

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

РОЗРОБКА ПРИНЦИПІВ ТА ЗАСОБІВ ДІАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ, СФОРМОВАНИХ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІН МАТЕМАТИЧНОГО ПРОФІЛЮ У СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНОГО НАПРЯМУ

Вступ. Розвиток сучасного наукового знання та науково-технічні досягнення суспільства обумовили модернізацію всієї системи вищої школи, передусім сформовану на сьогоднішній день систему оцінювання якості навчальних досягнень студентів, яку складно поєднати з сучасними вимогами до модернізації освіти. Оскільки вона спрямована на зовнішній контроль і оцінює здебільшого репродуктивний рівень засвоєння. Сучасні умови спонукають шукати та впроваджувати нові форми та засоби діагностики з метою створення системи, що дозволяє адекватно оцінити рівень сформованості предметних та професійних компетентностей. Тому основною умовою оновлення системи контролю та оцінки навчальних досягнень студентів є введення нових методів, форм і засобів оцінки навчальної діяльності студентів. У нашій країні поки немає єдиного інструментарію, що дозволяє виміряти і оцінити результати навчання і рівень сформованості набутих компетенцій, хоча на міжнародному рівні він існує (наприклад, TIMSS, PISA, CIVIC Education Project) [6], якими українські студенти при бажанні можуть скористатися.

Проблеми реалізації компетентнісного підходу, визначення набору компетенцій або компетентностей знайшли відгук у роботах таких науковців, як Л.С. Ващенко, М.І. Жалдак, І.А. Зими́на, О.І. Локшина, О.В. Овчарук, Л.І. Парашенко, О.І. Пометун, О.Я. Савченко, А.В. Хуторський та інші.

Перехід до кредитно-модульної системи навчання у вітчизняних вищих навчальних закладах докорінно змінив систему діагностики та контролю, незалежно від дисципліни, що викладається, та майбутньої спеціальності студентів. Дослідженню питань діагностики якості освіти присвячені роботи Ю.К. Бабанського, В.В. Божкової, С.У. Гончаренка, Т.В. Купріянич, Т.О. Лукіної, О.М. Мельник, І.В. Столярової, Н.Ф. Тализіної, та багатьох інших авторів.

Актуальним на сьогодні є також питання щодо розроблення та використання інтелектуальних автоматизованих систем оцінювання знань. Воно є предметом численних обговорень, досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців і фахівців. Дослідженню систем автоматизованого оцінювання знань студентів присвячено роботи С.О. Волкова, Ю.П. Кондратенко [4], Л.Д. Мисник [5], Л.П. Оксамитної, Л.П. Ткаченко [10] та інших. Але в їх працях не повністю висвітлені питання об'єктивності оцінювання при використанні автоматизованих систем опитування.

Значний інтерес освітян викликають питання набуття математичних компетентностей, сформованих у студентів вищої школи. Основні засади та актуальні проблеми математичної підготовки майбутніх фахівців різних спеціальностей розглядалися в роботах Т.П. Березюк, О.М. Дубініної, Г.Я. Дутка, Д.Д. Гельфанової, М.І. Жалдака, Л.Н. Журбенко, О.Б. Красножон, В.В. Поладової, С.А. Ракова [7], Ю.В. Триуса та інших. При цьому недостатньо висвітленими залишаються питання діагностики компетентностей, набутих студентами технічного напрямку в процесі вивчення вищої математики.

Контроль та оцінювання якості отриманих студентами знань та навичок є над-

звичайно важливою ланкою в організації навчального процесу. Незважаючи на те, що діагностичні засоби покликані спочатку оцінювати результати навчання, зазвичай ступінь ефективності навчального процесу залежить від обраної викладачем системи контролю.

Постановка задачі. Метою статті є висвітлення принципів та засобів діагностики навчальних досягнень студентів ВНЗ, сформованих при вивченні дисциплін математичного профілю, на основі компетентнісного підходу; узагальнення досвіду та аналіз перспективності застосування автоматизації процесу оцінювання знань студентів на базі комп'ютерного тестування.

Результати роботи. Засоби та методи діагностики завжди відігравали важливу роль в навчальному процесі. Необхідно, щоб, з одного боку, система контролю й оцінювання якості знань спонукала студентів до цілеспрямованої навчально-пізнавальної діяльності, з іншого – забезпечувала справедливість та об'єктивність оцінювання, відповідає світовим стандартам. За кордоном прийнято виділяти три основні підходи до визначення компетентнісного оцінювання якості результатів навчання: поведінковий підхід (США), функціональний підхід (Великобританія) і багатовимірний і цілісний підхід (Франція і Німеччина). Ці підходи з'явилися незалежно один від одного спочатку в США, потім у Великобританії і в останню чергу у Франції та Німеччині. У США для оцінювання компетенцій розробляються компетентнісні тести, що дозволяють передбачати професійність фахівця після закінчення навчання. При цьому комплекс компетенцій націлений виключно на поведінкові характеристики результатів навчання, пов'язані зі специфікою майбутньої професії [6]. У Великобританії враховуються функціональні характеристики якості базових знань і результатів навчання. Важливим є інтегрування знань, цінностей, розуміння і навичок випускника. У Франції оцінка на основі компетентнісного підходу будується за двома напрямками: особистісний, зосереджений на характеристиці поведінки кожного студента, і колективний, націлений на побудову компетенцій, необхідних для ефективної організації роботи колективів та участі в цій роботі в якості одного з членів колективу [6]. Особливістю підходу в Німеччині є те, що формується сукупність компетенцій, і визначаються пріоритетні галузі вивчення, специфічні для кожної дисципліни. Враховуючи зарубіжний досвід в українській освіті доцільно використовувати принципово нову парадигму вищої освіти, яка базується на формуванні у студентів певних компетенцій та діагностуванні рівня компетентностей фахівців-випускників ВНЗ як результату вищої освіти.

Зарубіжний досвід оцінювання рекомендує застосовувати для опису результатів навчання різнорівневі таксономії, наприклад, такі як таксономії Бенджаміна Блума, Д. Бокка, Дж. Гілфорда. У своїй роботі «Таксономія освітніх цілей: сфера пізнання» Блум наводить ієрархію освітніх цілей, які описують рівні людського мислення. Використання таксономії Блума передбачає формулювання пізнавальних завдань, які забезпечують досягнення навчальних результатів різного рівня. З точки зору Блума, цілі навчання безпосередньо залежать від ієрархії розумових процесів, таких як запам'ятовування (remembering), розуміння (understanding), застосування (applying), аналіз (analyzing), синтез (evaluating) і оцінка (creating). У 1999 році Лорін Андерсон і його колеги опублікували оновлену версію таксономії Блума, яка враховує більш широкий набір факторів, які впливають на викладання і навчання. В уточненій таксономії зроблена спроба виправити деякі помилки первісної таксономії. На відміну від версії Блума, нова таксономія проводить відмінність між змістом мислення і процедурами, які використовуються у вирішенні проблем [11].

Для того, щоб повною мірою оцінити ефективність підготовки студентів пропонуємо, спираючись на таксономію Блума, розглядати чотири рівні сформованості компетенції у студентів ВНЗ: пороговий – студент відтворює терміни, основні поняття,

знає методи, процедури, властивості, наводить факти, ідентифікує; середній – студент застосовує свої знання, вміння і навички для вирішення проблем в нових та незнайомих ситуаціях, має навички самостійного навчання; достатній – студент виявляє взаємозв'язок, класифікує, впорядковує, інтерпретує, планує, застосовує закони, реалізовує, використовує; високий – студент аналізує, діагностує, оцінює, прогнозує, моделює, тощо.

Оптимальним шляхом формування систем оцінки якості підготовки студентів при реалізації компетентнісного підходу є поєднання традиційних методів та засобів перевірки знань, умінь і навичок та інноваційних підходів, орієнтованих на комплексну оцінку компетенцій, які формуються. При цьому традиційні засоби контролю слід поступово удосконалювати в руслі компетентнісного підходу, а інноваційні засоби адаптувати для широкого застосування у вузівській практиці.

Від оцінювання рівня сформованості загальних компетентностей перейдемо до більш вузького кола – компетентностей, сформованих при вивченні дисципліни математичного профілю. Цілі діагностики повинні відображати структуру і зміст математичної компетентності як результату математичної підготовки. У структурі математичної компетентності у відповідності до змісту математичної діяльності доречно розглядати три частини: володіння евристичними прийомами пошуку вирішення завдань; володіння математичними фактами (визначеннями і аксіомами), методами вирішення завдань і доведення теорем; володіння методами математичного моделювання (формалізації і інтерпретації), застосування математики в інших областях [2]. Діагностика володіння евристичними прийомами пошуку рішення задач направлена на забезпечення мотивації пізнавальної діяльності студентів, розвиток у них рефлексії і умінь самодіагностики. Діагностика володіння математичними фактами (визначеннями і аксіомами), методами вирішення завдань і доведення теорем служить для отримання об'єктивної, своєчасної і повної інформації про процес і результати математичної підготовки студентів. Метою діагностики володіння методами математичного моделювання (формалізації та інтерпретації), застосування математики в інших областях є як мотивація пізнавальної діяльності, так і збір інформації про процес і результати математичної підготовки студентів.

Не викликає сумнівів, що для студентів технічного напрямку володіння математичним інструментарієм має вагоме значення. Професійна діяльність передбачає здатність фахівця до аналітичного опису та дослідження різноманітних процесів та явищ, уміння будувати математичні моделі, самостійно розробляти алгоритми розв'язання практичних завдань, виконувати розрахунки значної складності тощо. Крім того, математична підготовка студентів технічних спеціальностей є дуже важливою, оскільки закладає фундамент для подальшого набуття студентами професійних компетентностей при вивченні спеціальних дисциплін. Таким чином, під час вивчення дисциплін математичного профілю студентам необхідні як навички практичного розв'язання задач, так і здатність до застосування апарату теоретичного дослідження.

Відповідно до кожного виду навчальної діяльності студентів, викладачу потрібно мати засоби перевірки: 1) базових теоретичних знань; 2) навичок розв'язання практичних завдань, також компетентнісно-орієнтованих; 3) здатності використовувати пакети прикладних програм; 4) вміння алгоритмізувати вивчені методи; 5) здібності до творчої роботи.

Першочергово постає питання діагностики засвоєння теоретичного матеріалу дисципліни. Отримання систематизованих фундаментальних знань з математики для студентів технічних спеціальностей є необхідною умовою для оволодіння методами розв'язання задач. Якісне засвоєння теоретичного матеріалу характеризується не здатністю студента дослівно повторити формулювання, а розумінням властивостей та означень для застосувань апарату, що вивчається. Тому у цьому контексті засоби діагностики знань студентів покликані насамперед перевіряти: володіння термінологією та сис-

темою позначень; усвідомлення сутності понять та їх властивостей; розуміння можливостей та обмежень для застосування тих чи інших методів, підходів, засобів; знання взаємозв'язків між різними об'єктами, інструментами тощо.

В умовах дефіциту часу для діагностики якості теоретичних знань доцільно застосовувати тести змішаного теоретико-практичного змісту, що дозволяє мінімізувати час, витрачений на контрольну роботу або колоквиум. Такий тип тестування дозволяє охопити більше тем і перевірити вміння застосовувати властивості і сутності понять, що вивчаються. Тестування в запропонованому вигляді виявляється більш ефективним. Питання складені таким чином, що від студента вимагається не бездумне «зазубрювання» інформації, а розуміння самої суті понять і фактів, усвідомлення взаємозв'язків між ними, їхнє значення для застосувань, що потребує більш глибоких та якісних знань математичного апарату, що вивчається.

Не менш важливим є отримання студентами компетентностей щодо практичного застосування математичного інструментарію до моделювання та дослідження реальних процесів та систем. Конкурентоспроможність молодого спеціаліста на ринку праці визначається першочергово його здатністю до розв'язання конкретних задач. Такий вид діагностики отриманих навичок розв'язання практичних завдань, як компетентнісно-орієнтовані завдання є важливою ланкою в процесі навчання. У сучасних умовах результатом навчальних досягнень студентів є сума загальних, предметних і професійних компетентностей. Розроблені завдання обов'язково повинні мати прикладний характер, оскільки саме демонстрація практичної значущості отриманих знань підвищує інтерес студентів до предмета та сприяє активізації навчального процесу.

Щоб правильно побудувати модель викладання дисципліни, в першу чергу, необхідно діагностувати початковий рівень підготовки студентів до навчання. За допомогою попередніх тестів виявляється обсяг початкових знань студентів з дисципліни, надається оцінка цих знань у кількісному та якісному відношеннях. Такі тести повинні містити завдання, які дозволять виявити орієнтацію студента з основних понять і положень, що вивчається. Далі у процесі навчання проводиться формуюча діагностика, яка складається з проміжного і поточного контролю. Наприклад, застосовується проведення короткочасних контрольних робіт на практичних заняттях з вищої математики одразу ж після пояснення нового матеріалу та розв'язання на дошці кількох прикладів. У кінці курсу проводиться фінальна діагностика, що складається з підсумкового контролю та діагностики компетентностей. Вхідна діагностика покликана виявити вихідний рівень знань і вмінь студентів для розробки корекції програми курсу. Вхідна діагностика впливає на конструювання навчального процесу. Формуюча діагностика виконує функції управління процесом навчання за рахунок встановлення зворотного зв'язку зі студентами, а також виявлення засвоєння матеріалу кожним студентом перед вивченням наступного блоку навчального матеріалу. Фінальна діагностика спрямована на виявлення рівня сформованості математичної компетентності майбутнього фахівця.

У зв'язку з реформуванням освітньої галузі та впровадженням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) особливого значення набуває комп'ютерне тестування як засіб контролю за рівнем засвоєння знань студентами. Основними перевагами комп'ютерного оцінювання навчальних досягнень студентів є:

- автоматизація та оперативність обробки результатів тестування;
- прискорення зворотного зв'язку за результатами тестування, що дозволяє студенту самостійно виявляти прогалини у структурі своїх знань і вживати заходів до їх ліквідації;
- забезпечення об'єктивності оцінки;
- можливість регулярно поповнювати та модифікувати систему тестових завдань;
- звільнення викладача від виконання рутинних робіт.

Основним принципом оцінювання рівня сформованості знань та вмінь студентів методом тестового контролю можна назвати принцип науковості тестів і точності оцінки. При тематичному контролі тести використовуються в режимі контролю та в режимі навчання. Тут визначають особистий рейтинг студента, виводиться оцінка результатів навчального процесу. Застосування тематичного тестового контролю виконує роль стимулу регулярної навчальної роботи студента протягом семестру. Підсумковий тестовий контроль після завершення навчання з усього курсу виконує роль елемента загальної системи діагностики рівня засвоєння знань та вмінь студентів. Підсумковий контроль дозволяє викладачу систематизувати та узагальнити навчальний матеріал. Залишковий контроль сприяє виявленню сформованих та закріплених знань та вмінь студентів через певний термін після завершення вивчення дисципліни.

Результати тестування дозволяють не тільки оцінити рівень підготовки студентів в окремих групах, але і наглядно виявити розділи та теми, що засвоєні на недостатньому рівні. Це дозволяє внести корективи при подальшому вивченні програми курсу. Оперативність опрацювання результатів і повідомлення їх студенту надає можливість проводити тестування багаторазово з високою періодичністю, що сприяє реалізації функцій зворотного зв'язку та контролю. Оскільки студент є самостійною особистістю, здатною до самостійної роботи та самоконтролю, то інформація, яку він отримує про структуру власних навчальних досягнень, часто є достатньою для спрямування власних навчальних дій.

Поряд з перевагами тестування має і ряд недоліків. Серед них можна виділити, зокрема той факт, що під час тестування не задіяний мовний апарат, що унеможливує дослідження логіки міркування студента, діагностику оригінальності мислення в розв'язанні навчальних проблем і завдань, аналіз усіх етапів та способів розв'язання задачі. Іншим недоліком є ситуації вибору відповідей навмання або методом виключення. Тому спільно з використанням тестів необхідно практикувати і традиційні форми контролю. Однак, в межах існуючих обмежень, діагностування рівня сформованості знань та вмінь студентів методом тестування є найбільш ґрунтовним, надійним та об'єктивним. Визначальною умовою при цьому є використання лише правильно складених завдань та тесту в цілому. Вищезазначені чинники вказують на те, що тестування не слід розглядати як ідеальний і єдиний метод об'єктивного контролю знань. Тестування не заміняє та не скасовує традиційних форм педагогічного контролю, заснованих на безпосередньому спілкуванні викладача зі студентом.

Із впровадженням компетентнісного підходу, результати навчальної діяльності студентів на всіх етапах освіти не можуть обмежуватися знаннями, уміннями, навичками. Метою навчання стають сформовані компетентності, як загальна здатність, що базується на знаннях, досвіді та цінностях особистості. Для оцінювання індивідуальних досягнень використовується метод оцінювання – портфоліо. Педагогічна ідея портфоліо передбачає зміщення акценту на індивідуальні досягнення, активну участь студента у накопиченні різних видів робіт, які засвідчують індивідуальний розвиток; інтеграцію кількісних і якісних оцінок; підвищення ролі самооцінки. Таке оцінювання передбачає певну підготовку: визначення критеріїв для включення студентських напрацювань до портфоліо; форми подання матеріалу; спланованість оцінного процесу; елементи самооцінки з боку студента тощо [9].

На зміну формальним, спрощеним методам діагностики, з метою належної організації контролю рівня набутих студентом знань, умінь та навичок, приходять комплексні автоматизовані системи, які водночас забезпечують і об'єктивність оцінювання знань студентів, і їх мотивацію до плідної роботи упродовж усього періоду навчання. За допомогою таких систем здійснюється диференціація науково-виховного матеріалу, орієнтація на глибинне засвоєння інформації індивідуально кожним студентом, прово-

диться опитування, що забезпечує об'єктивність діагностики знань, без додаткових зусиль і витрат часу фіксуються результати навчання студентів [10].

Компанія Pearson є світовим лідером у галузі надання освітніх послуг. Однією з популярних та актуальних в Україні багатопрофільних безкоштовних систем для електронного опитування здобувачів вищої освіти є MOODLE. Ця система надає можливість створення тестів різних типів, проведення тестування студентів та подальшого автоматичного оцінювання результатів. Вітчизняні науковці також мають здобутки у галузі розроблення автоматизованих систем тестування знань. Зокрема, це система комп'ютерного тестування OpenTEST, що надає можливість створення тестів закритої форми, їх редагування, здійснення експорту та імпорту до системи, проведення тестування в локальному мережевому класі або через Інтернет [9]. Також слід відзначити розроблену Ю.П. Кондратенком та С.О. Волковою комп'ютеризовану систему тестування знань студентів VOLKON у вигляді інтелектуальної інформаційної системи підсумкового контролю знань студентів. Система має модульну структуру, яка забезпечує легкість розширення її функціональності без необхідності внесення змін в наявні модулі [4]. Фахівцями Національного університету Львівська політехніка Т.М. Басюком та В.В. Павелком описана розроблена клієнт-серверна система iLaT, що надає можливість одночасного тестування знань групи користувачів та дає змогу вивести розгорнуту статистику результатів тестування. Спроектвана система реалізована на модульній структурі, що забезпечує гнучкість її проектування, модифікації та впровадження [1].

До переваг використання автоматизованих систем контролю знань належить об'єктивність, лаконічність і прозорість при оцінюванні знань, можливість оцінювання знань не тільки за кінцевим результатом, але й в умовах неповної відповіді. Зменшується навантаження на викладачів в частині, що пов'язана з підготовкою документації по контролю знань, але збільшується в частині розробки завдань для системи автоматизованого опитування. Проте завдання, розроблені один раз, надалі можна використовувати багатократно, за потребою вносячи корективи чи доповнення.

Недоліками автоматизованого оцінювання є формальність оцінювання (в результаті оцінка виступає як показник кількості, а не якості знань). При оцінюванні не враховується структура отриманих студентом знань; не вирішено проблему точного вибору «ваги» завдання.

Висновок. Розглянуто основні вимоги до алгоритму діагностики формування компетентностей, сформованих при вивченні дисциплін математичного профілю у студентів технічного напрямку в системі сучасного оцінювання і визначено основні діагностичні методи оцінки рівнів сформованості математичних компетентностей студентів технічного вузу.

Ефективність діагностики виражається в досягненні її цілей – отримання об'єктивної, своєчасної і повної інформації про процес і результати математичної підготовки студентів, підвищення мотивації їх пізнавальної діяльності, розвитку у них рефлексії і умінь самодіагностики. Розглянуті підходи до здійснення діагностики математичної підготовки студентів в процесі навчання математичних дисциплін у вузі дають можливість безперервно отримувати інформацію про актуальний рівень математичної підготовки студентів, а також про прогалини і недоліки у формуванні математичної компетентності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Басюк Т.М., Павелко В.В. Аналіз та класифікація програмних засобів тестування знань. *Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка»*. Серія: комп'ютерні науки та інформаційні технології. 2010. № 686. С. 213-217.

2. Головань М.С. Математична компетентність: сутність та структура. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету*. 2014. №1. С. 35-39.
3. Думанська Т.В. Роль вищої математики у формуванні математичних компетентностей майбутніх економістів. *Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів* : матеріали Всеукр. наук. конф., 22-23 лютого 2013 р. Рівне : Редакційно-видавничий центр Національного університету водного господарства та природокористування, 2013. С. 70-71.
4. Кондратенко Ю.П., Волкова С.О. *Програмний комплекс для автоматизованого тестування знань студентів*. Технічні вісті. 2006. № 1 (22), 2 (23). С. 32-36.
5. Мисник Л.Д., Катаєва Є.Ю. Система ТЕСТ – базовий засіб для побудови сучасної методики автоматизованого навчання та контролю знань у ВНЗ. *Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: збірник наукових праць НПУ ім. М.П. Драгоманова*. 2003. Вип. 6. С. 40-48.
6. Огнівчук Л.М. Оцінювання навчальних досягнень студентів вищих навчальних закладів на основі компетентнісного підходу. *Освітологічний дискурс*. 2014. № 3 (7). С. 154-164.
7. Раков С.А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ: монографія. Х. : Факт, 2005. 360 с.
8. Стейскал В.Я. Особливості автоматизованої оцінки знань та практичних навичок студентів технічних спеціальностей. Матеріали міжвузівського вебінару, 15 грудня 2015 р. Вінниця : ВТЕІ КНТЕУ, 2015. С. 30-32.
9. Степова С.В., Половенко Л. П. Проблеми та перспективи використання автоматизованих систем оцінювання знань. Матеріали міжвузівського вебінару, 15 грудня 2015 р. Вінниця : ВТЕІ КНТЕУ, 2015. С. 32-35.
10. Ткаченко Л.П. Підходи до оцінювання знань в умовах застосування інноваційних технологій навчання. *Сучасні педагогічні технології підготовки фахівців нового покоління*: матеріали IV Міжнар. конференції. Кривий Ріг. 2006. С. 207-211.
11. Anderson, L.W. (Ed.), Krathwohl, D.R. (Ed.), Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., & Wittrock, M.C. A taxonomy for earning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. *Complete edition*. Longman. New York, 2001. 303 p.

Надійшла до редколегії 21.07.2020.