

## **ЗАГАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ ПЕРЕЛІКУ КОМПЕТЕНЦІЙ ЩОДО ОПАНУВАННЯ ПРИРОДНИЧО- МАТЕМАТИЧНИМИ ДИСЦИПЛІНАМИ**

### **Передмова**

У роботі зроблено спробу подати максимально повний перелік компетенцій у сфері опанування природничо-математичними дисциплінами на основі класифікації видів діяльності, якими має перейматися вчитель школи чи викладач ВНЗ. Таким чином отримано не результат переписування змісту навчальної програми, а перелік напрямків роботи, за якими потрібно працювати і перевіряти результати роботи незалежно від власне змісту навчального матеріалу. Щиро кажучи, спочатку автор задумав написати такий перелік лише щодо опанування математикою. Але згодом помітив, що такий перелік майже без змін і зауважень придатний щонайменше для природничо-математичних дисциплін. Інакше кажучи, виділено основу спільної діяльності вчителів (викладачів) різних дисциплін. Усі вони сприяють набуттю компетенцій, що стосуються одних і тих самих видів діяльності, але з використанням різного навчального матеріалу і з різним розподілом часу на набуття тих чи інших компетенцій у різних галузях знань. Компетенцію названо, навіть якщо наразі немає загально визнаної апробованої технології перевірки набуття цієї компетенції або не всі учні (студенти) бачать для себе актуальність набуття такої компетентності. Ставитися до цього переліку потрібно не як до завершеної роботи, а як до пропозиції переосмислити й обговорити мету освіти та шляхи її досягнення. Публікацію адресовано вчителям і методичним працівникам, студентам і викладачам ВНЗ.

## **1. Актуальні проблеми освіти як причина перегляду переліку компетенцій**

12–14 травня 1999 року у Київському університеті імені Тараса Шевченка

пройшла всеукраїнська конференція «Актуальні проблеми вивчення природничо-математичних дисциплін у загальноосвітніх навчальних закладах

України». У виступах і матеріалах конференції [1] було висловлено низку критичних зауважень щодо тенденцій природничо-математичній освіти в Україні. Зауваження були переважно з боку викладачів ВНЗ, які зіткнулися з кінцевим результатом змін системи загальної середньої освіти після здобуття Україною незалежності. Тоді пропонувалися і конкретні пропозиції щодо вузьких питань, і загальні підходи. Наприклад, визначення мети освіти як набуття випускниками ознак кваліфікованої робочої сили й встановлення відповідних пріоритетів щодо змін навчальних планів і навчальних програм. На жаль, при виробленні та впровадженні державної політики у галузі освіти ці критичні зауваження не було враховано. Більше того, зроблено великий крок у протилежному напрямку. Становище стало настільки загрозливим для держави, що зовсім недавно Прем'єр міністр публічно у висловив своє незадоволення станом справ і побажання збільшити конкурентноспроможність українських випускників на ринку праці. Актуальні у минулому проблеми стали ще актуальнішими і очевидними на високому державному рівні.

Наразі у термінах компетенції формулюють мету навчання. Для нас в Україні у цьому підході важливим є наголос на виробленні чіткої і прозорої політики у галузі освіти, що зніме гострі проблеми хоча б у перспективі. Поки такі проблеми не подолано хоча б в основному, існує потреба у постійному перегляді й корегуванні переліку компетенцій. Перелік має бути не лише повним, але й зручним у використанні. Для цього буде корисною

наявність різних підходів. Не треба боятися різноманітності. Навіть для основ математики (теорії множин) було вироблено кілька систем аксіом. Лише практика може визначити, який з підходів виявиться найпродуктивнішим і найзручнішим.

## **2. Перелік компетенцій**

І в сучасних дисертаційних дослідженнях, і в наукових монографіях (див. наприклад [2–3]) дотримуються певних класифікацій компетентнісного підходу. Вони, можливо, зручні для академічного підходу, але не найзручніші як інструмент подолання згаданих [1] проблем. Проблем, які дехто може не визнавати саме із-за неповноти чи недостатньої деталізації переліку компетенцій. Автор пропонує у сфері опанування природничо-математичними дисциплінами виділити компетенції щодо:

### **1) мовлення:**

- спроможність сприймати й запам'ятовувати складні за будовою речення (складнопідрядні, з використанням дієприкметникових та дієприслівникових зворотів тощо);
- спроможність логічно послідовно відтворювати виклад змісту окремих тем та їхніх фрагментів;
- спроможність формулювати власні міркування у повній відповідності до граматики у логічно послідовній формі;
- спроможність спрощувати граматичні конструкції (наприклад, розбивати складні речення на прості, перетворення дієприкметникових та дієприслівникових зворотів на окремі речення) без спотворення змісту;
- спроможність знаходити у рідній мові найповніші відповідники новоутвореним термінам іншомовного походження;

### **2) символічного запису:**

- спроможність відтворювати заданий наочно символічний запис (формулу);

- спроможність відтворювати символний запис за описом його структури;
- спроможність безпомилково описувати структуру символного запису;
- спроможність самостійно здійснювати перетворення символних записів з метою отримання нових висловлювань у символному вигляді;
- спроможність тлумачити символні записи не за окремими символами, а структурно з наголосом на суть запровадження понять чи виявлення властивостей та зв'язків;

### **3) унаочнення:**

- спроможність сприймати різні за формою унаочнення викладу змісту;
- спроможність самостійно добирати відповідну форму унаочнення для викладу змісту чи способу розв'язання задачі;

### **4) опанування теорією:**

- спроможність відтворити й використати означення понять та їхніх властивостей, встановити допустимість й доцільність використання цих понять;
- спроможність виявляти й формулювати залежність одних властивостей понять від інших, створювати й використовувати власну систему понять;
- спроможність формулювати й доводити твердження про залежність одних властивостей понять від інших, встановлювати правильність розв'язання задач та міркувань;
- спроможність до аксіоматичного викладу теорії для певної реалізації;
- спроможність до аксіоматичного викладу теорії безвідносно до конкретної реалізації (ця й попередня компетентність поки що є актуальною лише для математики, інформатики й фізики);

### **5) структурування й оцінювання етапів діяльності:**

- спроможність структурувати завдання на етапи методом покрокової деталізації з врахуванням особливостей виконавця;

- спроможність виявити фактори, що обмежують (ускладнюють) розв'язання завдання, правильно оцінити можливість подолання впливу цих факторів;
- спроможність правильно оцінити складність окремих етапів чи видів роботи та вимоги щодо рівня кваліфікації виконавця;
- спроможність стисло й несуперечливо формулювати вимоги до вхідних і вихідних даних для кожного етапу, технічні вимоги, що істотно зменшують час виконання завдання;

**б) опанування алгоритмами розв'язування завдань:**

- спроможність виконати послідовність дій за поданим зразком — використовувати на практиці алгоритми розв'язання типових задач;
- спроможність розпізнати, який з відомих алгоритмів прийнятний до розв'язання поставленої типової задачі, і систематизувати типові задачі й алгоритми;
- спроможність сприйняти й *висловити* алгоритм;
- спроможність з відомих алгоритмів синтезувати новий;
- спроможність створити принципово новий алгоритм;

**7) проведення дослідження:**

- спроможність формулювати нові задачі та скласти план їхнього розв'язання;
- спроможність будувати конкретно-наукові й математичні моделі задач;
- спроможність висувати гіпотези щодо поведінки моделі;
- спроможність емпірично перевіряти справедливість гіпотез у ході аналітичного дослідження моделі, чисельного (чи природничого) експерименту;
- спроможність тлумачити результати, отримані у ході дослідження моделі, у поняттях вихідної предметної області;
- спроможність тлумачити результати, отримані у ході природничого експерименту (крім математики й інформатики);

- спроможність систематизувати отримані результати — досліджувати межі застосування отриманих результатів, встановлювати зв'язки з попередніми результатами, модифікувати вихідну задачу, шукати аналогії в інших розділах дисципліни та інших галузях знань;

**8) методології:**

- спроможність окреслити сферу застосування, розуміти силу й обмеженість відомих методів, оцінювати на практиці їхню ефективність;
- спроможність окреслити сферу застосування, розуміти силу й обмеженість використання програмного забезпечення у дослідженнях, оцінювати на практиці їхню ефективність;
- спроможність переформулювати, систематизувати та впорядкувати навчальний матеріал або результати досліджень;
- спроможність осмислити власний досвід навчання, розв'язання задач й дослідницької роботи та спроможність долати перешкоди з метою постійного вдосконалення власної методології проведення досліджень;

**9) використання інформаційно-комунікаційних технологій:**

- спроможність використати традиційні офісні пакети для подання міркувань чи висвітлення досягнутих результатів;
- спроможність скористатися спеціалізованими видавничими системами (наприклад, LaTeX для математиків чи фізиків) для подання міркувань чи висвітлення досягнутих результатів;
- спроможність скористатися інтегрованими середовищами програмування та електронними таблицями для розрахунків, оцінити ефективність алгоритму чи похибку наближеного обчислення;
- спроможність скористатися спеціальними програмними засобами (Reduce тощо) для аналітичних розрахунків;
- спроможність шукати й використовувати потрібну інформацію, опубліковану у глобальній мережі;

- спроможність підготувати до публікації й розташувати у глобальній мережі навчальний (науковий) текст, володіння основами HTML та WEB-дизайну;

**10) взаємодії з іншими учасниками (навчального чи виробничого) процесу:**

- спроможність підпорядкування без зворотного зв'язку;
- спроможність підпорядкування зі зворотнім зв'язком для уточнення умови, технічних вимог тощо;
- спроможність до співпраці на рівноправних засадах:
  - спроможність погодитися на розподіл повноважень (незалежно від власних уявлень про справедливість такого поділу);
  - спроможність поточної співпраці зі зміною структури, перерозподілом праці, технічних вимог тощо;
- спроможність керувати виконанням певного плану з поточним контролем;
- спроможність ефективно розподіляти й перерозподіляти у разі потреби повноваження;
- спроможність делегувати повноваження, сприймати й використовувати експертні оцінки й пропозиції.

**3. Зауваження щодо переліку**

Розглянемо компетенції у поданому вище порядку.

**1. Компетенції щодо мовлення** можуть викликати шквал заперечень: «Не годиться нам залізати у царину вчителів мови та літератури! Своїх проблем вистачає!» На це є така відповідь.

Чи додумався учень до ідеї, яку неспроможний висловити, чи не додумався, діагностика буде одна: «Не впорався із завданням». А проблема існує: часто учні й студенти не спроможні сприйняти новий матеріал чи навіть чітко сформулювати питання саме із-за проблем з мовленням.

Висловлювання про вироблення мовленнєвих компетенцій виключно уроках мови чи літератури — міф. У кращому випадку таким чином виробляють компетентність щодо мовлення у загально побутовій сфері. І справа не лише в опануванні певною термінологією. Часто на уроках мови й літератури достатньо дотримуватися певних правил чи канонів викладу матеріалу (у підручнику чи у критичних статтях), відтворити вже наявний виклад, щоб отримати високу оцінку. А в царині природничо-математичних дисциплін, особливо серед математиків, високо цінують вміння висловлювати тільки-но сформовану думку. Не часто учні сучасної української школи стикаються з такою проблемою. Якщо це трапляється, то найчастіше на уроках математики, фізики, хімії, інформатики. Більше того, вимоги щодо чіткості й стислості висловлювання на уроках природничо-математичних дисциплін саме такі, з якими свідомо чи несвідомо борються, намагаючись виробити компетенції у галузі красного письменства. Наприклад, учитель української мови може скаржитися батькам щодо твору їхньої дитини: «Тему розкрито, але слова... , як кліщами витягували». А це саме те, що потрібно вчителю математики.

Зверніться до учня (студента) з таким питанням: «На новорічній ялинці висять 5 червоних і 10 жовтих кульок. Скільки всього кульок висить на цій ялинці?» Почуєте відповідь: «П'ятнадцять». Правильна відповідь: «Неменше п'ятнадцяти». Зверніться до учня (студента) з таким питанням: «Які фізичні величини можна безпосередньо виміряти у ході фізичного експерименту?» Як правило, почуєте довгий перелік або повне мовчання. Правильна відповідь — коротка: «Переміщення й час».

**2. Під символічним записом** розуміємо і математичну формулу, і хімічну формулу сполуки (у тому числі структурну). Компетенції щодо математичних формул не враховують «у чистому вигляді» при упорядкуванні завдань для атестації учнів 5–8 класів. Мало для яких компетенцій таке можна зробити. Але у саме цьому випадку це виправдано, здійснено і технологічно легко.



**3. Компетенції щодо унаочнення** найзручніше виробити при розв'язуванні логічних задач сюжетного характеру на уроках математики. Для розв'язування таких задач достатньо понятійного апарату математики у межах програми початкової школи. Прикро, але такі задачі не розглядають у загально освітній школі.

**4.** Не для всіх дисциплін побудовано дедуктивні теорії хоча б для окремих галузей. Тому останні дві компетенції актуальні лише для окремих дисциплін, про що явно вказано у переліку. Серед них — математика. У кращому випадку учні та студенти працюють на третьому рівні з усвідомленням можливості переходу на четвертий рівень. Рівень викладу теорії безвідносно до реалізації можливий уже у старших класах. Маємо на увазі взаємозаміну фундаментальних понять (точка, пряма й площина) у деяких аксіомах стереометрії й отримання таким чином б теорем при одній схемі доведення. Непотрібно довго тупцювати на такому матеріалі. Але проілюструвати саму ідею хоча б протягом 15 хвилин і можливо, і потрібно.

Може виникнути спокуса детально описати цей та наступні два блоки компетенцій у поняттях змісту навчальної програми і долучити цей опис до навчальної програми чи навіть до нормативного документу. Це буде сумнівна витрата робочого часу і можливого фінансування. Насправді важливими є повна відповідність конкретних завдань вичерпному переліку компетенцій, критерії оцінювання, відкритість і доступність інформації щодо структури і складності можливих завдань.

**5. Компетенції щодо структурування й оцінювання етапів діяльності** можна виробити й перевірити лише на складних завданнях. Свідоме чи несвідоме уникнення задач-багатоходівок унеможливило вироблення відповідних умінь і навичок. На уроках математики такі компетенції найопукліше проявляються при розв'язуванні математичних задач на побудову чи розв'язуванні задач з параметрами, на уроках інформатики — при створенні програм розв'язання алгоритмічно змістовних задач. Сумна доля спіткала такі задачі у загально освітніх закладах...

**6. Компетенції щодо опанування алгоритмами** (розв'язування завдань) так чи інакше перевіряють. Але не у чистому вигляді, а у поєднанні з іншими компетенціями. Спроможності з відомих алгоритмів синтезувати новий або створити принципово новий алгоритм навіть при поглибленому вивченні предмету не завжди виробляють. Прояв усіх компетенцій можна побачити лише на олімпіадах, конкурсах робіт МАН, турнірах. Інколи «під чужим прапором»: так звана олімпіада з інформатики насправді є олімпіадою з прикладної математики, у якій вироблення умінь і навичок щодо побудови математичної моделі та створення алгоритму займає істотно більше часу й вимагає більше зусиль, ніж вивчення мови програмування й навичок роботи з інтегрованим середовищем програмування.

**7–8. Компетенції щодо проведення дослідження і методології** актуальні для меншості учнів чи студентів. Більшість має проблем з компетентностями, переліченими раніше. Ті проблеми стають перепорою для дослідницької діяльності чи розв'язання методологічних завдань. Роботу в напрямках 7–8 потрібно проводити лише за умови успіху в раніше перелічених сферах.

**9.** Вважають, що у загально освітньому закладі вироблення компетенцій щодо використання інформаційних технологій здійснюють на уроках інформатики. Нажаль, мало уваги звертають на вимоги до кінцевого результату. Наприклад, правила використання дефісу, короткого й довгого тире невідомі багатьом учням і студентам, переконаним у своєму досконалому володінні Word'ом. Вивчення алгоритмів і програмування для відведеної кількості годин зводиться до знайомства зі структурами алгоритмічної мови (навчальної чи програмно реалізованої), подання алгоритмів блок-схемами чи схемами виконання. Образно кажучи, при знайомстві з мовою програмування переважно вчать граматиці. Сподіваючись при цьому навчити писати вірші (програми для алгоритмічно змістовних завдань). Свідомо чи несвідомо наголос у викладанні зроблено переважно на можливостях програмного продукту та правилах його

використання. Потрібно перенести наголос на досягненні кінцевого результату за допомогою програмних засобів. У деяких навчальних вирахах гурткова й індивідуальна робота. На жаль, взагалі не зроблено наголос на тому, що в умовах фінансування освіти й науки України маємо виробляти вміння шукати й використовувати вільно поширюване ліцензійно чисте програмне забезпечення, яке еквівалентне за результатами роботи такому, що поширюють на комерційній основі.

**10.** Перші дві компетенції щодо взаємодії з іншими учасниками (навчального чи виробничого) процесу — це звичайні вимоги щодо дисципліни. Без них контрольоване навчання у будь-якій формі нездійсненне. Наступні компетенції виробляють і використовують при груповій формі роботи, у тому числі на турнірах і АСМ-олімпіадах (з інформатики). Останні три компетенції характеризують спроможність керувати колективом. Може виникнути спокуса віднести їх виключно до сукупності компетенцій у сфері менеджменту. Чи скоро запровадять відповідну дисципліну у всіх загальноосвітніх школах? Лідерів потрібно виховувати змалку, а прояви різних проблем і явищ у різних галузях різні.

## **Висновки**

Здійснено спробу подати максимально повний перелік компетенцій щодо опанування природничо-математичними дисциплінами з можливим поширенням на інші сфери знань. Деякі з перерахованих компетенцій не враховано або враховано не на належному рівні при формулюванні вимог до результатів навчального процесу в загально освітніх закладах. У той самих час з педагогів лише вчителі та викладачі відповідних дисциплін спроможні допомогти їх набути.

Частина неврахованих компетенцій (щодо мовлення, символічного запису й унаочнення) слугує основою для набуття решти компетенцій. Тут все ясно:

- про них треба явно згадати у пояснювальних записках до навчальних програм;
- переглянути зміст цих програм і відповідним чином доповнити;
- переглянути й відповідним чином доповнити перелік завдань для поточного контролю, тематичних і підсумкових атестацій.

Інша частина неврахованих компетенцій (щодо опанування алгоритмами

розв'язування завдань, проведення дослідження, методології, використання інформаційно-комунікаційних технологій, взаємодії з іншими учасниками навчального чи виробничого процесу) є важливими чи навіть визначальними при прийомі на роботу та кар'єрному рості. Може статися, що саме вони зіграють ключову роль при збігу показників щодо решти компетенцій. Про них потрібно, щонайменше, згадати у пояснювальних записках до навчальних програм і повідомити усіх учасників навчального процесу, навіть якщо поголовне вироблення їх неможливе. Оцінювання цих компетенцій є вибіркоvim (під час проведення олімпіад, конкурсів і турнірів). Вироблення відповідних компетенцій можливе наразі лише в ході індивідуальної чи гурткової роботи. Але потрібно пам'ятати про нього і переносити його на звичайні планові заняття.

*Потрібно, щоб у кожному навчальному закладі для кожної з перелічених*

*компетенцій існував хоча б один навчальний предмет, при вивченні якого можливо набути відповідну компетенцію (щодо цього предмету) на найвищому рівні.*

### **Зауваження** (дописано після журнальної публікації)

Компетенції вчителя (викладача) — це надбудова над фундаментом: компетенціями учня (студента). Інакше кажучи, вони складаються з власне тих компетенцій, які набувають учні (студенти), і тих, які забезпечують вчителю (викладачу) виконання своїх обов'язків як вчителя (викладача).

Наразі маємо проблеми з усвідомленням повного переліку компетенцій фундаменту, не кажучи вже про їхнє набуття у повному обсязі. Причому це видно на рівні змісту навчальних програм і навчальної літератури.

### Література

1. Матеріали Всеукраїнської конференції "Актуальні проблеми вивчення природничо-математичних дисциплін у загально-освітніх навчальних закладах України". — К.: КУ ім. Т.Шевченка. — 1999. — 126 с.
2. Раков С.А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу в навчанні з використанням інформаційних технологій. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук, Харків, 2005, 46 с.
3. Бібік Н.М., Ващенко Л.С., Локшина О.І., Овчарук О.В., Парашенко Л.І., Пометун О.І., Савченко О.Я., Трубачева С.Е. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи (Бібліотека з освітньої політики). Колективна монографія — Київ, К.І.С., 2005, 111 с.