характеристичної властивості, за якою об'єкти визначені й узагальнені, та вивідних з неї властивостей чи відношень. Ознака, за якою об'єкти визначені й об'єднані в клас, складає основний зміст поняття. Цей зміст є основою включення математичних об'єктів у теоретичну систему і виведення нових їх властивостей і відношень. Основна ознака та властивості і відношення, що потенційно можуть бути виведені з основної ознаки та інших тверджень теорії, утворюють повний зміст поняття. Основна ознака й актуально встановлені, виведені властивості складають розкритий зміст поняття. Наукові поняття як відкриті системи теоретичних знань можна порівняти з коморами, які постійно поповнюються продуктами. У поступовому накопиченні знань, «відкритості» до їх поповнення і полягає суттєва відмінність науково-теоретичних понять від буденних, донаукових, емпіричних, зміст яких про об'єкти вичерпується визначенням, «комори» яких заповнюються тільки одноразово. Основний механізм поповнення змісту – включення об'єктів в нові істотні зв'язки з іншими об'єктами теоретичної системи. Таким чином, наукове поняття як теоретичну систему складають означення, аксіоми, теореми, у яких розкривається зміст поняття про об'єкти, що входять до його обсягу.

3. Засвоїти науково-теоретичне поняття, як на думку філософа М. Поповича, означає засвоїти його функції. У логіці наукового пізнання виокремлюють дві основні функції наукових понять:

1) нормативно-алгоритмічну, тобто бути ефективним стандартизованим засобом розв'язання різних класів задач;

2) інструментально-діяльнісну, тобто слугувати інструментом знаходження способів розв'язання задач, які безпосередньо не впливають з теоретичних положень, а також виявлення нових властивостей і відношень об'єктів.

Нормативно-алгоритмічна функція наукових понять полягає в тому, що визначення, теореми, які виражають зміст понять, можуть бути осмислені як алгоритми, норми, правила виконання суб'єктами дій, операцій з математичними об'єктами.

Друга функція наукових понять полягає в тому, що вони слугують інструментом логічного аналізу умов і вимог задач, образно кажучи, виконують функцію пізнавальних «ножиць», які дозволяють розчленили умову, виводити з неї наслідки, відшукувувати достатні умови, доповнювати задану ситуацію, слугувати засобом аналітико-синтетичної діяльності.

Таким чином, кожному розкритому змісту науково-теоретичного поняття відповідають:

1) проаналізована предметна галузь поняття: види, типи об'єктів, належних його обсягу, та їх презентація (словесна, знаково-символічна, графічна);

2) система теоретичних знань, у яких розкривається зміст поняття – визначення, аксіоми, теореми;

3) доведення теорем (вивідних властивостей, ознак об'єктів);

4) установлені зв'язки науково-теоретичних понять з іншими науково-теоретичними поняттями;

5) класи стандартних задач (спосіб розв'язування, послідовність кроків, у яких задається алгоритмом, правилом-нормою, схемою чи зразком);

6) класи дискурсивних задач, спосіб розв'язання яких встановлюється на основі аналітико-синтетичних міркувань;

7) класи нестандартних задач, способи розв'язання яких встановлюються на основі інтуїції, здогаду та міркувань.

Класична модель засвоєння наукових знань. Виходячи з рівневої природи оволодіння компетентністю, за теоретико-методологічну основу їх формування у дослідженні обрано класичний метод поетапного оволодіння науковими знаннями, розроблений видатним чеським педагогом Я. Коменським у праці «Вихід із шкільних лабіринтів, або Дидактична машина» [3]. Цей метод є теоретичною основою чотирирівневої дванадцятибальної шкали оцінювання навчальних досягнень учнів і передбачає два ступені розкриття змісту – базовий (мінімум знань, необхідних і достатніх для практичних застосувань і подальшого розкриття змісту) і поглиблений. Зміст поетапного оволодіння поняттями подано нижче.

Початковий етап (теорія, аналіз).

1. Формування загального поняття про об'єкти вивчення.

2. Усвідомлення змісту ознак, властивостей базового змісту і осмислення їх практичного смислу як способів дії з об'єктами.

3. Усвідомлення доведень теорем базового змісту, їх початкове осмислення (усвідомлення ідеї, методу, основних кроків, використаних теоретичних положень).

4. Формування початкових, елементарних умінь.

Середній етап (практика, синтез).

1. Відтворення елементів теоретичного змісту.

2. Формування базових навичок – розв’язування задач на безпосереднє застосування одного з елементів базового змісту.

3. Формування базових умінь – умінь виконувати основні системи дій за елементами теорії.

4. Застосування базового змісту в основних типових ситуаціях.

Головний етап (застосування, міркування).

1. Відтворення доведень базового змісту, їх змістовно-логічний аналіз.

2. Розв’язування стандартних задач на застосування базового змісту.

3. Застосування базового змісту в змінених ситуаціях.

4. Застосування базового змісту в нових ситуаціях (перенесення знань, поглиблення теоретичного змісту).

Завершальний етап (застосування, розмірковування).

1. Відтворення доведень теорем поглибленого змісту, їх логічний аналіз.

2. Застосування повного змісту (базового і поглибленого) в стандартних ситуаціях високого рівня складності.

3. Застосування повного змісту на основі ускладнених міркувань.

4. Застосування змісту в нестандартних ситуаціях.

Структура і рівні математичної понятійної компетенції, розроблені відповідно до логіко-гносеологічної концепції наукових понять за класичною моделлю засвоєння науково-теоретичних понять, подані нижче.

Структура математичної понятійної компетенції.

1. *Тип:* предметна компетентність.

2. *Сфера компетенції:*

Предметна галузь, що складає обсяг науково-теоретичного поняття, та реальні об'єкти, явища, процеси, які можуть бути змодельовані за допомогою поняття.

3. *Предметні знання:* 1) репрезентативні знання: знання термінів, що позначають об'єкти, їх види, властивості і елементи, та знання знаково-символічних позначень, графічних зображень; 2) знання про предметну галузь об'єктів поняття (обсяг) – види, типи, об'єктів, належних поняттю; 3) теоретичні знання – визначення, аксіоми, теореми, у яких розкривається основний і поглиблений зміст, та доведення вивідного змісту; 4) знання про істотні міжпонятійні зв'язки.

4. *Предметні уміння:*

- елементарні уміння – уміння виконувати дії з об'єктами за елементами теорії;
- системні уміння – уміння виконувати основні системи дій за елементами теорії;
- уміння розв'язувати основні типові задачі на застосування теорії.

5. *Досвід пізнавальної діяльності:*

елементарної аналітичної діяльності, синтетичної діяльності, аналітико-синтетичної, синкретичної діяльності (поєднання інтуїції, евристики, здогаду).

6. *Способи діяльності:*

репродуктивної діяльності (алгоритми, правила-норми, зразки), конструктивно-репродуктивної діяльності (логічні прийоми, міркування); продуктивної діяльності (евристики, пошукові прийоми, творчі процедури).

7. *Смислові орієнтації, цінності:*

- усвідомлення елементів теоретичного змісту як орієнтувальної основи дій з об'єктами;
- усвідомлення функцій науково-теоретичних понять як готових засобів розв'язання задач і як інструментів пізнавальної діяльності.

Рівні понятійної компетентності і їх вимірники.

Початковий рівень понятійної компетентності – поінформованість виявляється під час виконання завдань на:

1) упізнавання (вибір) понятійних об'єктів, їх видів чи елементів серед інших на основі еталонних образів (прототипів);

упізнавання (вибір) правильних формулювань елементів теоретичного змісту (визначень, теорем, формул) серед неправильних;

2) розпізнавання (вибір) об'єктів, належних поняттю, їх видів чи елементів з виконанням операцій на основі елементів теоретичного змісту,

розпізнавання (вибір) правильних виконань дій серед неправильних з виконанням операцій на основі елементів теоретичного змісту;

3) називання понятійним терміном об'єктів, їх видів чи елементів, заданих знаково-символічно, графічно чи смисловим значенням терміну;

- називання ознак, властивостей понятійних об'єктів;

- наведення прикладів понятійних об'єктів, їх видів, типів;

- виконання дій з понятійними об'єктами за елементом теоретичного змісту з опорою на матеріальні носії інформації або зразки виконання дії (початкові уміння);

- виконання дії за теоремою операційного виду з найпростішими типами об'єктів.

Середній рівень понятійної компетентності (грамотність) виявляється у:

1) виконанні завдань на відтворення елементів теоретичного змісту (визначень, аксіом, теорем, формул) і їх ілюструванні прикладами;

виконанні завдань на безпосереднє застосування теорем операційного типу (обчислення за елементом теорії) – базові предметні уміння (навички);

2) розв'язуванні задач на послідовне виконання дії за двома елементами теоретичного змісту (наприклад, підведення під поняття і виведення наслідку) – базові системні уміння;

3) розв'язування основних типових прикладних задач на застосування поняття (складання моделей і їх розв'язування).

Достатній рівень понятійної компетентності виявляється під час виконанні таких завдань і розв'язуванні задач:

- на відтворення базової системи теоретичних знань і ілюструванні прикладами;

- на відтворення доведень теорем та їх логічний аналіз;

- на встановлення логічних відношень між поняттями;

- на класифікацію;

- на обґрунтування тверджень;

- на узагальнення, висновки на основі аргументації;

- на наведення контрприкладів;

2) задач на застосування теоретичного змісту, встановлених зв'язків на основі нескладних аналітико-синтетичних міркувань;

3) розв'язування задач на поглиблення теоретичного змісту на основі нескладних міркувань.
Високий рівень понятійної компетентності виявляється під час виконання завдань і розв'язуванні задач:

- 1) завдання на відтворення поглибленої системи теоретичних знань та обґрунтування її елементів;
 - на відтворення складних доведень теорем та їх логічний аналіз;
 - на самостійне вивчення математичних текстів та їх логічний аналіз;
 - на складані класифікації, систематизації;
 - на ускладнення обґрунтування тверджень;
 - на правдоподібні міркування, встановлення аналогії;

2) розв'язування проблемних (математичних, прикладних) задач на основі складних міркувань, виявлення міжпонятійних зв'язків;

- 3) розв'язування нестандартних задач на основі евристики, здогаду (інтуїції) і міркувань.

Вибір у ролі теоретико-методологічної основи логіко-гносеологічної концепції поняття і класичної моделі поетапного вивчення наукових знань дозволив цілісно, системно проаналізувати понятійну компетентність, розробити її структуру та рівні.

За аналогічною схемою буде проведено аналіз процедурної та дослідницької компетентності. Загалом розроблені структура і рівні понятійної, процедурної і дослідницької компетентності складають теоретичну основу планування результатів навчання математики – компетенцій з кожної теми курсів математики основної і старшої школи, а також розроблення їх вимірювальників.

Література

1. Бібик Н. М. Компетентність і компетенції в результатах початкової освіти / Н. М. Бібик // Початкова школа. – 2010. – № 9. – С. 1–4.
2. Захарійченко Ю. О. Проект концептуального проведення в Україні зовнішнього незалежного оцінювання / Ю. О. Захарійченко, О. В. Шкільний // Вісник ТІМО. – 2009. – № 9. – С. 5–29.
3. Коменский Я. А. Избранные педагогические сочинения: Том 2 / Я. А. Коменский. – М. : Педагогика, 1982. – С. 174–191.
4. Ляшенко О. І. Тест загальної навчальної компетентності як складова зовнішнього незалежного оцінювання абітурієнтів / О. І. Ляшенко, С. А. Раков, М. Зелман // Вісник ТІМО. – 2009. – № 6. – С. 4–10.
5. Савченко О. Я. Компетентнісний підхід як чинник модернізації початкової освіти / О. Я. Савченко // Наука і освіта. Науково-практичний журнал Південного наукового центру НАПН України. Педагогіка. – 2011. – № 4. – С. 13–16.
6. Хуторской А. В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования / А. В. Хуторской // Народное образование. – 2003. – № 3. – С. 58–64.