

УДК 517.033

Формування ключових компетентностей старшокласників у навчанні природничих дисциплін

Ірина Лов'янова¹, Олександр Васецький²

¹ Криворізький державний педагогічний університет,
кафедра математики та методики її навчання, м. Кривий Ріг, Україна
lirihka22@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3186-2837>

² Криворізький державний педагогічний університет,
кафедра математики та методики її навчання, м. Кривий Ріг, Україна
oleksandrvaseckij8@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-2049-6494>

Анотація. У статті обґрунтовуються дидактичні умови ефективного формування ключових компетентностей старшокласників у навчанні дисциплін природничо-математичного циклу. Автори розглядають, як надати змісту навчання компетентнісної спрямованості через пропозицію задач різного рівня складності. А також обґрунтовують, що модульна організація змісту навчання впливає на компетентнісне зростання старшокласників. У статті автори описують як було сплановане і проведене експериментальне навчання у межах ведення факультативного курсу "Основи пізнання в навчанні", яке дозволило апробувати і перевірити ефективність визначених дидактичних умов.

Ключові слова: ключові компетентності, навчальні модулі, природничі дисципліни, факультативний курс.

1. Вступ

Згідно з методичними рекомендаціями з розроблення складових державного стандарту базової та повної загальної середньої освіти на засадах компетентнісного підходу перед системою середньої освіти постає завдання формування, розвитку й удосконалення комплексу компетентностей учня в період навчання. Оскільки навчання дисциплін природничо-математичного циклу має зробити певний внесок у формування ключових компетентностей учнів, серед яких як математична компетентність так і основні компетентності у природничих науках і технологіях, то постає завдання організації змісту навчання з метою надання йому компетентнісної спрямованості з урахуванням вікових особливостей старшокласників. Таким чином, у навчанні дисциплін природничо-математичного циклу постає нагальна потреба у добрі змісту навчання, який

дозволяє формувати якості компетентної особистості старшокласника. Для забезпечення цього підходу мають бути систематизовані певні завдання. Найбільший потенціал, на думку Ghanbari [1], Feng, Lu and Yao [2], Jacome [5] в цьому напрямку мають компетентнісно орієнтовані задачі, які дозволяють предметом навчальної діяльності учнів зробити задачі, що моделюють актуальні проблеми, які виникають при вивченні інших навчальних дисциплін. Niss and Bruder [3], Cai and Hwang [4] вважають, що до такого типу задач можуть бути віднесені також задачі дослідницького типу.

2. Постановка проблеми

Аналіз нормативних документів [6; 7; 9], які декларують освітній процес дав змогу з'ясувати, що під ключовою компетентністю розуміють спеціально структурований комплекс характеристик (якостей) особистості, що дає можливість їй ефективно діяти у різних сферах життєдіяльності і належить до загальногалузевого змісту освітнього стандарту. Відповідно до Рекомендації Європейського Парламенту та Ради (ЄС) "Про основні компетенції для навчання протягом усього життя" [11] і положень «Концепції Нової української школи» [7] реалізація освітніх стандартів та програм повинна забезпечувати формування у випускника школи 10 ключових компетентностей [10], серед яких: основні компетентності у природничих науках і технологіях та математична компетентність.

Склад кожного навчального предмета містить у собі чотири взаємозалежних компоненти [8, с. 64], які дозволяють створювати умови формування компетентностей особистості у їх навчанні, а саме це:

- знання про світ і про способи діяльності;
- способи діяльності, що втілюються в уміннях і навичках;
- досвід творчої діяльності, що забезпечує можливість вирішувати нові задачі;
- зміст емоційно-ціннісних відносин особистості.

Як зазначено у дослідженні [8], найбільш значну групу навчальних дисциплін складають предмети з функцією "озброєння" учнів системою наукових знань. Саме до цієї групи належать природничі дисципліни (фізика, хімія, біологія). Цикл математично-природничих дисциплін шкільного курсу якнайбільше сприяє оволодінню соціальним досвідом. Тож у доборі змісту освіти має забезпечуватися перенесення стратегічних пріоритетів із знань і умінь на розвиток особистісних якостей школяра, щоб забезпечити його розвиток на сучасному рівні. Серед природничих наук математика грає особливу роль. Математичний апарат застосовується усіма науками. З цієї точки зору математику можна розглядати як спосіб і засіб поглиблення природничо-наукового знання. Пріоритетами розвитку математичної освіти є: особистісна орієнтація освіти; цілісне відображення компонентів математичної науки в шкільному змісті математичної освіти; забезпечення наступності змісту й вимог щодо його засвоєння; орієнтація на інтегровані курси математики; приведення обсягу й складності змісту у відповідність із віковими можливостями учнів; посилення практичної і прикладної спрямованості навчання математики; використання в процесі навчання математики нових педагогічних технологій. Основною ж метою освітньої галузі "Природознавства" є розвиток учнів за допомогою засобів навчальних предметів, що складають природознавство як наукову галузь, формування наукового світогляду, критичного мислення учнів завдяки засвоєнню ними основних понять і законів природничих наук та методів наукового пізнання, вироблення умінь застосовувати здобуті знання й приймати виважені рішення в природокористуванні [8, с. 65]. Аналіз діючих навчальних програм щодо змісту умінь і ставлень учнів з дисциплін біологія, фізика, математика за такими ключовими

компетентностями, як основні компетентності у природничих науках і технологіях та математична компетентність поданий у таблиці 1.

Мета статті: обґрунтувати дидактичні умови ефективного формування ключових компетентностей старшокласників у навчанні дисциплін природничо-математичного циклу.

З огляду на те, що змістовою базою навчання виступає навчальний предмет як складна система впливів, що діють на учня, вважаємо за доречне розглянути, як надання змісту навчання компетентнісної спрямованості через пропозицію задач різного рівня складності і модульної організації змісту навчання впливає на компетентнісне зростання старшокласників.

Таблиця 1

Компетентнісний потенціал дисциплін природничо математичного циклу

(складена на основі джерела [9])

	Основні компетентності у природничих науках і технологіях	Математична компетентність
біологія	<ul style="list-style-type: none"> - наукове розуміння природи і сучасних технологій, а також здатність застосовувати його в практичній діяльності; - уміння застосовувати науковий метод, формулювати гіпотези, збирати дані, спостерігати, проводити прості експерименти, аналізувати, формулювати висновки. 	<ul style="list-style-type: none"> - застосовувати математичні (числові та геометричні) методи для вирішення прикладних завдань та проблем у різних сферах діяльності; - здатність до розуміння і використання простих математичних моделей
фізика	<ul style="list-style-type: none"> - пояснювати явища природи, розуміти принцип дії та будову сучасної техніки, приладів та обладнання на основі фізичних та астрономічних знань; - планувати та реалізовувати фізичні та астрономічні спостереження й експеримент, фіксувати та опрацьовувати й правильно інтерпретувати та оцінювати їх результати; - добирати методи та засоби дослідження природних явищ, адекватні поставленим завданням 	<ul style="list-style-type: none"> - застосовувати математичний апарат для розв'язування фізичних та астрономічних задач; побудови графіків фізичних процесів; моделювання фізичних та астрономічних явищ у формі математичних рівнянь і співвідношень - усвідомлювати важливість математичних знань як інструментарію природничих наук, необхідної умови практичної реалізації їх досягнень у техніці та технологіях
математика	<ul style="list-style-type: none"> розпізнавати проблеми, що виникають у довкіллі і які можна розв'язати засобами математики; будувати та досліджувати математичні моделі природних явищ і процесів 	<ul style="list-style-type: none"> оперувати числовою інформацією, геометричними об'єктами на площині та в просторі; встановлювати просторові відношення між реальними об'єктами навколишньої дійсності; будувати і досліджувати найпростіші математичні моделі реальних об'єктів, процесів і явищ, інтерпретувати та оцінювати результати; прогнозувати в контексті навчальних та практичних задач.

3. Основні результати

До дидактичних умов ефективного формування ключових компетентностей старшокласників у навчанні дисциплін природничо-математичного циклу нами віднесено наступні:

1. Надати змісту навчальної інформації природничих дисциплін особистісної спрямованості.

2. Структурувати навчальну інформацію у вигляді навчальних модулів (установчо-мотиваційного, змістово-пошукового, контрольо-смыслового, адаптивно-перетворювального, системно-узагальнювального, контрольо-рефлексивного).

Розкриємо зміст і шляхи дотримання цих умов, описані у дослідженні [8]. З цією метою обґрунтуємо вікові та індивідуально-психологічні особливості мислення старшокласників, що стали передумовою формування компетентної особистості у старшому шкільному віці, а також особливості змісту навчального матеріалу, що засвоюється старшокласниками й має бути компетентісно орієнтованим.

У наш час особлива увага приділяється розвитку мислення старшокласників. Саме в цей віковий період в учнів виробляється активна життєва позиція, більш свідоме ставлення до вибору майбутньої професії, до самовизначення і самосвідомості, формується світогляд, прищеплюються навички трудової й навчально-пізнавальної діяльності. Більш складні зміст і методи навчання старшокласників вимагають від них і більш високого рівня самостійності, активності, організованості, умінь застосовувати на практиці прийоми й операції мислення. Різко зростає потреба в самоконтролі й самовихованні, у знаннях своїх здібностей і можливостей їх реалізації, розвивається ініціатива і саморегуляція. Мислення стає більш глибоким, повним, всебічним і дедалі абстрактнішим; у процесі ознайомлення з новими прийомами розумової діяльності модернізуються старі, засвоєні на попередніх ступенях навчання. Оволодіння вищими формами мислення сприяє виробленню потреби в інтелектуальній діяльності, приводить, зрештою, до розуміння важливості теорії і прагнення застосовувати її на практиці. Для старшокласників важлива значущість самого навчання, його завдань, цілей, змісту і методів. Зміна значущості навчання впливає на ставлення учня не тільки до навчання, а й до самого себе. Старшокласник виявляє поглиблену цікавість до себе самого, до свого мислення, до своїх переживань. У психологічному образі юнака або дівчини нерідко поєднуються активність думки, що аналізує, схильність до міркування, емоційна вразливість, зацікавленість своїм майбутнім, оцінкою своєї придатності до професії, що обирається. Це багато в чому сприяє розвитку таких якостей, як спостережливість, вибірковість, критичність. Змінюються і мотиви навчання, тому що вони набувають для старшокласника важливий життєвий сенс. Характерно також посилення ролі узагальнень і абстракцій у розумовій діяльності: старшокласники розуміють загальне значення конкретних факторів, розуміють, що конкретний образ виступає не лише як факт, узятий окремо, але і як виразник загального [8, с. 62-63]. Змінюється відношення до оцінки і самооцінки, остання стає більш значимою для старшокласників у визначенні своїх особистих якостей, ніж оцінка оточуючих. Самосвідомість старшокласників, таким чином, досягає вищого етапу, який виражається в самоспостереженні, самооцінці, прагненні до самовдосконалення, самостійності, що, зрештою, приведе до самоосвіти й самовиховання [12]. Саме в цей час необхідно надати змісту навчальної інформації компетентісної спрямованості. Це можна реалізувати в умовах особистісно орієнтованого навчання природничих дисциплін із структуруванням змісту навчальної інформації у вигляді модулів. Розкриємо ці можливості, аналізуючи специфіку дисциплін природничого циклу та функції навчальних модулів у формуванні особистісних якостей учнів.

Зміст у структурі процесу навчання – один із основних його елементів. Сьогодні зміст освіти розглядається як засіб розвитку особистості, а не як самодостатня мета школи. З огляду на це процес формування ключових компетентностей ми вважаємо найбільш ефективним під час навчання предметам природничого циклу й здійснення міжпредметних зв'язків хімії, фізики, біології із математичними дисциплінами. На нашу думку, зміст природничих дисциплін і характер діяльності учнів у процесі його засвоєння якнайкраще сприяють розвитку компетентної особистості ще й тому, що саме на заняттях із цих дисциплін учень може відчувати той нерозривний зв'язок з оточуючим світом, який знаходиться в постійному русі, неперервно змінюється як кількісно, так і якісно, а тому спонукає до розвитку й діалектичного мислення. Саме під час навчання фізики, хімії, біології учень має відчутти себе частинкою навколишньої дійсності й суб'єктом її творення, а значить відчутти особистісну значимість знань і умінь, бажання набути досвіду й творчо його використати для перетворення дійсності.

Виходячи з того, що в традиційній навчальній діяльності учні найкраще опановують етап виконання, вважаємо за потрібне навчальну інформацію з природничих дисциплін структурувати у вигляді модулів: установчо-мотиваційного, змістово-пошукового, контрольного-смыслового, адаптивно-перетворювального, системно-узагальнювального, контрольного-рефлекторного, які у своїй дидактичній єдності сприяють формуванню в учнів активної позиції на таких етапах навчальної діяльності, як орієнтація, цілевизначення, планування, контроль, корекція, оцінка.

Самостійне виконання учнями зазначених етапів діяльності значно впливає на розвиток особистості, здатної самостійно мислити, приймати рішення, всебічно вдосконалюватися [8, с.62-65].

Розглянемо змістовну характеристику етапів навчального модуля з позиції їх впливу на розвиток особистості. Так, установчо-мотиваційний етап сприяє: стимулюванню прагнень учнів до успіхів у діяльності; актуалізації мотиваційних резервів учня; створенню психологічного клімату довіри між учителем і учнем; відчуттю учнем власної компетентності; позитивному проблемно-діалогічному прийняттю учнем навчально-виховних цілей; формуванню внутрішньої мотивації; емоційній насиченості пізнавальної активності учнів. Для змістово-пошукового етапу є характерним вибір оптимальних рівнів розв'язання учнями проблемних завдань залежно від інтелектуально-вольових можливостей учнів. Контрольно-смысловий етап через систему завдань для оцінки рівнів засвоєння й розуміння навчального матеріалу сприяє первинному осмисленню учнем ступеня оволодіння матеріалом, який вивчається.

Зазначені етапи складають проблемно-предметну фазу навчального модуля й спрямовані на свідоме оволодіння учнями такими етапами навчальної діяльності, як орієнтація, планування, контроль.

У свою чергу, формуючо-перетворювальна фаза навчального модуля складається з адаптивно-перетворювального, системно-узагальнювального, контрольного-рефлективного етапів і має на меті формування умінь, цілісної системи особистісних знань і розвиток творчої рефлексії, що позитивно впливає на осмислення ефективності різних норм діяльності в різних ситуаціях, на особистісний вибір змістовних цінностей, серед яких ми виділяємо опанування таких видів навчальної діяльності, як цілевизначення, корекція, оцінка [8, с.67-68].

З метою апробації і перевірки ефективності визначених дидактичних умов нами було сплановане і проведено експериментальне навчання у межах проведення факультативного курсу "Основи пізнання в навчанні" [8], його мета – це опанування досвіду творчої діяльності поетапно, а саме:

- 1) отримання знань про зміст і структуру мисленнєвих операцій (метазнання);

2) набуття умінь логічно оперувати навчальним матеріалом і використовувати отримані метазнання для розв'язання задач із фізики, хімії, біології;

3) формування умінь творчого характеру в процесі інтегрованого узагальнення знань із природничих дисциплін.

Згідно із зазначеними етапами зміст занять факультативу розподілено й представлено в програмі факультативного курсу (табл. 2). Оскільки факультативне навчання підпорядковане меті й завданням шкільної освіти, його мета полягає в забезпеченні разом з обов'язковим навчанням повноцінного розвитку особистості, створенні сприятливих умов для її самовизначення, підготовки до самореалізації у суспільстві.

Таблиця 2

Програма факультативного курсу "Основи пізнання в навчанні" [8, с. 117]

№ заняття	Зміст заняття	Години	Форми навчання	Навчальний модуль
Розділ I. Метазнання. Їх роль і місце у навчальній діяльності.				
1.	Вступне заняття. Діагностичний зріз.	2	Урок-лекція	Установчо-мотиваційний
2.	Мисленнєві операції, їх роль у процесі пізнання.	1	Семинарське заняття	
3.	Аналіз і синтез – основні мислительні операції.	2	Практичне заняття з ігровими елементами	Змістово-пошуковий і контрольнo-смысловий
4.	Порівняння. Значення порівняння в розвитку мислення.	2		
5.	Узагальнення. Способи емпіричних і змістовних узагальнень.	2		
6.	Класифікація. Її види. Правила здійснення класифікації.	2		
Розділ II. Прийоми мисленнєвої діяльності, їх застосування до засвоєних знань.				
7.	Емпіричні та теоретичні прийоми мисленнєвої діяльності.	2	Лекція	Адаптивно-перетворювальний
8.	Прийоми осмисленого запам'ятовування.	2	Урок-дидактична гра	Системно-узагальнювальний
9.	Використання прийомів мисленнєвої діяльності у навчанні.	4	Групове заняття	
10.	Узагальнююче заняття. Контрольний зріз.	2	Залік	Контрольно-рефлексивний
Розділ III. Творчий характер засвоєних знань.				
11.	Здійснення мисленнєвих операцій аналізу та синтезу під час виконання міжпредметних завдань із природничих дисциплін.	2	Семинарське заняття	Адаптивно-перетворювальний
12.	Порівняння предметів дослідження природничих дисциплін і використання мисленнєвої операції порівняння у ході розв'язання задач природничого змісту.	2	Практикум	
13.	Роль узагальнення під час виконання міжпредметних завдань природничого змісту.	2	Практикум	Системно-узагальнювальний

14.	Здійснення прийомів перенесення знань і умінь у процесі вивчення математики, фізики, хімії, біології.	2	Урок-лекція	
15.	Узагальнення знань із природничих дисциплін за інтегрованою схемою.	2	Урок-дискусія	
16.	Узагальнююче заняття. Підсумковий зріз.	2	Групове заняття	Контрольно-рефлексивний
	Усього:	33		

Факультативний курс тісно пов'язаний з такими навчальними дисциплінами, як: математика, фізика, хімія, біологія та інші. Він розширює, поглиблює знання учнів із цих предметів та водночас дає змогу зрозуміти сутність і сферу застосування мисленневих операцій та прийомів мисленневої діяльності, тобто знань про знання. Курс розрахований на 33 години теоретико-практичних занять. Metі й завданням факультативного курсу в найбільшій мірі відповідають такі форми занять, як: шкільна лекція, навчальний діалог, практичні заняття, дидактичні ігри.

Розглянемо більш детально методичні особливості експериментального навчання [8, с.118-123].

Враховуючи те, що експериментальне навчання відбувалося в рамках навчання природничих дисциплін, були створені умови, сприятливі для творчого зросту кожного учня і формування його компетентності, а саме:

1) зміст занять факультативу спирався на знання й досвід учнів, отримані на заняттях із природничо-математичних дисциплін;

2) відпрацювання умінь у ході навчання відбувалося за наступною схемою:

- ознайомлення з основними структурними елементами знань;
- засвоєння орієнтовної основи дій;
- застосування дій (умінь);
- складання плану використання дії узагальненого характеру;
- здійснення дій узагальненого характеру;
- з'ясування можливостей перенесення засвоєної дії у нові умови;

3) формування умінь логічно оперувати навчальним матеріалом відбувалося через пред'явлення учням системи задач із фізики, хімії, біології, математики, що поступово ускладнюються й потребують використання метазнань;

4) зміст факультативних занять структурований у вигляді навчальних модулів;

На першому його етапі відбувалося опанування учнями теоретичних основ пізнання у навчанні на заняттях факультативу, де учням пропонувалися допрофільні завдання, спрямовані на засвоєння знань про мисленневі операції аналізу, синтезу, порівняння, узагальнення, класифікації тощо. Отримання знань відбувалося за допомогою науково-методичного забезпечення таких навчальних модулів, як: установчо-мотиваційний, змістово-пошуковий, контрольно-смысловий.

Заняття розпочиналися установчо-мотиваційним модулем, мета якого: формування внутрішньої мотивації змістово-спроектованої навчальної діяльності учня, передбачала спостереження кожним учнем власного творчого потенціалу й визначення сфери інтересів.

Змістово-пошуковий модуль на заняттях факультативу мав на меті розвиток пошукової пізнавальної активності й самостійності учнів, а тому передбачав мінімізацію теоретичного матеріалу теми; актуалізацію опорних знань і пошук їхніх зв'язків із невідомими знаннями; змістовність і розгорнутість зовнішнього й внутрішнього навчальних діалогів; вибір оптимальних рівнів розв'язання учнями проблемних завдань залежно від інтелектуальних можливостей учнів; розкриття

загальної логіки суджень і міркувань. Спираючись на самоспостереження учнів, зроблене під час проходження установчо-мотиваційного модуля, завдання, які пропонувалися учням на заняттях факультативу, були підібрані у відповідності із сферами інтересів учнів і умовно поділені на три групи: 1) допрофільні завдання; 2) профільні завдання; 3) завдання міжпредметного характеру (міжпрофільні).

Завдання кожної групи мали на меті ознайомлення зі змістом і структурою таких операцій, як: аналіз, синтез, порівняння, узагальнення, абстракція тощо; виділення окремої операції із сукупності інших та застосування її до виконання завдання. При цьому зміст допрофільного завдання був спрямований на засвоєння метазнань, проте не спирався на якусь окрему навчальну дисципліну або предмет, а носив загальнообізнаний характер. Що ж стосується профільного завдання, то зміст його потребував використання метазнань до конкретної задачі математичного, фізичного, природничого змісту. Завдання міжпредметного характеру передбачали перенесення знань з однієї дисципліни на іншу, інтеграцію двох-трьох дисциплін природничого циклу для розв'язання поставлених задач. Наведемо приклади завдань першої групи, які використовувались нами в експериментальному навчанні. До групи допрофільних завдань нами віднесені наступні:

1. Знайдіть закономірність і заповніть пропуски в заданих послідовностях:

- | | |
|---|--|
| а) 82, 97, 114, 133, ..., ...; | б) 15,16,14,17,13,18, ..., ...; |
| в) 9, 1, 7, 1, ..., ..., 3, 1; | г) 1, 8, ..., 64, ...; |
| д) 66, 34,18, 10, 6, 4, ..., ...; | е) 57, 60, 30, 34, 17, 22, 11, ..., ...; |
| є) 2, 3, 6, 11, 18, 27, 38, ..., ...; | ж) 174, 1714, 57, 54, 18, 15, ..., ...; |
| з) 2, 5, 10, 17, ..., 37, 50, ..., 82, 101. | |

2. Закінчить речення:

- а) З того, що Петро вищий за Миколу, а Микола вищий за Марію, випливає, що...
- б) Олексій має зріст більший, ніж Богдан, а Богдан більший, ніж Віра, які за зростом Олексій і Віра?
- в) $A > B$ у 9 разів, $B < V$ у 4 рази, порівняйте B і A .
- г) $A < B$ у 10 разів, $B > V$ у 6 раз, які між собою A і V ?
- д) $A < B$ у 5 раз, $B > V$ у 2 рази, які між собою A і V ?

3. Вирішіть проблему вибору плити для кухні:

- а) Яку плиту – газову чи електричну ви хотіли б мати на своїй кухні?
- б) Чому кухню з газовою плитою необхідно провітрювати частіше, ніж кухню з електричною плитою?

4. Чому не можна гасити водою:

- а) пожежу провідника електричного струму;
- б) деякі горючі рідини;
- в) горючі метали (магній)?

5. Поясніть чому:

а) узимку перед пуском двигуна автомобіля спочатку рекомендується на нетривалий час уключити фари і лише потім увімкнути двигун?

б) після зимового періоду експлуатації машину необхідно ретельно вимити, особливо низ кузова?

6. Чотири різних за масою предмети потрібно розташувати в порядку убубання їхніх мас. Користатися для цього можна лише чашковими вагами без гир. Скільки зважувань досить для розв'язання цієї задачі?

7. Розподіліть хімічні елементи:

Al, C, Cl, F, N, Na, Ne, O, P, S

- а) у залежності від зростаючого числа протонів у ядрі атома;

б) у залежності від збільшення числа валентних електронів (у випадку однакового числа валентних електронів першим назвіть елемент із меншим загальним числом електронів);

в) на дві групи за місцем їхнього розташування в другому і третьому періодах періодичної системи елементів;

г) у залежності від зростаючої відносної атомної маси $A_2(x)$ елемента.

8. Кришка столу має чотири кути. Якщо один з кутів відпиляти, то скільки кришка матиме кутів?

9. Розділити п'ять батонів хліба між шістьма людьми, не розрізаючи жоден батон на шість рівних частин.

10. Придумайте рівняння, коренями якого є всі числа від 2 до 5 [8].

Особливу увагу під час засвоєння змісту занять факультативу ми приділяли контрольному-смысловому модулю, метою якого є розвиток оцінки й самооцінки, контролю й самоконтролю, що сприяє формуванню умінь самостійно виконувати розумові дії планування, саморозвитку й рефлексії власної діяльності. Для нас на цьому етапі навчання були важливими особистісні прояви учнів, їх ініціатива.

Другий етап, спрямований на опанування прийомів розумової діяльності, передбачав засвоєння другого розділу факультативних занять, які являли собою адаптивно-перетворювальний, системно-узагальнювальний, контрольний-рефлексивний модулі, змістом яких стала група профільних завдань, що поступово ускладнюються й потребують використання метазнань.

Для досягнення поставленої мети на другому етапі експерименту (під час засвоєння розділу II факультативних занять та на заняттях із природничих дисциплін) учням 10-11 класів пропонувалися задачі з хімії, фізики, біології, віднесені нами до групи профільних завдань, які поступово ускладнювалися за своїми вимогами й потребували використання метазнань, засвоєних під час вивчення тем першого розділу факультативу [8, с.127-128]. При цьому незалежно від навчальної дисципліни підвищення ступеня складності задач відбувалося в наступній послідовності: явище описане без урахування взаємозв'язків з іншими явищами, в задачі відображено взаємозв'язок однохарактерних явищ; в задачі відображено взаємозв'язок різнохарактерних явищ; в задачі відображено зв'язок явищ, які невідомі учням із теорії і неочевидні для них; зв'язок між елементами, характерний для певної нестандартної ситуації. Побудована таким чином система задач пропонувалися учням у ході експерименту на уроках хімії, біології та фізики. Це дало змогу не лише виробити в учнів специфічні предметні уміння й сформувані в них ширше уявлення про явище або процес, що вивчається, а й формувати уміння проводити аналіз, порівнювати, застосовувати необхідні прийоми мисленнєвої діяльності, робити висновки.

Наведемо приклади задач з фізики, запропонованих учням 10-го класу:

1. Як змінюється внутрішня енергія ідеального газу під час адіабатного розширення?

2. При якому процесі зміна внутрішньої енергії системи дорівнює кількості переданої теплоти?

3. Газу передано кількість теплоти 100 Дж, і зовнішні сили виконали над ним роботу 300 Дж. Чому дорівнює зміна внутрішньої енергії газу?

4. Теплова машина за один цикл отримує від нагрівача кількість теплоти 100 Дж і віддає холодильнику 60 Дж. Чому дорівнює ККД машини?

5. У циліндрі, що герметично закритий поршнем, містяться вода і насичена водяна пара. Як зміниться тиск у циліндрі, якщо з переміщенням поршня об'єм зменшується, а температура не змінюється?

6. Як зміниться температура кипіння води у відкритій посудині при підвищенні

атмосферного тиску?

7. Відносна вологість повітря в кімнаті дорівнює 100%. Яке співвідношення показників сухого й вологого термометрів?

8. Яку з перелічених властивостей має кожний кристал: твердість, анізотропія, існування плоских граней, прозорість? [8]

Паралельно з уведенням у зміст занять систем задач, що поступово ускладнюються, ми на уроках з природничих дисциплін пропонували також різні варіанти виконання завдань, а саме:

- пошук оптимального змісту завдання, формування умови, зрозумілої для більшості учнів;
- пошук різних способів виконання завдання;
- пошук недостатніх чи надлишкових даних в умові завдання;
- аналіз результатів виконання завдання;
- конструювання завдань на основі критичного аналізу різних інформаційних джерел;
- розробка на основі вхідного завдання серії аналогічних чи обернених завдань;
- розробка завдань із недостатніми чи надлишковими даними;
- розробка завдань із поліваріантними способами розв'язання;
- пошук міжпредметних зв'язків, закладених у сюжеті або способі розв'язання задачі, або в методиці пошуку розв'язання.

Третій розділ факультативу й відповідно етап експериментального навчання полягав в наступному: на основі набутих учнями знань і їх власного суб'єктивного досвіду закріпити уміння, здобуті на попередніх етапах у процесі їх активного використання під час розв'язування міжпрофільних завдань різного рівня складності. Зміст занять цього етапу носив характер узагальнюючого повторення, яке складали міжпредметні завдання різного рівня складності, метою яких є набуття умінь переносити засвоєні способи дій і знання з однієї дисципліни на іншу.

Узагальнююче повторення за інтегрованою схемою передбачало наступні кроки:

- 1) повторення і систематизацію основних теоретичних положень і ведучих ідей науки в рамках розглядуваної теми;
- 2) вихід розглядуваного теоретичного положення в практичну діяльність або спорідненні дисципліни;
- 3) визначення важливості досліджуваного положення для подальшого теоретичного розвитку науки в рамках розглядуваної та споріднених дисциплін;
- 4) окреслення кола задач, які можливо розв'язати, спираючись на дане теоретичне положення.

При цьому робився аналіз ролі математичного апарату в дослідженнях природничих дисциплін.

У ході організації навчання за інтегрованою схемою учням було надано можливість зрозуміти міжпредметний характер умінь логічно оперувати навчальним матеріалом; зміст завдань, запропонованих учням, сприяв формуванню таких умінь, як перенесення засвоєних способів діяльності в нові умови (наприклад, відома математична (фізична) задача переноситься в іншу сферу знань або діяльності, виникає проблема її використання); бачення нової проблеми у знайомій ситуації (на протікання знайомого природничого процесу здійснюється вплив збоку деяких зовнішніх факторів, виникає проблема, яка потребує розв'язання); комбінування відомих способів діяльності в новій (застосування знань, здобутих із різних дисциплін для дослідження комплексної задачі або проблеми) що сприяє формуванню компетентності в природничих науках і технологіях.

Висновки. Підсумовуючи результати проведення занять факультативу, слід відмітити, що найбільш ефективним у процесі формування групи умінь які визначають математичні компетентності і компетентності у природничих науках та технологіях виявилось уведення в зміст навчання метазнань і використання їх у процесі пред'явлення учням системи задач, що поступово ускладнюються від завдань допрофільного характеру, до завдань міжпрофільних. Наше дослідження не вичерпало всіх аспектів розглядуваної проблеми. Подальшого вивчення потребує зокрема питання організації процесу навчання в багатопрофільних ліцеях і його вплив на рівень сформованості в учнів ключових компетентностей.

Конфлікт інтересів і етика. Автори заявляють, що не мають конфліктів інтересів. Автори також заявляють про повне дотримання всіх правил етики журнальних досліджень, а саме щодо анонімності участі людей та/або згоди на публікацію.

Подяки. Автори заявляють про відсутність спеціального фінансування цієї роботи.

Список використаних джерел

1. Cody K. J. Comparison of student achievement, understanding, enjoyment, and motivation in mathematics units for high-achieving fifth graders with and without creative problem solving games. *Graduate Research Papers*, 2013. 157 p. URL: <https://scholarworks.uni.edu/grp/157>
2. Ghanbari S. A. Competency-Based Learning. *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Boston: Springer, 2012. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_1209
3. Marco J. Competency-Based Training Model for Mathematics Teachers in Virtual Platforms. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE)*. 2016. Vol. 7, No. 3, September. P. 2864-2868. URL: <https://infonomics-society.org/wp-content/uploads/ijcdse/published-papers/volume-7-2016/Competency-Based-Training-Model-for-Mathematics-Teachers-in-Virtual-Platforms.pdf>
4. Niss M., Bruder R., Planas N., Turner R., Villa-Ochoa J.A. Conceptualisation of the Role of Competencies, Knowing and Knowledge in Mathematics Education Research. *Proceedings of the 13th International Congress on Mathematical Education*. ICME-13 Monographs. Springer, Cham. 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-62597-3_15
5. Xiaoying Feng, Guangxin Lu, Zhihong Yao. Professional Task-Based Curriculum Development for Distance Education Practitioners at Master's Level: A Design-Based Research. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2015. Vol. 16, No. 2, April. P. 288-310. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1061077.pdf>
6. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011>
7. Концепція Нової української школи [Електронний ресурс]. URL: <https://mon.gov.ua/tag/nova-ukrainska-shkola?&type=all&tag=nova-ukrainska-shkola>
8. Лов'янова І. В. Формування інтелектуальних умінь старшокласників у процесі вивчення предметів природничого циклу: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.09 – теорія навчання. Інститут педагогіки АПН України, Київ, 2006. 208 с.
9. Навчальні програми для 10-11 класів. [Електронний ресурс]. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>
10. Нова українська школа: ключові компетентності [Електронний ресурс]. URL: <https://uied.org.ua/2020/03/323/>
11. Рекомендації Європейського Парламенту та Ради (ЄС) "Про основні компетенції для навчання протягом усього життя" [Електронний ресурс]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_975#Text
12. Токарева Н. М., Шамне А. В. Вікова та педагогічна психологія: навчальний посібник [для студентів вищих навчальних закладів]. Київ, 2017. 548 с.

UDC 517.033

Formation of key competencies of high school students in learning natural sciences

Iryna Lovianova, Oleksandr Vasetskyi

Abstract. The article substantiates the didactic conditions for the effective formation of key competencies of high school students in learning the disciplines of the natural and mathematical cycle. The authors consider how to give the content of training a competence orientation by offering tasks of different complexity levels. They also substantiate that the modular organization of the learning content affects the competence growth of high school students. In the article, the authors describe how experimental training was planned and carried out within the framework of conducting the optional course "Fundamentals of Cognition in Education" which allowed to test and verify the effectiveness of the specified didactic conditions.

Keywords: key competencies, educational modules, natural sciences, optional course.

References

1. Cody, K. J. (2013). *Comparison of student achievement, understanding, enjoyment, and motivation in mathematics units for high-achieving fifth graders with and without creative problem solving games*, Graduate Research Papers, 157. <https://scholarworks.uni.edu/grp/157>
2. Ghanbari, S. A. (2012). *Competency-Based Learning. Encyclopedia of the Sciences of Learning*, Springer, Boston, 2012. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_1209
3. Marco, J. (2016). *Competency-Based Training Model for Mathematics Teachers in Virtual Platforms*, International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE), 7 (3), 2864-2868. <https://infonomics-society.org/wp-content/uploads/ijcdse/published-papers/volume-7-2016/Competency-Based-Training-Model-for-Mathematics-Teachers-in-Virtual-Platforms.pdf>
4. Niss, M., Bruder, R., Planas, N., Turner, R., Villa-Ochoa, J. A. (2017). *Conceptualisation of the Role of Competencies, Knowing and Knowledge in Mathematics Education Research*, Proceedings of the 13th International Congress on Mathematical Education, ICME-13, Monographs, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62597-3_15
5. Xiaoying, F., Guangxin, L., Zhihong, Y. (2015). *Professional Task-Based Curriculum Development for Distance Education Practitioners at Master's Level: A Design-Based Research*, International Review of Research in Open and Distributed Learning, 16 (2), 288-310. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1061077.pdf>
6. State standard of basic and full general secondary education. [in Ukrainian]. <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011>
7. *The concept of the New Ukrainian School*. [in Ukrainian]. <https://mon.gov.ua/tag/nova-ukrainska-shkola?&type=all&tag=nova-ukrainska-shkola>
8. Lovyanova I.V. Shaping the intellectual skills senior pupils in process of the study natural subjects. Thesis, the Candidate of Science (Education), speciality 13.00.09 – theory of education. – Institute of pedagogics of APS Ukraine, Kiev, 2006. 208 p. [in Ukrainian]
9. *Educational programs for grades 10-11*. [in Ukrainian]. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>
10. New Ukrainian school: key competencies. [in Ukrainian]. <https://uied.org.ua/2020/03/323/>
11. *Recommendations of the European Parliament and the Council (EU) "On core competences for lifelong learning"*. [in Ukrainian]. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_975#Text
12. Tokareva, N.M., Shamne, A.V. (2017). *Age and pedagogical psychology: a study guide* [for students of higher educational institutions], Kyiv, 2017. [in Ukrainian]

Про авторів / About the authors

Ірина Лов'янова, доктор педагогічних наук, професор, кафедра математики та методики її навчання, Криворізький державний педагогічний університет, пр. Університетський, 54, м. Кривий Ріг, 50054, Україна;

Iryna Lovianova, Doctor of Science in Pedagogy, Professor, Department of Mathematics and Methods of Its Training, Kryvy Rih State Pedagogical University, 54 University Ave., Kryvyi Rih, 50054, Ukraine;

Олександр Васецький, аспірант, кафедра інформатики та прикладної математики, Криворізький державний педагогічний університет, пр. Університетський, 54, м. Кривий Ріг, 50054, Україна;

Oleksandr Vasetskyi, Graduate Student, Department of Informatics and Applied Mathematics, Kryvyi Rih State Pedagogical University, 54 University Ave., Kryvyi Rih, 50054, Ukraine.

Отримано / Received 12.09.2024
Доопрацьовано / Revised 07.10.2024