

ПЕДАГОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ДОСЛІДНИЦЬКОГО НАВЧАННЯ ПРЕДМЕТІВ МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ В ШКОЛІ

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України

Анотація

У дослідженні ґрунтовно представлено можливості педагогічного проектування з педагогічно виваженим використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу в закладах загальної середньої освіти в контексті неперервності освіти. Для організації дослідницької діяльності школярів пропонується ряд авторських конструкторів. Матеріали призначені для вчителів, вихователів, буде корисним викладачам і студентам педагогічних університетів, слухачам системи післядипломної педагогічної освіти та усім, хто цікавиться природничо-математичною освітою.

Ключові слова: навчання математики, дослідницькі задачі, система комп'ютерної математики, комп'ютерно орієнтована методична система дослідницького навчання, математичне моделювання

Abstract

The study thoroughly presents the possibilities of pedagogical design with pedagogically balanced use of computer-oriented methodological systems of research teaching of natural sciences and mathematics in general secondary education in the context of continuity of education. A number of author's constructors are offered for the organization of research activity of schoolchildren. The materials are intended for teachers, educators, will be useful for teachers and students of pedagogical universities, students of postgraduate pedagogical education and anyone interested in science and mathematics education.

Keywords: teaching mathematics, research problems, computer systems, mathematics, computer-oriented methodological systems of research learning, mathematical modeling.

Вступ

В умовах реформування сучасної освіти актуальним є завдання навчальних закладів щодо інтелектуального розвитку учнів, залучення їх до науково-дослідницької, творчої діяльності.

В основу дослідницьких підходів покладено психологію творчого мислення, намагання здійснити формалізацію творчої діяльності, процедури пошуку нових знань.

Однак в навчальних закладах різного рівня (особливо в закладах дошкільної освіти, закладах загальної середньої освіти) інтелектуальному розвитку дітей та учнів, розвитку науково-дослідницької діяльності приділяється недостатньо уваги. Це пов'язано, в першу чергу, з відсутністю розробленого на належному рівні методичного забезпечення для вчителів і слабкої орієнтації на організацію науково-дослідницької діяльності учнів у підручниках і навчальних посібниках з математики.

Безперечно, підхід до проблеми формування дослідницької діяльності учнів в процесі навчання математики потребує суттєвих та ґрунтовних змін у методичних системах у зв'язку з протиріччями:

- між потребою суспільства в активних, ініціативних, творчо мислячих, соціально адаптованих громадянах і традиційною спрямованістю навчальних закладів;
- між соціальними вимогами інформаційного суспільства до підготовки випускників середньої школи і майбутніх учителів щодо використання у практичній роботі інформаційно-комунікаційних технологій та відсутністю належного методичного забезпечення такої підготовки;
- між творчим характером пізнавальної діяльності і репродуктивними методами навчання під час навчально-виховного процесу в школі;
- між прагненнями частини вчителів надавати педагогічну підтримку розвитку дослідницької діяльності учнів і не розробленістю відповідного методичного забезпечення в умовах використання інформаційно-комунікаційних технологій.

Вирішити ці суперечності можливо завдяки введенню в традиційний навчально-виховний процес методичної системи – дослідницького навчання математики, з використанням якої в учителів з'явиться можливість організувати і управляти творчою діяльністю учнів.

У основі такої системи покладено сукупність п'яти взаємопов'язаних компонентів: цілей, змісту, методів, організаційних форм і засобів навчання, однак, на відміну від традиційного навчання, кожний із пропонувананих компонентів доповнений дослідницькими складовими, тобто побудований з урахуванням прийомів науково-дослідницької діяльності.

Дослідницьке навчання математики являє собою реалізацію теоретико-методичних основ формування прийомів навчально-пізнавальної та науково-дослідницької діяльності учнів в умовах педагогічно виважененого та методично вмотивованого використання інформаційно-комунікаційних технологій [1].

Аналіз патентного фонду підтверджує: зростання ступеня ідеальності технічних систем – спільна закономірність, однак передавання функцій – не єдиний шлях (спосіб) щодо реалізації цієї закономірності. Такий висновок міг би покласти початок виникнення наукової технології розв'язування задач: якщо знайдено одну закономірність, то можуть бути знайдені і інші. Однак дослідники зупинились саме там, де необхідно було розпочати ґрунтовну роботу. Це типово для усіх психологічних досліджень, апіорі обмежених невірним постулатом про те, що винахід – деякий виключно психологічний процес: важливо лише те, що відбувається у голові винахідника. В дійсності винахід – закономірний перехід технічної системи з одного стану в інший. Ґрунтуючись на знаннях розвитку технічних систем, можна планомірно розв'язувати задачі, свідомо долаючи труднощі, в тому числі психологічні [2].

Я.А. Коменський в своїй роботі ґрунтовно розглядає особливості навчання, формулює принципи навчання, спираючись на природу речей. *Написане Я.А. Коменським понад три століття тому назад не втрачає актуальності і сьогодні.* Я.А. Коменський критикував школи свого часу за те, що вони навчають дітей чужим знанням. Замість розвитку власного погляду на світ [3].

Принципи та підходи дослідницького навчання учнів в теорії пізнання

Ідею національної світи обґрунтував в свій час основоположник наукової педагогіки К.Д. Ушинський (1824-1870), який вважав, що основні цілі освіти і виховання визначаються народним характером. Учений вважав, що дитина потребує діяльності неперервної і стомлюється лише від одноманітності в діяльності, з чого робимо висновок: *чим молодша дитина, ти більше вона вимагає різноманітності в діяльності.*

Освіта, яка ґрунтується та будується на вітчизняних ідеях і традиціях, завжди відповідатиме завданням національного розвитку. Мета народної освіти полягає в розвитку внутрішнього потенціалу кожної людини, а вищим ідеалом освіченості народу і кожного її представника зокрема є духовний стан нації, рівень самоусвідомлення суспільства у поєднанні зі створеними відповідними умовами економічного, матеріального і культурного процвітання народу в цілому.

Філософські принципи освіти

Важливою особливістю людини є її відкритість невідомому, новому, майбутньому. Наприклад, К.Е. Ціолковський (1857-1935) – основоположник теорії міжпланетних сполучень, який запропонував форми майбутнього існування людства, створивши теорію польоту реактивного літака в стратосфері для здійснення космічних польотів, обґрунтував філософську теорію «променистого людства» [4].

Процеси пізнання і творчості відносяться як до зовнішнього, так і до внутрішнього світу учня. *Принцип персоналізму* в навчанні полягає в тому, що учень проявляє себе, перш за все, в тих способах діяльності, які притаманні його індивідуальності.

Принцип творчості (творчої активності)

Н.А. Бердяєв в своїй роботі «Сенс творчості. Досвід виправдання людини» наголошує:

- творчість можлива лише при наявності свободи. *«Творчий акт людини і виникнення новизни в світі не можуть бути зрозумілі із замкненої системи буття»* [5]. Для того, щоб з'ясувати природу творчості, людині необхідно подолати межі буття та усеможливий максимальний рівень свободи.

- *«Творчий розвиток повинен бути відкритим для світу, а не його еволюція. Пізнання творчої епохи активне, не пасивне, воно припускає творче зусилля і тому відкриває творчість. Пізнання еволюції було лише пасивним пристосуванням. Учень про творчий розвиток припускає свободу як основу необхідності і особистість як основу усілякого буття»* [5].

Якщо така позиція вірна, то для забезпечення творчої діяльності учнів в освіті вимагається спеціальна система мір і умов, що дозволяє якщо не ліквідувати, то хоча б максимально

нейтралізувати негативне відношення освітніх систем до організованих в них інноваційних і творчих процесів. Доцільність використання *принципу відкритості освіти* експериментально доведено багатьма вченими і філософами. Учень, який постійно перебуває в надзвичайній *ситуації невідомого*, навчається бути відкритим для інших, невідомих йому структур життя, однак будуть необхідні в майбутньому. В центрі уваги К.Е. Цюлковського теж знаходиться *процес взаємодії людини з Всесвітом не лише в просторовому та історичному відношеннях, але і в залежності від часу*.

Ідеї філософів актуальні для конструювання сучасного змісту загальної середньої освіти. Перед педагогічною наукою і дидактикою стоїть завдання обґрунтування необхідності «дослідницького (творчого)» компонента шкільної освіти, органічно пов'язаного з іншими компонентами; формулювання принципів його конструювання; побудова моделі даного компонента і опис його окремих частин; умови реалізації даного компонента та різних рівнях освіти (від стандартів до змісту навчальних курсів і окремих уроків). В традиційній шкільній освіті практично відсутня можливість проектувати учнями власний світ знань, як результат, неможлива побудова індивідуальних освітніх траєкторій та творча самореалізація школярів в цілому.

Різноманітні аспекти діяльнісного підходу розроблено в дослідженнях психологів і педагогів Л.С. Виготського [6], А.Н. Леонтьєва [7], С.А. Рубінштейна [8] В.В. Давидова [9], В.Д. Шадрікова [10], П.І. Підкасистого [11], Г.П. Щедровицького [12], Т.І. Шамової [13] Н.Ф. Талізінної [14] і ін., на основі яких можна стверджувати, що: *під час діяльності не лише проявляються, але й створюються здібності учнів; в процесі організації певного виду освітньої діяльності в учнів формуються відповідні здібності та якості особистості, необхідні даному виду діяльності*.

В науковому середовищі існує принаймні два підходи до аналізу діяльності: *психологічний і методологічний*. Психологічний підхід ґрунтується роботах наукової школи А.Н. Леонтьєва. В психологічній теорії діяльність редукується до діяльності індивіду, трактується як його атрибут, тобто вважається, що суб'єкт здійснює діяльність. Освіта – це система діяльностей, що змінюють одна одну. На думку А.Н. Леонтьєва, *діяльність – це одиниця життя, що опосередкована психічним відображенням, реальна функція якої полягає в тому, що воно орієнтує суб'єкта в предметному світі* [15]. *Діяльність – мотивований процес використання учнями певних засобів з метою досягнення власної або зовнішньо сформульованої мети. В рамках методологічного підходу носієм діяльності є не окремий індивід, а навпаки, діяльність перетворюється на самостійну субстанцію, яка захоплює індивідів і таким чином відтворюється*¹.

Результати дослідження

Навчання і розвиток людини взаємопов'язані з її творчістю, оскільки розвивається лише та людина, яка створює і творить нове для себе та інших людей, виходячи за межі усталених правил, реалізує потенційні можливості свого внутрішнього світу. Творчого результату можна очікувати лише за умови, коли учень забезпечується правом вибору сенсу і цілей своєї освіти, освітньої траєкторії, теми конкретної творчої роботи, форми її виконання і захисту, коли заохочується власний погляд учня на проблему [16]. Під творчими здібностями розуміються комплексні можливості учня у здійсненні діяльності і дій, спрямованих на створення ним нових освітніх продуктів. Творче навчання ґрунтується на використанні трьох інтегративних здібностей учня (*когнітивних (пізнавальних), творчих (креативних) та методологічних (організаційно-діяльнісних)*), які в сукупності забезпечують створення учнем освітньої продукції. В процесі пізнання реальної дійсності учень займається такими видами діяльності: пізнання (засвоєння) об'єктів навколишнього світу та необхідних знань про нього; створення учнем особистісного продукту освіти; самоорганізація попередніх видів діяльності – пізнання та творення.

Як результат виконання розглянутих вище видів освітньої діяльності, в учнів виявляються відповідні інтегративні здібності:

- *когнітивні (пізнавальні)- вміння відчувати навколишній світ, задавати питання, віднаходити причини виникнення явищ, визначати розуміння/нерозуміння питання і т.д.;*
- *творчі (креативні) – гнучкість розуму, прогностичність, фантазія, натхненність, наявність власної думки і т.д.;*

¹ Таке ж розуміння діяльності на прикладі оволодіння людиною мови сформулював німецький філософ і мовознавець В. Гумбольдт, зазначаючи, що мова володіє людиною, мова захоплює людину і примушує рухатися за її законами.

▪ *методологічні (організаційно-діяльнісні)* – здатність усвідомлювати цілі учбової діяльності і вміння їх пояснювати, вміння формувати цілі та їх досягати, здатність до нормативної творчості, рефлексивне мислення, комунікативність і т.д. [16].

Когнітивні здібності учня, що необхідні в процесі пізнання навколишнього світу людиною:

▪ *інтелектуальні властивості особистості учня, в т.ч.:* допитливість, ерудованість, вдумливість, винахідливість, логічність, «коефіцієнт інтелекту», осмисленість, обґрунтованість, здатність до аналізу і синтезу, здатність знаходити аналогії, використовувати різні методи доведення, допитливість, пошук проблем, проникливість, вміння експериментувати, вміння задавати питання, знаходити протиріччя, формулювати проблеми і гіпотези, виконувати теоретичні і експериментальні дослідження, вміння розв'язувати задачі з використанням різних методів, вміння робити висновки і узагальнення і т.д.;

▪ *фізичні і фізіологічні особливості школяра:* вміння бачити, чути, сприймати, відчувати об'єкт дослідження з використанням органів чуття, розвинена працездатність, позитивна енергетика;

▪ вміння аргументувати свої знання і отримані результати, самовизначення в ситуаціях вибору, оперативність дій, володіння культурними нормами і традиціями;

▪ вміння зрозуміти і оцінювати іншу точку зору, брати участь в змістовній дискусії, здібність продемонструвати своє розуміння/нерозуміння будь-якого питання і т.д.;

▪ *структурно-системне бачення досліджуваної галузі* в просторовому і часовому вимірах, наукове бачення з різних позицій, знаходження зв'язків між об'єктами, їх причин, пов'язаних з ними проблем; володіння загальним підходом до з'ясування суті будь-яких об'єктів і явищ (природи, культури і ін.);

▪ добір фундаментальних об'єктів серед другорядних, з'ясування підрядних зв'язків між об'єктами; бачення ієрархії, нових функцій і зв'язків між відомими об'єктами; здатність знаходити причини походження об'єктів; розрізняти вагомі факти про об'єкти і ін.;

▪ наявність розуміння змісту кожного з досліджуваних навчальних предметів; володіння базовими знаннями, вміннями і навиками; орієнтація в фундаментальних проблемах досліджуваних наук, нестандартність мислення;

▪ вміння порівнювати культурно-історичні аналогії з власними освітніми продуктами і результатами колег (однокласників), знаходити їх відмінності, доопрацьовувати власні освітні результати і ін.;

▪ вміння знаходити причини походження культурно-історичного об'єкта/явища, вміння визначати його структуру і будову, знаходити зв'язки з подібними ідеальними об'єктами, будувати систему ідеальних об'єктів із врахуванням сформульованих принципів і критеріїв, вміння знаходити системи зв'язків культурно-історичного явища з відповідними реальними об'єктами;

▪ вміння втілювати знання в духовні і матеріальні форми, будувати з їх використанням майбутню діяльність.

Творчі (креативні) здібності учня:

▪ *емоційно-образні властивості особистості учня:* асоціативність, образність, емоційне піднесення в творчих ситуаціях, уява, фантазія, мрійливість, романтичність, почуття новизни, чутливість до протиріччя, емпатія, символотворчість, знакотворчість і т.д.;

▪ ініціативність, винахідливість, неординарність, нестандартність мислення, асертивність, самобутність, своєрідність і ін.;

▪ здібності до генерування ідей, їх відтворення індивідуально та в комунікації з людьми, текстом, іншими об'єктами пізнання;

▪ вільнодумство у гармонійному поєднанні з нормами поведінки, прийнятими в школі, родині, інших соціальних групах;

▪ проникливість, вміння бачити знайоме в незнайомому і навпаки; уникнення стереотипів, вміння знаходити вихід в іншому напрямі (вимірі) під час вирішення проблеми;

▪ вміння вести діалог з досліджуваним об'єктом, обирати методи пізнання, адекватні об'єкту дослідження; вміння визначати структуру об'єкту, в тому числі знаходити функції і зв'язки об'єкта з іншими об'єктами; прогнозування можливих змін об'єкту, динаміки його розвитку; створення нових методів пізнання в залежності від властивостей об'єкта;

▪ формулювання гіпотез, прогностичність, конструювання варіантів, закономірностей, формул, теорій;

▪ інтуїція, інсайт, медитація і ін.;

- незалежність, здатність до ризику, наявність особистих освітніх результатів та досягнень, що відрізняються від державних стандартів оригінальністю, глибиною, ґрунтовністю і ін.;

- наявність досвіду реалізації творчих здібностей в формі оригінального виконання і захисту творчих дослідницьких робіт, участі в творчих конкурсах, олімпіадах тощо [1].

Методологічні (організаційно-діяльнісні) властивості особистості учня проявляються в процесі організації освітньої діяльності учня під час творчої дослідницької діяльності [18]:

- *організаційно-педагогічні вміння* організовувати творчість інших учнів, спільне генерування ідей, вміння організовувати «мозковий штурм», брати в ньому активну участь; вміння дискутувати, порівнювати ідеї тощо;

- знання індивідуальних діяльнісних особливостей, рис характеру, оптимальних темпів і форм занять під час вивчення навчальних предметів;

- усвідомлення і вміння пояснювати цілей і завдань предметних занять, чітке розуміння свого місця під час реалізації проектних завдань;

- вміння формулювати цілі, наявність програми досягнення цілей, впевненість під час досягнення цілей, цілеспрямованість, стійкість;

- вміння взаємодіяти з іншими суб'єктами освіти та з оточуючим світом, вміння відстоювати свої ідеї, «тримати удар», автономність, незалежність, рішучість, комунікативність тощо;

- самооцінювання, самоаналіз, володіння методами рефлексивного мислення, вміння шукати сенс діяльності, будувати перспективні плани на майбутнє, співставляти отримані результати з поставленими цілями, корегувати діяльність;

- вміння само організовуватися, в тому числі планувати діяльність, програмувати дії, корегувати етапи і способи діяльності; одночасне утримання в свідомості різних альтернатив, гнучкість і варіативність дій, впорядкованість дій, комбінаторність підходів під час творчої діяльності;

- вміння формулювати правила діяльності, систему законів, прогнозувати результати діяльності, прогностичне бачення процесів дослідження [16].

Дослідницьке навчання математики як дидактична система

Дослідницьке навчання математики – це дидактична система, спрямована на формування навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності учня, на оволодіння знаннями, навичками та уміннями з предметів математичного циклу через конструювання учнем своєї індивідуальної освітньої траєкторії в процесі навчання математики [1].

Мета дослідницького навчання математики полягає у наданні учням можливості створювати знання, продукувати освітню продукцію з предметів математичного циклу у вигляді умінь будувати визначення понять і використовувати їх, висловлювати судження та будувати умовиводи, розв'язувати різного типу математичні задачі, сприяти процесі зміни особистісних якостей учня, які розвиваються у навчально-виховному процесі.

У дослідницькому навчанні математики навчальні вміння, що описують відповідні цілі, доповнюються дослідницькими, технологічними вміннями, яких мають набути учні в процесі вивчення певної математичної теми.

З використанням педагогічних програмних засобів, під час виконання творчої роботи на уроках математики та в позаурочний час, формуються такі *дослідницькі вміння*:

- спостереження явищ з розряду логічних та математичних категорій;
- аналіз фактів та сприйняття їх через призму математичних відношень;
- виокремлення об'єктів, що є важливими для пошуку розв'язання задачі;
- урахування та співвідношення всіх даних задачі між собою та з вимогою задачі, з'ясування їх узгодженості і можливих суперечностей;

- висування та обґрунтуванням гіпотези;

- передбачення (прогнозування) результатів;

- формулювання узагальненого прийому, що пояснює сутність задачі;

- побудова різних варіантів плану дій, різні методи розв'язування;

- переклад узагальнених схем дій в конкретні операції;

- пошук асоціацій з об'єктом дослідження;

- виявлення нових функцій того ж об'єкта;

- комбінування різних способів і прийомів розв'язування задачі;

- формулювання та обґрунтування висновків, розгляд усеможливих висновків;

- перевірка відповідності розв'язання задачі поставленим вимогам;
- перевірка правильності виконання дій;
- перевірка повноти та достатності одержаних результатів;
- порівняння одержаних результатів з нормативними, еталонними.

У процесі постановки цілей навчання необхідно виокремити також дослідницькі уміння із врахуванням того, які саме інформаційно-комунікаційні технології можливо використовувати під час їх формування. В системі дослідницького навчання предметів математичного циклу до змісту математичної освіти .окрім предметних знань, входять дії, адекватні формуванню математичних понять, навчання теоремам та їх доведенню, алгоритмам, задачам, загальнонаукові методи пізнання та спеціальні дослідницькі прийоми.

Безперечно, зміст навчання поширюється та поглиблюється шляхом включення до нього різноманітних дослідницьких задач, завдяки яким в учнів формуються дослідницькі прийоми.

Задачі виступають як мета та засіб навчання, тому для формування дослідницьких умінь у зміст навчання закладаються навчальні та дослідницькі задачі.

Дослідницька задача – це нестандартна задача, в процесі розв'язування якої припускається самостійне формулювання способу її розв'язування, під час вирішення якої учень потрапляє в ситуацію, де він повинен виявити власну науково-дослідницьку позицію [1].

У процесі розв'язування дослідницьких задач та їх систем здійснюється становлення інтелектуальної та науково-дослідницької діяльності.

Дослідницькі задачі використовуються:

- як засіб формування математичних понять, навчання теорем тощо;
- з метою формування навчально-пізнавальної, науково-дослідницької діяльності учнів;
- як засіб з метою створення дослідницьких дидактичних конструкцій і різноманітних навчальних та евристичних комп'ютерних програм;
- виступають основою для створення дослідницьких ситуацій актуалізації, орієнтування, наукового пошуку, перетворення, трансформації, інтеграції тощо.

Закономірності навчання, закони і принципи навчання – основні елементи дидактики як науки. Нова педагогічна діяльність знову перетворюється на об'єкт вивчення: спостереження, описів, теоретичного аналізу, в результаті якого виявляються нові закономірності, формулюються нові принципи, розробляються рекомендації, створюються нові проекти тощо [16].

Дидактичні закономірності набувають статусу законів навчання за умови, якщо: *визначено і зафіксовано об'єкти, між якими встановлюється зв'язок; досліджено особливості цих зв'язків (вид, форма, зміст, характеристики); встановлено межі щодо використання виявлених зв'язків.*

На основі аналізу досліджень відомих дидактів (В.І. Андрєєв, Ю.К. Бабанський, В.В. Краєвський, І.Л. Лернер, М.І. Махмутов, М.Н. Скаткін, В.І. Сластьонін, А.В. Хуторський і ін.) виокремлено закони навчання:

- закон соціальної обумовленості мети, змісту, форм і методів навчання;
- закон взаємозв'язку творчої самореалізації учня і освітнього середовища;
- закон взаємозв'язку навчання, виховання і розвитку;
- закон цілісності та єдності освітнього процесу;
- закон обумовленості результатів навчання характером освітньої діяльності.

З метою удосконалення різноманітних дидактичних закономірностей створено їх класифікації із врахуванням, наприклад, зовнішніх і внутрішніх закономірностей, в т.ч. дидактичних, гносеологічних, психологічних, соціологічних, організаційних закономірностей навчання тощо [1].

У дослідженні розроблено класифікацію закономірностей навчання, в основу якої покладено дидактичні компоненти: *мета, зміст, технології, форми і методи, засоби, системи контролю і оцінювання результатів навчання*²[17].

Закономірності щодо мети навчання:

- ефективність освітнього процесу визначається збалансованістю цілей навчання на різних рівнях (державному, суспільному, національному, шкільному, учнівському, учительському, батьківському тощо);

² Класифікація залишається відкритою і може доповнюватися новими закономірностями, що деталізують відповідні галузі освіти з позиції опису дидактичних компонентів.

- навчальна продуктивність учнів зростає за умови участі останніх у визначенні мети навчання, доборі його технологічних компонентів, у створенні особистісного компонента змісту освіти;
- мета кожного нового етапу навчання визначається рівнем досягнення цілей попереднього етапу і особистісними особливостями учнів в контексті динаміки їх розвитку.

Закономірності щодо змісту навчання:

- ефективність навчання визначається способами структурування змісту освіти (*чергування інтеграційних елементів з детальним розглядом його компонентів, наявністю в системі компонентів індивідуального учнівського змісту освіти тощо*);
- зміст *шкільної освіти з використанням відкритого середовища навчання КОМСДН* визначає можливість проектування індивідуальної освітньої траєкторії учнів, ніж зміст шляхом передавання знань з метою лише засвоєння навчального матеріалу);
- доповнення навчально-виховного процесу *метапредметною компонентою змісту освіти* сприяє виведенню учнів за межі навчального предмету і призводить до встановлення ними особистісно-значущих зв'язків з іншими освітніми галузями, визначаючи таким чином цілісність змісту освіти;
- особистісне пізнання учнем фундаментальних освітніх об'єктів закономірно призводить до можливості проектування ним особистісної системи знань, адекватної до освітніх стандартів та навколишньої дійсності;
- результати навчання учнів залежать не від об'єму вивченого матеріалу, а безпосередньо від змісту створеної ними освітньої продукції.

Закономірності щодо технологій, форм і методів навчання:

- ефективність навчання залежить від відповідності видів і способів організованої діяльності віковим і іншим індивідуальним особливостям учнів;
- первинність отримання учнем власного освітнього продукту по відношенню до аналогічних зовнішніх освітніх стандартів призводить до зростання мотивації щодо навчання і продуктивності освіти;
- збільшення в навчально-виховному процесі кількості *відкритих завдань, що не мають однозначно визначених розв'язків і відповідей*, збільшує інтенсивність і ефективність розвитку творчих (креативних) властивостей учнів;
- рівень освітньої продукції учнів визначається їх індивідуальними здібностями і рівнем засвоєння ними технології освітньої діяльності.

Закономірності щодо використання засобів навчання:

- використання засобів навчання реальних об'єктів пізнання (гербарії, експонати, пристрої, роздатковий матеріал, реальні об'єкти дослідження під час виконання творчих робіт, польових досліджень тощо) забезпечує природничий характер навчання, яке перетворюється на доступніше та ефективніше для учнів у порівнянні з *пізнанням теоретичних абстракцій*;
- використання *діяльнісного підходу* під час побудови навчальних підручників, в тому числі із врахуванням, що запропоновані в них види діяльності відповідають комплексу спеціально підібраних особистісних якостей учня (*передбачається посилення розвивального компоненту навчання*);
- використання інтерактивних підходів в процесі побудови комп'ютерних програм, гіпертекстових підручників, телекомунікаційних засобів мережі Інтернет значною мірою підвищує продуктивність навчання у порівнянні з технічними засобами без організації зворотного зв'язку (діапозитиви, відеофільми тощо).

Закономірності щодо оцінювання результатів навчання і системи контролю:

- динаміки творчих досягнень учнів випереджає динаміку підвищення рівня засвоєння ними базових освітніх стандартів;
- творча, науково-дослідницька результативність навчання більше впливає на розвиток особистісних властивостей учнів, ніж на рівень засвоєння ними освітніх стандартів;
- зміни зовнішніх освітніх продуктів учня відображають його внутрішньо організований рівень освіченості, розвиваючи креативні, когнітивні та організаційно-діяльнісні властивості особистості учня;
- діагностика особистісних освітніх здобутків учня ефективніше впливає на якість освіти в цілому, ніж діагностика та контроль його освітніх результатів у порівнянні з державними (зовнішніми) стандартами освіти.

Класифікація педагогічних програмних засобів в дослідницькому навчанні

Дотепер розроблено математичні пакети спеціалізовані (*Eureca, MacSyma, MacMath, StatGraph, Reduse, SketchPad, Cabri, та ін.*) та універсальні (*GeoGebra, Gran, DG, Derive, MathCad, MathLab, Maple, Mathematica, MuPad та ін.*) зі зручним інтерфейсом, у яких реалізовано значну кількість стандартних і спеціальних математичних операцій і функцій., потужні графічні засоби дво- та тривимірної графіки, мови програмування, засоби підготовки математичних текстів для друку, експортування даних в інші програмні продукти та імпортування з них даних з метою опрацювання.

Основне призначення спеціальних математичних пакетів полягає в підтримці навчання шкільного та університетського курсів математики та використання математичних методів у процесі навчання інших предметів. З використанням таких програмних засобів створюється зручне комп'ютерне середовище для експериментування в певній математичній галузі (*наприклад, алгебрі, математичному аналізі, геометрії (стереометрії, планіметрії), теорії ймовірностей і математичній статистиці та ін.*), з'являється можливість для візуалізації абстракцій, розв'язування типових математичних задач і т.д.

В процесі навчання предметів математичного циклу чимало навчальних закладів дотепер не використовують необхідні засоби. Наведемо приклади вітчизняних математичних пакетів та відповідних програм: *Gran-1, Gran-2D, Gran-3D, DG, HDC, ТерМ, навчально-методичні комплекси для загальноосвітніх навчальних закладів «Геометрія, 8 клас», «Геометрія, 9 клас», «Математика. Тренінг-програма до екзамену, 9 клас», «Математика. Тренінг-програма для підготовки до ЗНО», «Математика, 5-6 класи» для загальноосвітніх навчальних закладів», «Бібліотека електронних наочностей «Алгебра, 7-9 класи» для загальноосвітніх навчальних закладів України», «Бібліотека електронних наочностей «Геометрія. 7-9 класи» для загальноосвітніх навчальних закладів України», «Алгебра, 7 клас» для загальноосвітніх навчальних закладів», «Геометрія, 10 клас», «Геометрія 11 клас», «Алгебра, 10 клас» для загальноосвітніх навчальних закладів», «Алгебра, 11 клас» для загальноосвітніх навчальних закладів».*

У питаннях інформатизації навчально-виховного процесу спостерігається стійка тенденція переходу від використання педагогічних програмних засобів (ППЗ) з окремих розділів курсу до створення і практичного впровадження програмно-методичних комплексів, використання яких сприяє забезпеченню повного курсу навчальної дисципліни, які успішно використовуються в школах і університетах України та за її межами.

У дослідженні [1], [18] пропонується класифікація педагогічних програмних засобів (ППЗ), які можуть бути використані в процесі навчання предметів математичного циклу для розвитку творчого потенціалу учнів. З використанням *програм-тренажерів* забезпечується одержаннями учнями відомостей з навчальної теорії та відповідних прийомів розв'язування задач, в тому числі тренування на різних рівнях (контролю, самоконтролю, самостійності учнів). Програми рекомендується використовувати *на етапах закріплення вивченого матеріалу, систематизації та узагальнення знань учнів.* Систематичне використання *контролюючих програм* дозволяє відслідковувати динаміку успішності кожного учня, передбачивши багатоваріантність у межах заданого типу різноманітних вправ. Ці програми використовуються для здійснення якісного поточного або підсумкового контролю знань учнів із врахуванням відповідної корекції знань, в тому числі для перевірки знань теоретичного матеріалу, практичних умінь і навичок.

Завдяки використанню програм-розв'язників на уроках-практикумах учні отримують можливість проводити найпростіші обчислювальні експерименти, які допомагають осмислити та ґрунтовно зрозуміти суть навчальної теорії та проілюструвати її застосування в процесі розв'язування прикладних (практичних) задач. Демонстраційні програми розподіляються на універсальні і спеціалізовані. Спеціалізовані програми мають вбудовані в освою основу кадри, що стосуються певного розділу деякої предметної галузі. З використанням універсальних демонстраційних програм вчитель/учень має змогу самостійно створювати кадри із використанням певного набору правил. Кожен із кадрів/слайдів може містити текстові, графічні повідомлення, елементи анімації та відповідного звукового супроводу. Демонстраційні програми можуть розроблятися вчителем математики/учнями в межах дослідницького проекту [1].

Ігрові програми використовуються як засіб моделювання дослідницької задачі, забезпечення можливості здійснення тренування учнів у певному виді діяльності, де вимагається активізація пізнавальних, психомоторних навичок, спонукаючи до ретельного виконання творчої роботи.

Безперечно, під час ігрової діяльності створюються передумови для формування в учнів різноманітних стратегій розв'язування задач і структури знань різних галузей.

З використанням навчальних ігор створюються ситуації з метою розвитку інтересів і здібностей учнів, відповідних навичок колективної творчості та роботи з комп'ютером.

Надмірне захоплення іграми дає небажаний (дуже часто зворотний) ефект!

Імітаційно-модельючі програми (наприклад, *Gran-1*, *Gran-2D*, *Gran-3D*) призначені для самостійної творчої діяльності учнів. До них належать програми типу *лабораторний практикум*, які використовуються для проведення спостережень над об'єктами, їх взаємозв'язками або деякими їх властивостями, для опрацювання результатів спостережень, для їх чисельного і графічного подання, для різних аспектів використання цих об'єктів на практиці.

Звичайний підручник, безперечно, залишається основним знаряддям учнів, тоді як основна роль «комп'ютерного» підручника – доповнювати звичайний. Педагогічно виважене та методично вмотивоване використання педагогічних програмних засобів (ППЗ) дозволяє посилювати інтелектуальні можливості учня, впливаючи на пам'ять, емоції, мотиви, інтереси, створює умови для перебудови структури його продуктивної та пізнавальної діяльності.

Основна мета математичної освіти полягає також в розвитку вміння математично, логічно та усвідомлено досліджувати явища навколишнього світу. Реалізації такої ідеї сприятиме розв'язування на уроках та в позаурочний час дослідницьких задач, тому використання вчителем на уроках дослідницьких задач є не тільки бажаним, але навіть необхідним (обов'язковим!) елементом навчально-виховного процесу [17].

Доцільно виокремити основні види навчальної діяльності з виваженням та методично вмотивованим використанням педагогічних програмних засобів: актуалізація знань і формування відповідної мотивації учнів; вивчення нового навчального матеріалу; індивідуалізація самостійної роботи учнів; узагальнення та систематизація знань учнів; рефлексія та контроль навчальних досягнень учнів; поглиблення вмінь у предметній галузі і формування навчально-пізнавальної евристичної діяльності учнів.

Педагогічний програмний засіб доцільно використовувати у навчальному процесі лише за умови необхідності з педагогічної точки зору. Так, наприклад, якщо:

- *логічно-математичні моделі (графічні (статичні та динамічні), вербально-знакові, знакові) мають недостатню наочність, зрозумілість або є надзвичайно складними для сприйняття учнями;*
- *забезпечується більш висока ефективність навчального процесу у порівнянні з використанням традиційних засобів навчання;*
- *відсутня можливість реалізувати певні засоби навчання у вигляді матеріальних об'єктів (наприклад, фізичних моделей, оригіналів в штучних умовах, оригіналів у природних умовах та ін.).*

Виокремимо ті педагогічні програмні засоби, з використанням яких в учнів з'являється можливість проводити чисельний експеримент, виконувати необхідні обчислення або графічні побудови, перевіряти гіпотези, випробовувати різні методи розв'язування задачі та не вимагаються додаткові (спеціальні) знання про комп'ютер.

Безперечно, призначення систем комп'ютерної математики полягає у забезпеченні можливостей та умінь учнів самостійно відкривати математичні науки шляхом експериментування з використанням комп'ютера.

Завдяки використанню програмно-методичного комплексу *Gran (Gran-1, Gran-2D, Gran-3D)* окремі розділи й методи математики стають доступними, зрозумілими, зручними для використання в навчальному процесі. Застосування подібних програм дає можливість у багатьох випадках перетворити розв'язування задач на доступний і творчий, дослідницький процес. Учні розв'язують рівняння, нерівності та їх системи, наприклад, не знаючи формул для знаходження коренів, методу інтервалів, методу виключення змінних; здійснюють обчислення похідних та інтегралів, не пам'ятаючи таблиць; досліджують функції, не знаючи алгоритмів їх дослідження. Одночасно, завдяки можливостям графічного супроводу комп'ютерного розв'язування завдання, школярі з легкістю розв'язують досить складні завдання, упевнено володіючи відповідною системою понять і правил.

Пропонований підхід до вивчення математики забезпечує наочне представлення понять, які досліджуються, що суттєво сприяє розвитку образного мислення, оскільки всі рутинні обчислювальні операції і побудови виконує безпосередньо комп'ютер, залишаючи учнями час на здійснення дослідницької діяльності.

З використанням систем динамічної геометрії виникає можливість виконувати побудови на комп'ютері, створюючи побудови будь-якої складності з використанням обмеженого набору

основних інструментів, аналогічні класичним геометричним побудовам (на папері), з одночасним «оживленням» рисунку, спостерігаючи за різноманітними змінами його при переміщенні базових точок мишкою. При цьому креслення динамічно змінюється, зберігаючи відповідні залежності між частинами побудови.

З використанням систем динамічної математики забезпечується необхідна «інтерактивність» роботи з рисунком і можливість його дослідження в динаміці (рис. 1-2), причому з'являється можливість:

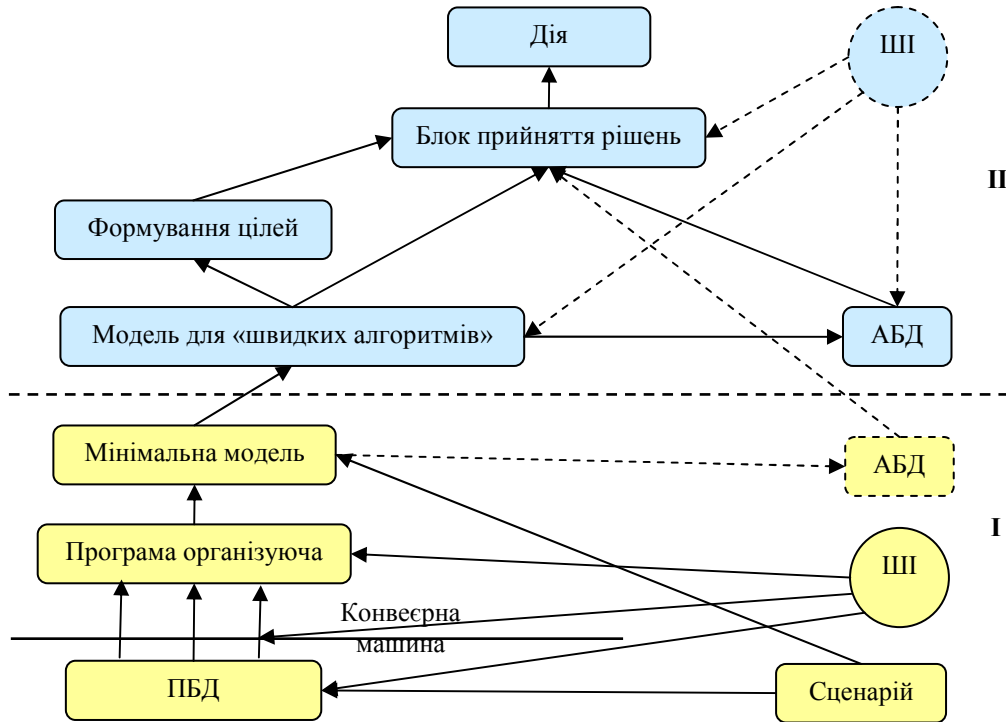


Рис. 1. Схема обчислювальної системи, що використовується для вибору варіанту рішення
 I – швидка система «підсвідомість», II – повільна система «свідомість»,
 ШІ – штучний інтелект, ПБД – пасивний банк даних, АКД – активний банк даних

- автоматизувати процес побудови, розширюючи набір базових геометричних інструментів, попередньо визначивши вихідні об'єкти та алгоритм побудови;
- виконувати побудови, аналогічні класичним побудовам за допомогою циркуля та лінійки (будувати відрізки; промені; прямі за двома точками; будувати точки, що належать фігурам; знаходити точки перетину фігур; будувати образ точки при центральній та осевій симетрії, середину відрізка; вимірювати відстані і кути; проводити паралельні і перпендикулярні прямі, бісектриси; коло за даним радіусом; коло за центром і точки на ньому);
 - задавати точки і фігури аналітично (за допомогою координат і рівнянь);
 - здійснювати оформлення рисунків, змінюючи при цьому властивості відображення точок і фігур (товщину ліній, стиль, колір, спосіб нанесення, відображати необхідні частини рисунка);
 - вимірювати відповідні параметри побудови (координати, довжини, кути, площі) шляхом (а) безпосереднього вимірювання (позначення крапок для виміру та підготовка відповідних підписів), (б) з використанням вбудованого геометричного калькулятора, (в) додавання напису з динамічними виразами;
 - вимірювати параметри побудови, причому значення миттєво обновляються залежно від відповідних змін базових параметрів; з'являються можливості для виконання досліджень, пошуку закономірностей і формування гіпотез;
 - використовувати необхідні елементи аналітичної геометрії (систему координат, графіки функцій, рівняння прямих і кіл, алгебраїчні залежності між частинами побудови тощо);
 - будувати геометричні місця точок, будувати слід точки при відповідному переміщенні, будувати сліди прямої на комплексному кресленні та ін.;
 - переглядати алгоритми побудови за необхідними кроками;

▪ здійснювати експорт рисунків в графічні формати для підготовки геометричних ілюстрацій та використання в інших додатках.

Програма Gran-1 (GRAPHIC ANALYSIS 1) призначена для здійснення графічного аналізу функцій, причому можливе задання функцій в декартових, полярних координатах, а також параметрично, неявно або в табличному вигляді. *Програма Gran-2D (GRAPHIC ANALYSIS 2-DIMENSION)* використовується для графічного аналізу геометричних об'єктів на площині, в тому числі з метою вирішення широкого класу завдань шляхом моделювання об'єктів, які фігурують в умовах задач. *Програма Gran-3D* застосовується для оперування моделями просторових об'єктів, що вивчаються в курсі стереометрії, в тому числі забезпечуючи засобами аналізу та ефективного одержання відповідних чисельних характеристик різних об'єктів у тривимірному просторі.

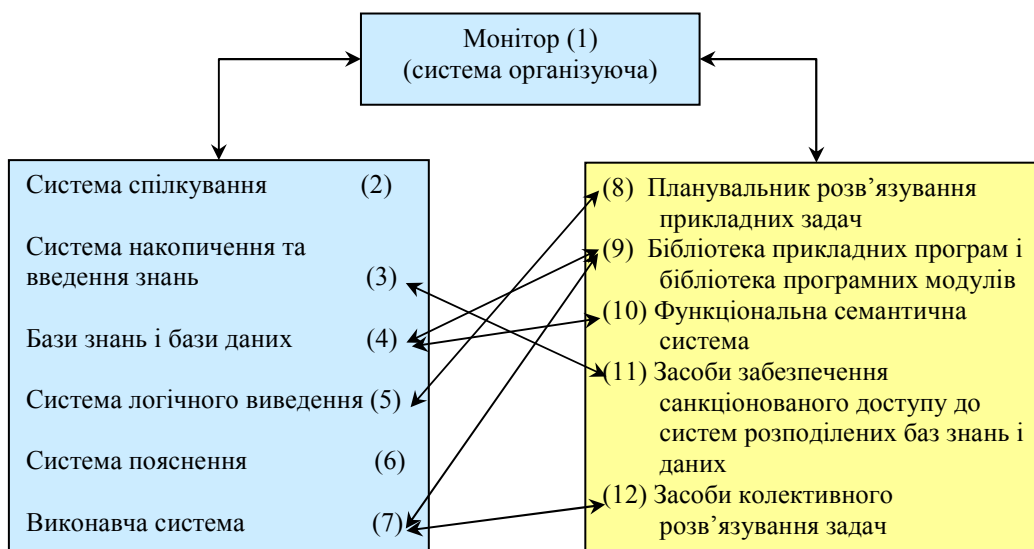


Рис. 2. Компоненти системи КОМСДН

1-5 – інтелектуальні інформаційно-пошукові системи (навіть за умови необов'язкового включення компонентів 3 і 5);

1-5, 8-10 – інтелектуальні пакети прикладних програм;

1, 2, 4, 8-12 –логічні системи (навіть за умови необов'язкового включення компонентів 2 і 4);

1-7 – традиційні експертні системи;

1-6, 8-10 – гідридні експертні системи планування та проектування;

1-7, 11 – розподілені експертні системи;

1-12 – узагальнені прикладні інтелектуальні системи

Варіативні дидактичні конструкти в дослідницькому навчанні

Варіативні дидактичні конструкти – це система логічно взаємопов'язаних навчальних проблем (варіативних дослідницьких (творчих!) завдань або навчальних комп'ютерних програм), з використанням яких у сукупності з дослідницькими (творчими!) запитаннями, вказівками та необхідним мінімумом навчальних відомостей в учнів з'являється можливість, в тому числі без зовнішньої допомоги, відкривати нові знання про об'єкти дослідження (знаходити закономірності та формувати гіпотези), відповідні способи або засоби дослідницької діяльності [1].

Результати дослідження свідчать про можливе та доцільне використання таких програм у поєднанні з традиційними методами навчання, причому отримуємо можливість ефективно використовувати час без перевантаження учнів.

Безперечно, створюються умови для розвивального навчання та реалізуються нові підходи, які не можна використовувати під час традиційного навчання. Йдеться про можливість *пошуку власного логічного розв'язування задачі; моделювання досліджуваних явищ; пошук варіантів раціональних розв'язків; постановка проблеми і можливість поетапного її розв'язування.*

Відповідні навчальні дії розвивають логічне мислення та творчі здібності учнів, що в свою чергу сприяє розвитку інтелекту, адже під час вивчення математики з використанням педагогічних програмних засобів учень учить критично мислити і ґрунтовно аналізувати навчальні матеріали,

конструює необхідні знання і відкриває для себе нові між предметні зв'язки, в тому числі із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій.

Розглянемо *критерії до використання педагогічних програмних засобів (ППЗ) із метою добору програмних засобів, на які доцільно орієнтуватися в процесі навчання математики* [1]:

1. *Педагогічна виваженість та шкільна спрямованість використання педагогічного програмного засобу.* Величезна кількість програмних засобів призначена для виконання складних і громіздких обчислень, роботи з елементами вищої математики. На основі аналізу численних досліджень, навчальної та методичної літератури, існуючих підручників та посібників і навчальної програми саме шкільної математики можна стверджувати, що окремі її розділи залишаються поза межами програми. Використання кількох програмних засобів, кожен з яких містить елементи роботи з математичними об'єктами для вивчення конкретного навчального матеріалу програми, є нераціональним. Програмний засіб повинен відігравати роль робочого інструменту учня в навчально-виховному процесі та бути пристосованим для індивідуальної роботи учнів з метою реального виконання опрацювання даних та виконання досліджень, без жодної імітації роботи.

2. *Методична доцільність використання педагогічного програмного засобу.* Кожен програмний засіб, перш ніж використовувати в процесі навчання шкільної математики, повинен бути оцінений з позиції методичної доцільності такого використання. Безперечно, існують системи комп'ютерної математики, які можуть бути потужним інструментальним або моделюючим засобом, однак їх методичне використання на уроці доцільним та педагогічно виваженим неможливо вважати. Доцільно наголосити, що використання деяких з таких програмних засобів на уроках та в позаурочний час може бути не лише педагогічно недоцільним, а навіть шкідливим.

Педагогічний програмний комплекс, що використовується в процесі навчання математики (на уроках і позаурочний час) складається з *безпосередньо програмного засобу; методичних рекомендацій щодо його використання; інструкції для вчителів та учнів; опису відповідних методик проведення уроків з використанням ППЗ* [17], [20].

3. *Інтуїтивно зрозумілий і простий інтерфейс.* Стандартний інтерфейс користувача педагогічного програмного засобу повинен відповідати стандартним варіантам організації взаємодії з користувачем (вчитель/учень) із забезпеченням можливості обирати доступні операції залежно від потреб навчального процесу, які використовуються в сучасних прикладних математичних пакетах.

Інтерфейс повинен відповідати таким вимогам:

- *володіти (за необхідністю) «багато віконною» організацією;*
- *мати «інтерактивну організацію» з використанням «випадаючого» меню;*
- Можливість здійснювати управління з використанням не лише клавіатури, а й мишки, з використанням необхідних (екранних) кнопок та ін.

4. *Апаратна невибагливість і програмна сумісність.* Пропоновані педагогічні програмні засоби та інші програмні продукти повинні використовуватись у всіх кабінетах інформатики та інформаційно-комунікаційних технологій, незалежно від комплектації.

5. *Наявність ліцензії на використання педагогічного програмного засобу.* Будь-який педагогічний програмний засіб, що використовується для підтримки навчання предметів природничо-математичного циклу, та відповідна операційна система повинні забезпечуватися ліцензією для подальшого їх використання в навчальному закладі.

6. *Надійність та безпека експлуатації в умовах сучасного кабінету інформатики та інформаційно-комунікаційних технологій.* Використання педагогічних програмних засобів не повинно спричиняти ситуацій, наслідками яких є внесення несанкціонованих змін у робочі (системні) файли та пошкодження (видалення) файлів, ОС та ін.

Висновки

Актуальним методологічним підходом до розроблення методики навчання доведенню виступає єдність логічного та дослідницького підходів [1].

Навчати доводити – навчати аналізу доведення, його відтворення, самостійного відкриття фактів, пошуку і конструювання доведення, а також заперечення запропонованих доведень. Формування пропонованої концепції передбачає педагогічно виважене використання дослідницьких задач, причому одним з елементів організації такого процесу є залучення дослідницько-дидактичних конструкцій у вигляді розроблених навчальних і корекційних комп'ютерних програм (рис. 1-2).

Наприклад, у формулюванні кожної теореми міститься *умова і наслідок*. Для виокремлення умови та наслідку теореми необхідно формулювати у вигляді умовного речення, чітко усвідомлюючи, «що

дано», «що потрібно довести». Математична творчість полягає в дослідницькому вмінні бачити разом з теоремою певну кількість усеможливих наслідків з неї, її зв'язків з раніше вивченими теоремами.

Найбільш відомими у практиці навчання шкільній математиці є *пряма* і *зворотна* теореми, хоча, виходячи з логіки інтересів розвитку мислення, доцільно звернути увагу і на *протилежне, протилежне зворотному* твердження. Причина такого обмеження полягає у логічній природі усіх теорем: зворотна протилежній теорема рівнозначна прямій теоремі, а протилежна – зворотній. Із використанням програми актуалізації знань («тест-корекція»), пропоновану роботу можна організувати. Якщо учень припускається помилки, йому надається корекція (див. рис. 2).

На підставі результатів педагогічного експерименту [1], [16], [17] можна стверджувати, що деяким учням важко усвідомити певні розумові дії (*абстрагування, узагальнення, виокремлення загального істотного і відкидання неістотного під час доведення*) на етапі навчання доведенню теорем.

Безперечно, важливим етапом під час вивчення учнями доведення теорем є аналіз своєї діяльності в процесі пошуку доведення. Рекомендується *скласти план пошуку (дослідження), зробити висновки, перевірити необхідність кожної умови, побудувати контрприклад* тощо.

З метою опрацювання процесу доведення теореми можливе використання програми «задача-метод» із системи дослідницько-дидактичних конструкцій як засобу для усвідомлення та ґрунтовнішого розуміння безпосередньо процесу доведення теорем.

Під час дослідницького навчання математики з використанням КОМСДН виокремлюються вміння аналізувати різні підходи до доведення конкретної теореми, вміння знаходити між ними правильні відповіді, в тому числі в неправильних доведеннях знаходити помилки, розглянути інші способи доведення.

У дослідницькому навчанні математики навчальна та розвивальна функції задач відтворюються з використанням системи дослідницьких задач [1].

Дослідницько орієнтована система задач відповідає таким вимогам:

- спрямування на відкриття знань;
- ґрунтовне осмислення математичних ідей шляхом виведення інтуїтивних міркувань на рівень осмислених логічних процесів з використанням правила-орієнтиру (*передзнання – формалізація знань – постзнання*), забезпечуючи мотивацію пропонованого переходу;
- доцільність співвідношення між дослідницькими та логічними компонентами на кожному етапі навчання;
- забезпечення ґрунтового охоплення дослідницької діяльності.

Доцільно зауважити, що у процесі розв'язування системи дослідницьких задач з математики організовується системний підхід під час творчої діяльності учнів [1]. Одним з головних принципів дослідницького навчання є диференційований та індивідуальний підходи. Відповідно, розглядається *три рівні сформованості дослідницьких умінь*, на кожному з яких учні отримують допомогу у вигляді розроблених програмних засобів, інформаційно-комунікаційних технологій:

- *низький* – дії за аналогіями (за зразком), при цьому школярі дуже наближене перенесення і *потребують значної підтримки та допомоги з боку вчителя*,
- *середній* – учні відсувають нестійкий інтерес до дослідницької діяльності, здійснюють перенесення у схожій ситуації, відповідно, *потребуючи незначної допомоги з боку вчителя (або використання комп'ютерного засобу)*;
- *високий* – учні відчувають стійкий інтерес до дослідницької діяльності, здійснюючи подальше перенесення (*переважно самостійно*).

Розглядаючи методичну систему дослідницького навчання математики як комп'ютерно орієнтовану систему навчання математики, доцільно зупинитися також на системі методів навчання.

Безперечно, система традиційних методів навчання доповнюється дослідницькими та спеціальними методами [19].

Дослідницькі методи, що входять до комп'ютерно орієнтованої системи навчання математики: *метод гіпотез; метод конструювання понять; метод проб і помилок; метод прогнозування; метод синектики; метод дослідження; метод запитань; методи символного і образного бачення; метод фактів; Мозковий штурм і ін.*

Крім традиційних, використовуються також різноманітні форми навчання (розрахункові графічні роботи, творчі тижні, учнівські дослідження, індивідуальні, групові, фронтальні форми тощо) [20]

У поєднанні з традиційними формами організації контролю та корекції результатів навчання, пропонується різномірний контроль знань учнів з метою виявлення рівнів досягнення сформованості прийомів дослідницької діяльності та методична підтримка корекції результатів навчання з використанням окремих дослідницько-дидактичних конструкцій комп'ютерно орієнтованої системи [17].

Методична система дослідницького навчання математики є комп'ютерно орієнтованою системою, використання якої сприяє формуванню прийомів дослідницької діяльності в процесі навчання математики.

Успішне використання запропонованої системи залежить від уміння вчителя здійснювати проектування моделі навчання із дотриманням необхідних умов [21]:

- рівня математичної культури вчителя математики;
- вільного володіння теоретичними та практичними основами процесу формування прийомів дослідницької діяльності учнів, практичними основами проектування комп'ютерно орієнтованого навчання математики, вміння організувати та управляти дослідницькою діяльністю школярів;
- уміння мотивувати учня та зацікавити його дослідницькою діяльністю;
- уміння надавати своєчасну індивідуальну допомогу учням;
- уміння долучати школярів до творчої діяльності, пов'язаної з розширенням можливостей виконання дослідницької діяльності, в тому числі з використанням системи дослідницьких і творчих задач та різноманітних комп'ютерно орієнтованих засобів навчання;
- допомагати учням самостійно здійснювати рефлексію, визначати та усвідомлювати отримані особисто результати дослідницької діяльності [22].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гриб'юк О. О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем / О. О. Гриб'юк. Монографія. – Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. – 858 с.: іл.
2. Альтшулер Г.С. Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач. – 3-е изд., доп. – Петрозаводск:Скандинавия, 2003. – С. 18.
3. Коменский Я.А., Локк Д., Руссо Ж.-Ж., Песталоцци И.Г. *Педагогическое наследие* / Сост. В.М. Кларин, А.Н. Джуринский. – М.: Педагогика, 1989. – С. 68.
4. Циолковский К.Э. *Очерки о Вселенной*. – М.: ПАИМС, 1992. – С. 186.
5. Бердяев Н.А. *Самопознание (опыт философской автобиографии)*. – М.: Международные отношения, 1990. – С.199.
6. Выготский Л. С. *Мышление и речь. Изд. 5, испр.* – М.: Издательство «Лабиринт», 1999.
7. Леонтьев А. Н. *Деятельность. Сознание. Личность*. - М.: Политиздат, 1975.
8. Рубинштейн С.Л. *Проблемы общей психологии*. – М.: Педагогика, 1973.
9. Давыдов В. В. *Теория развивающего обучения*. – М.: ИНТОР, 1996.
10. Шадриков В. Д. *Психология деятельности и способности человека: Учебное пособие* –М.: Логос, 1996.
11. *Педагогика. Учебное пособие для студентов педагогических вузов и педагогических колледжей* / Под ред. П.И. Пидкасистого. - М.: Российское педагогическое агентство, 1995.
12. *Педагогика и логика* /Г.П. Щедровицкий и др. - М.: Касталь, 1992.
13. Шамова Т. И, *Активизация учения школьников*. – М.: Педагогика, 1982.
14. Талызина Н.Ф. *Педагогическая психология: Учеб. пособие для студ. сред. пед. учеб. Заведений*. – М.: Издательский центр «Академия», 1998.
15. Леонтьев А. Н. *Деятельность. Сознание. Личность*. – М.: Политиздат, 1975. – С. 82.
16. Hrybiuk O. Improvement of the Educational Process by the Creation of Centers for Intellectual Development and Scientific and Technical Creativity. In: Hamrol A., Kujawińska A., Barraza M. (eds) *Advances in Manufacturing II. MANUFACTURING 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2019.: 370-382. Springer, Cham Online.
17. Hrybiuk O. Problems of expert evaluation in terms of the use of variative models of a computer-oriented learning environment of mathematical and natural science disciplines in schools, [w:] *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie, Zeszyt Nr 79, Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej (WPP)*, 2019.: 101-119.
18. Гриб'юк О.О. Перспективи впровадження варіативних моделей комп'ютерно орієнтованого середовища навчання предметів природничо-математичного циклу у загальноосвітніх навчальних закладах України / Гриб'юк О.О. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.] – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. – Випуск 22: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей. – С. 184-190.
19. Hrybiuk O. Mathematical modeling as a means and method of problem solving in teaching subjects of branches of mathematics, biology and chemistry // *Proceedings of the First International conference on Eurasian scientific development*. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 2014. P. 46-53.
20. Гриб'юк О.О. Математичне моделювання при навчанні дисциплін математичного та хіміко-біологічного циклів: навчально-методичний посібник для учителів / О.О. Гриб'юк. – Рівне: РДГУ, 2010. – 207 с.

21. Гриб'юк О.О. Педагогічне проектування комп'ютерно орієнтованого середовища навчання дисциплін природничо-математичного циклу. / Гриб'юк О.О.// Наукові записки. – Випуск 7. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3. – Кіровоград.: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. – С. 38–50.

22. Гриб'юк О.О. Вплив інформаційно-комунікаційних технологій на психофізіологічний розвиток молодого покоління. “Science”, the European Association of pedagogues and psychologists. International scientific-practical conference of teachers and psychologists “Science of future”: materials of proceedings of the International Scientific and Practical Congress. Prague (Czech Republic), the 5th of March, 2014/ Publishing Center of the European Association of pedagogues and psychologists “Science”, Prague, 2014, Vol.1. 276 p. – S. 190-207.

Гриб'юк Олена Олександрівна – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій і програмування факультету інформатики Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, провідний науковий співробітник Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України місто Київ, e-mail: olenagrybyuk@gmail.com

Dr. Olena Hrybiuk – Cand. Sc., PhD, Associate Professor, National Pedagogical Dragomanov University, Faculty of Informatics, Leading Researcher Institute of Information Technologies and Learning Tools NAES of Ukraine, Kiev, e-mail: olenagrybyuk@gmail.com