

ФОРМУВАННЯ І РОЗВИТОК ЕКОЛОГІЧНИХ ПЕРЕКОНАНЬ ДІТЕЙ У ПРОЦЕСІ ДОСЛІДНИЦЬКОГО НАВЧАННЯ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: НОВЕ ПЕДАГОГІЧНЕ МИСЛЕННЯ

Гриб'юк О. О., Волинець Ю. В.

ВСТУП

В сучасних умовах навчання виявлено протиріччя між завданнями природничої і математичної освіти, спрямованими на здобуття системних знань, всебічний, гармонійний розвиток дітей, виховання висококультурної, освіченої людини, та недостатнім методичним забезпеченням, необхідним для розв'язування цих завдань. Однією з важливих складових виховної роботи в школі є формування в учнів екологічної переконаності. Переконання – це насамперед знання, у реальності яких людина впевнена. Переконаність, як психологічне явище, включає в себе три компоненти: *пізнавальний* (знання), *емоційний* (ставлення до знань), і *поведінковий* (потреба діяти відповідно до наявних знань)¹. Вищою формою розвитку пізнавального компонента є формування і розвиток наукового світогляду дитини. За період навчання дитини в закладі освіти її світогляд проходить тривалий шлях становлення – від вироблення окремих поглядів на предмети навколишньої дійсності до побудови цілісної картини світу.

1. Психолого-педагогічні основи екологічного виховання учнів у процесі дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу

Формування переконаності не завжди відбувається гармонійно. Практика показує, що дитина знає, як поводитися в конкретній ситуації, проте не керується у своїй поведінці набутими знаннями. Такий розрив зумовлений тим, що дані знання не сприймаються ним як особистісно значущі, не викликають ніяких емоцій. Щоб брати активну участь в охороні природи, треба не тільки усвідомлювати необхідність такої участі, а й мати певні навички виконання відповідної роботи.

¹ Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем. Монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.

Єдність пізнавального, емоційного і поведінкового компонентів екологічної переконаності досягається в результаті цілеспрямованої навчально-виховної роботи. Складність реальної поведінки учнів полягає в тому, що вона визначається як усвідомленими, так і неусвідомленими мотивами. До останніх відносяться звички, емоції, установки, тобто готовність людини певним чином реагувати на який-небудь предмет чи явище.

Світогляд стає дійовим лише тоді, коли підкріплюється емоційними переживаннями і конкретними вчинками. Вироблення переконань – це результат ґрунтовної внутрішньої роботи, в ході якої одержані знання постійно співвідносяться з соціальним досвідом особистості, що складається на основі її участі в різних видах діяльності.

Одним з основних у психології є принцип єдності свідомості і діяльності. Це означає, що поза діяльністю людська психіка та її вища форма (свідомість) не розвивається взагалі. Життя людини є сукупністю діяльностей. Основною називається діяльність, яка визначає переважний напрям розвитку психіки особистості на даному віковому етапі. Система діяльностей впливає на формування мотиваційної сфери. Оскільки виконання різних видів діяльності вимагає від людини різного життєвого досвіду і задовольняє різні потреби, то мотиваційна сфера її також суперечлива. Суперечності, що виникають у мотиваційному світі, є джерелом саморозвитку особистості. Те, як учень розв'язує суперечності між колективним та особистим, свідомими намірами й емоційними захопленнями, новими потребами і старими звичками, має вирішальний вплив на нього. Виховання екологічної переконаності можливе лише на основі включення людини в систему спеціально організованих діяльностей – навчальну, трудову, громадсько-політичну.

Для усвідомлення внутрішніх механізмів впливу діяльності на становлення екологічної переконаності розмежуємо на психологічному рівні два поняття – “значення” і “смісл”. Психологічно “значення” – це надбане індивідуальною свідомістю узагальнене відображення дійсності, вироблене людством і зафіксоване у формі мовного поняття, знання, вміння узагальненого “способу дії”, “технічної норми”, “норми поведінки”². “Значення” існує незалежно від індивідуальної свідомості. “Смісл” – це те, що має для даної людини певне значення.

² 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). Publishing Center of the European Association of pedagogues and psychologists “Science”, Prague, Vol. 1, 2014. S. 190-207.

Дійовими формами виховання екологічної переконаності в закладах освіти є дискусія, диспут, бесіда на обрану тему, проектні дослідження. Ефективність їх зумовлена віковими особливостями дітей – у старшому підлітковому віці починається вироблення ціннісних орієнтацій. Діти виявляють гострий інтерес до навколишнього світу і один до одного, у зв'язку з чим у них різко зростає потреба в активному спілкуванні.

Аналіз психолого-педагогічної літератури надає можливість встановити, що існує кілька означень поняття “переконання”. Так, в педагогіці під *переконаннями* розуміють погляд, заснований на певних положеннях, думках, які в свідомості людини пов'язані з глибоким визнанням і переважанням їх істинності і переконливості³.

В психології переконання трактуються як психічний стан особистості, який характеризується стійкими поглядами, непідробленою впевненістю в правильності думок і поглядів⁴. В етичному значенні слова переконання – це усталені погляди людей, якими вони керуються в своїй практичній діяльності.

Отже, поняття “переконання” розкривається через “погляд”. Проте ці поняття не рівнозначні за своєю внутрішньою структурою. Якщо погляди виражають певну точку зору на сутності явищ природи, загальнолюдського життя і пізнання, то переконання – вища ступінь усвідомлення навколишнього світу, що відображає впевненість людини в правильності своїх поглядів і ідеалів, вимагає постійної готовності вести безкомпромісну боротьбу за їх здійснення.

В педагогіці загальноприйнято, що вихідним елементом довільного переконання є ідея. Що ж визначає утворення ідеї в свідомості учнів? Відповідь на це питання знаходимо в теорії змістового узагальнення В. В. Давидова⁵. Її вихідним положення є думка про те, що знання являють собою ідеальний продукт предметної діяльності людини. При цьому в залежності від способів діяльності автор розрізняє емпіричні та

³ Гриб'юк О.О. Когнітивна теорія комп'ютерно орієнтованої системи навчання природничо-математичних дисциплін та взаємозв'язки вербальної і візуальної компонент. Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди». Додаток 1 до Вип.36, Том IV (64): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». Київ: Гнозис, 2015. С. 158-175.

⁴ Гриб'юк О.О. Психолого-педагогічні вимоги до комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики в контексті підвищення якості освіти. Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди». Додаток 1 до Вип. 31, Том IV (46): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». Київ: Гнозис, 2013. С. 110-123.

⁵ Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем. Монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.

теоретичні знання. Співставляючи їх зміст, В. В. Давидов бачить причини відмінностей цих знань в принципових підходах до пізнання оточуючих явищ. Якщо емпіричне поняття формується на основі безпосереднього досвіду учнів, здобутого шляхом наочних дій з предметами, їх зображеннями, то теоретичне поняття формується на основі абстрагування, виділення певного визначеного зв'язку і перетворення його в спеціальний об'єкт вивчення. Такий підхід знімає специфічність, стає можливим прослідкування зв'язків і взаємопереходів. Враховуючи те, що формування екологічних переконань спирається на засвоєння ідей, пов'язаних з обґрунтуванням цілісності різнорідних явищ, уявляється обґрунтованим розглядати *теоретичний рівень пізнавальної діяльності як першу передумову* досягнення даного психологічного утворення в процесі навчання.

Але наявність теоретичних знань в учнів не свідчить про сформованість в них екологічних переконань. Хоч знання в переконаннях виступає ядром і основою, лише процесом засвоєння знань проблему формування переконань вирішити неможливо. Будучи головним структурним компонентом переконань, знання тільки наповнюють науковим змістом запропоновану для введення в переконання ідею.

В працях, де досліджують структуру переконань⁶, крім знань виділяються ще два компоненти переконань: емоційний і діяльнісно-пракติกний. Для того, щоб ідеї стали переконаннями, вони повинні пройти шлях від свідомості до переживання і навпаки. Переживання не існує без емоцій. Завдяки емоціям люди не тільки відчують, сприймають, уявляють дійсність, але і переживають її. Якщо знання надають ідеї необхідну глибину, то емоції повинні відповідно ввести її в свідомість, зробити стійкою і спонукаючою до дії.

Психологічний механізм формування переконань являє собою процес утворення системи стійких зв'язків між знаннями і адекватними переживаннями дитини. Щоб такі зв'язки виникли в свідомості учнів, зміст відомостей, що вводяться, потрібно пов'язати з реально цінним і актуальним для них. Самі ідеї чи відомості, що в них містяться, цінності для суб'єкта не мають. Значущість відомостей набувається в контексті потреб школяра. Цю думку розвивали в своїх працях А. М. Леонтьєв, М. Ф. Добринін. Доцільно в даному випадку навести також аргументи Л. І. Божович про переживання, що відображає стан задоволення суб'єкта

⁶ Гриб'юк О. Дослідження розвитку інтелекту: Особливості дослідницького навчання учнів з різними рівнями розвитку інтелекту в закладах загальної середньої освіти України та Польщі. Технології розвитку інтелекту. Том 4, № 3(28), 2020. DOI: <http://doi.org/10.31108/3.2020.4.3.4>

навколишнім середовищем. Таким чином, переживання виконує в житті суб'єкта важливу функцію – визначає, як відноситься суб'єкт до навколишнього середовища і спрямовує його дії на уникнення різних протидій⁷.

Отже, емоції виступають в якості механізму оцінювання оточуючого світу позитивно чи негативно. Специфіка такого апарату полягає в тому, що емоції не просто відображають відповідність чи невідповідність дійсності потребам суб'єкта, установкам, прогнозам, не просто дають оцінку сигналів, що поступають в мозок. Вони одночасно функціонально і енергетично готують організм до поведінки, адекватної цій оцінці.

Розглядаємо емоції, як своєрідну оцінку діяльності або одержаних про неї даних. Завдяки цій оцінці ввідні відомості – ідея, знання – набувають значущості для суб'єкта (М.Ф. Добринін), набувають особистісного змісту (А.М. Леонтьєв). Якщо нові знання не мають сигнального значення, якщо вони не обумовлюють дії, не набувають особистісної значущості, вони не будуть засвоєні учнями, або будуть засвоєні формально. Для того, щоб краще засвоювались нові знання, вони повинні не просто сприйматися учнями, а практично використовуватись у їх життєдіяльності⁸. *Отже, для того, щоб знання набули якостей переконань, вони повинні стати особистісно значущими для дитини.* Це друга передумова для формування екологічних переконань.

Проте, як було вказано раніше, в процесі формування переконань поряд з інтелектуальними і емоційними факторами важливу роль відіграє фактор вольовий, фактор активної діяльності. В психології волю визначають як психічну діяльність людини, що проявляється в свідомих діях, спрямованих на досягнення поставленої мети. Воля тісно пов'язана з свідомим визначенням мети, з мобілізацією організму на її досягнення. Коли ж суб'єкт визначає мету своєї дії, обдумує шляхи досягнення мети, визначає засоби подолання перешкод, він здійснює мислительну діяльність, в процесі якої відбувається закріплення у внутрішньому плані засвоєної ним ідеї.

Отже, в процесі формування переконань “поєднані” із знаннями емоції і почуття учнів підсилюються вольовими намаганнями особистості. Якщо знання становлять інтелектуальну сторону

⁷ Hrybiuk O. Psychophysiological aspects of the phenomenon of a child's presence in a virtual environment in the process of research learning: results of empirical research. In: European potential for the development of pedagogical and psychological science: Collective monograph. Riga, Latvia: “Baltija Publishing”, 2021. P. 147-187.

⁸ 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.

переконань, а почуття – емоційну, то в волі зосереджена діюча сторона переконань. Таку точку зору поділяють Ш. М. Гаджієв, І. К. Журавльов, Г. Е. Залесскій, В. М. Коротов, І. М. Краснобаєв, О. І. Рута, Г. І. Школьник. Згідно поглядів цих вчених, емоції і почуття переводять ідею у внутрішній план, вольові ж зусилля, виражені в активній діяльності, закріплюють її у внутрішньому плані. В якості необхідного етапу перетворення знань в переконання виділяється етап використання і захисту ідей. Саме на цьому етапі виробляються переконання. В. І. Мітюк і В. М. Коротов зазначають, що обов'язковим у процесі формування переконань є етап особистої практики з втіленням ідей в життя⁹.

Підсумовуючи сказане, можна стверджувати, що перетворення знань в переконання передбачає організацію певної діяльності, що включає в себе перевірку істинності засвоєних ідей, закріплення цих ідей в свідомості людини, слідування засвоєним ідеям в практичній діяльності. Результатом такої діяльності при формуванні екологічних переконань повинна стати активність особистості, що проявляється в її здатності до свідомого вирішення екологічних проблем трудової діяльності.

В сучасній психолого-педагогічній літературі поняття “активність в навчанні” трактується як якість діяльності школяра, в якій проявляється його відношенням до змісту, характеру діяльності. При цьому виокремлюються два найбільш характерні рівні її прояву: репродуктивний і творчий. Для репродуктивної активності характерним є намагання учня зрозуміти, запам'ятати і відтворити знання, оволодіти способом їх використання за зразком. Творчий рівень активності характеризується намаганням учня виявити смисл вивченого матеріалу, проникненням в сутність явища, намаганням пізнати зв'язки між явищами і процесами, оволодіти способами використання знань у видозмінених умовах, знайти для цієї мети нові способи її досягнення.

Спираючись на концепцію психологів і педагогів про структуру навчальної діяльності (А. М. Леонт'єв, П. Я. Гальперін) і, зокрема, на висновки про необхідність активності самого учня в процесі формування його особистісних якостей (Л. П. Арістова, А. В. Крутецький, І. Я. Лернер, Т. І. Шамова, Г. І. Щукіна), *третьою передумовою до перетворення екологічних знань в екологічні переконання полягає в*

⁹ Грiб'юк О.О. Перспективи впровадження варіативних моделей комп'ютерно орієнтованого середовища навчання предметів природничо-математичного циклу у загальноосвітніх навчальних закладах України. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. Випуск 22: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей, 2016. С. 184-190.

забезпеченні творчого рівня пізнавальної активності при засвоєнні цих знань.

Отже, базуючись на психологічних закономірностях процесу навчання і теорії емоцій, згідно із структурою такого складного утворення особистості як переконання, можна виділити наступні передумови його досягнення в процесі навчання: здійснення пізнавальної діяльності на теоретичному рівні; особистісну значущість екологічного, природоохоронного матеріалу, що вивчається; забезпечення в процесі засвоєння екологічних і природоохоронних знань творчого рівня пізнавальної активності учнів.

Визокремлення цих передумов надає можливість звернутися до визначення і обґрунтування умов досягнення даного результату в процесі навчання учнів математики. Визначаючи умови формування екологічних переконань школярів, ми виходили з того, що процес їх становлення схожий з формуванням довільної соціально-психологічної якості особистості. Будучи науковими за своєю природою, екологічні переконання несуть одночасно і моральну функцію. Тому *знання, що лежать в їх основі, повинні бути включені в систему моральних норм і суспільних цінностей.* В цьому полягає одна з умов формування даного виду переконань при навчанні математики.

Умови забезпечення засвоєння знань на теоретичному рівні, висвітлені в дослідженнях П. Я. Гальперіна і Н. Ф. Талізінної, в яких показано, що на якість формуючих знань впливає конкретизація властивостей досліджуваного об'єкта в предметі знань. Таким чином, щоб задані специфічні особливості знань були засвоєні в процесі навчання, вони повинні знайти своє місце в змісті дослідницького навчання – об'єкті пізнавальної діяльності тих, хто навчається¹⁰. Враховуючи, що засвоєння екологічних і природоохоронних знань, що лежать в основі формуючого виду переконань, здійснюється на основі математичного матеріалу, *другою умовою формування екологічних переконань при навчанні математики розглядається об'єктивізація зв'язків математичних знань з елементами екології.* Виходячи з того, що шлях до розкриття природоохоронних ідей лежить через засвоєння основних екологічних понять, *повнота розкриття суттєвих властивостей виділених екологічних понять є третьою умовою досягнення поставленої мети.*

У процесі розгляду психологічного механізму формування переконань відзначалось, що він є процесом утворення системи стійких

¹⁰ Hrybiuk O.O. The Variativ Model for Research Training for Math Students using Computer-oriented Methodical System. Information Technologies and Learning Tools. (Vol 77. No 3. 2020. pp. 39-65) [in Ukrainian].

зв'язків між моральними та науковими знаннями і адекватними їм переживаннями учня. Забезпечити виникнення таких зв'язків в свідомості учня потрібно за рахунок змісту того конкретного матеріалу, на базі якого планується здійснювати даний виховний процес. У зв'язку з цим його добір не повинен бути випадковим. Це зумовлює висування певних вимог до добору матеріалу.

1. Згідно теорії емоцій, як компенсуючих реакцій організму на недостачу відомостей (П. В. Сімонов), для виникнення емоцій – необхідної умови переведення ввідних відомостей в особистісний план, – вимагається узгодження між прогнозуючою ситуацією і афферентацією, що поступає із зовнішнього середовища. Якщо повідомлення, що поступають, залишаються поза увагою і не несуть відомостей, то емоцій не виникає. Отже, *довільні ввідні повідомлення, на які звертається увага, повинні містити елемент новизни.*

2. За рахунок певної специфіки екологічного матеріалу його розгляд викликає виникнення як позитивних, так і негативних емоцій. В фізіології вважається доведеним, що сигналізація “небезпечно” і “неприємно”, з якими пов'язано виникнення негативних емоцій, життєво важливіша, оскільки вона служить збудженням до захисних дій. Тому такі сигнали повинні мати перевагу перед сигналами про комфорт. Цієї точки зору дотримується В. І. Додонов, вважаючи, що негативні емоції (тривога, страх, співчуття, жаль) мають більшу мобілізуючу силу, ніж позитивні, що в більшості випадків стають для організму сигналом повернутого благополуччя. Із результатів досліджень психологів і фізіологів про силу позитивних і негативних емоцій, враховуючи, що загострення уваги до проблем співіснування суспільства і природи викликано саме можливою небезпекою для людства подальшим неконтрольованим розвитком, врахування вказаних почуттів слід вважати другою вимогою до добору конкретного екологічного матеріалу: *почуття переживання за себе і за оточуючих людей; почуття жалю, участі; почуття небезпеки, на основі якого виникає інтерес до боротьби; почуття обов'язку і відповідальності за свою поведінку і поведінку інших людей; почуття особливої значущості подій, що відбуваються; почуття подиву чи нерозуміння.*

Аналіз фактів і повідомлень, зміст яких викликає появу вище вказаних почуттів, сприяє перетворенню ідеї з нейтральної в особистісно значущу, створюючи тим самим умову для переведення її в переконання.

3. Проте відомості можуть стати особистісно значущими і в тому випадку, коли прояв яскраво вираженого емоційного стану не спостерігається. Тоді вирішального значення набуває корисність,

цінність, важливість повідомлення для розв'язування теоретичних і практичних задач, як в загальнолюдському масштабі, так і для вузького кола людей. Якщо врахувати, що науково визначити, чи є дана подія цінною для людини, можна шляхом виявлення рівня відповідності цієї події суспільним потребам, корисності (А. В. Зосімовський), то стане зрозумілим, чому *однією з необхідних вимог до добору фактичного матеріалу слід вважати його практичну значущість.*

Отже, четвертою умовою формування екологічних переконань учнів при навчанні математики є необхідність добору додаткових екологічних і природоохоронних матеріалів, розгляд яких забезпечує емоційний вплив на учнів.

Згідно досліджень в галузі психології і фізіології, забезпечити таке може дотримання наступних вимог до добору конкретних екологічних відомостей: новизна, практична значимість, апеляція до почуттів. Базуючись на характері відношень об'єкта і мети діяльності, розглянутих в працях А. М. Леонтьєва, Л. С. Виготського, С. Л. Рубінштейна¹¹, згідно з якими адекватність мети об'єкту визначається змістом дій, за допомогою яких здійснюється процес пізнання, *п'ятою умовою забезпечення утворення в свідомості учнів переконань слід вважати використання в процесі управління формуванням екологічних і природоохоронних знань методів і форм організації пізнавальної діяльності, зміст і послідовність яких забезпечують творчий рівень активності учнів на кожному з етапів формування переконань.*

Таким чином, аналіз літературних джерел щодо структури переконань, врахування можливостей управління процесом засвоєння знань і виявлення структури діяльності надають можливість виділити і обґрунтувати наступні умови формування екологічних переконань в процесі навчання учнів предметів природничо-математичного циклу:

- 1) об'єктивізацію зв'язків математичних знань з елементами охорони природи і екології;
- 2) повноту розкриття суттєвих властивостей виділених екологічних і природоохоронних понять;
- 3) спрямованість процесу засвоєння екологічних і природоохоронних знань на висвітлення суспільних цінностей і норм поведінки;
- 4) добір екологічних відомостей, розгляд яких забезпечує емоційний вплив на учнів;

¹¹ Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем. Монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.

5) використання в процесі управління формуванням екологічних і природоохоронних знань методів і форм організації пізнавальної діяльності, зміст і послідовність розгляду яких забезпечують творчий рівень активності учнів на кожному з етапів формування переконань.

Ефективність виділених умов перевірялась в процесі експериментальної роботи, результати якої представлені в дослідженні¹² Організації формувального експерименту передував добір екологічних і природоохоронних знань, засвоєння яких повинно було створити теоретичну базу для обґрунтування необхідності відповідального відношення до навколишнього природного середовища.

Природнича і математична освіта в сучасних умовах відіграє особливу роль у навчанні дітей в галузі математики, інформатики, комп'ютерних та інформаційних технологій, економіки, екології, біології, хімії, фізики як у плані формування певного рівня математичної культури, інтелектуального розвитку, так і в плані формування наукового світогляду, розуміння сутності прикладної спрямованості математичних дисциплін, оволодіння методом математичного моделювання у контексті неперервності освіти¹³.

Технології штучного інтелекту проникають в глибини математики, впливають на стиль, зміст і методи математичних досліджень, збагачують їх та розширюють сфери застосування. Діти опрацьовують великий обсяг теоретичного матеріалу, здобувають необхідні знання, уміння і навички щодо розв'язування типових математичних задач. Однак, потрапляючи до реального середовища професійної діяльності, вони, як правило, не можуть застосувати отримані знання про існуючі методи і алгоритми пошуку оптимальних розв'язків задач. Невідповідність великого обсягу теоретичного матеріалу умінню використовувати його в нестандартних ситуаціях загострює протиріччя між репродуктивними і розвиваючими методами навчання. Різноманітні сучасні дидактичні засоби підтримки навчального процесу є одним з найважливіших інструментів у роботі педагогів, вихователів, перш за все вчителів математики¹⁴.

¹² Hrybiuk O. Experience in Implementing Computer-Oriented Methodological Systems of Natural Science and Mathematics Research Learning in Ukrainian Educational Institutions. In: Machado J., Soares F. (eds) Innovations in Mechatronics Engineering. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2022.: 55-68. Springer, Cham Online.

¹³ 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.

¹⁴ Hrybiuk O. Dziecięca matematyka. Pedagogika dziecka. Podręcznik akademicki W H. Krauze-Sikorska i M. Klichowski (red.). Wydawnictwo Naukowe UAM, 2020.: 119-139.

Хід розвитку інформатики як науки свідчить про те, що математика була не тільки материнською наукою для інформатики, але й сама інформатика в міру свого становлення і відокремлення в своїх основах і методах неухильно математизується. З'являється все більше і більше свідчень того, що методи інформатики, інформаційні технології проникають у глибини математики, впливають на деякі риси стилю, техніки і змісту математичних досліджень. Це стосується, в першу чергу, використання математичних моделей та технологій штучного інтелекту як одного з потужних засобів пізнання реального світу для дослідження об'єктів дійсності, розв'язування задач, що виникають у різних сферах діяльності людини.

Встановлено, що в навчальних посібниках переважають два основні підходи до формування цілісної картини світу на уроках математики: засвоєння й використання комп'ютера для збирання, зберігання, опрацювання даних, що повинен засвоїти учень, надбання системи знань, відновлення зв'язків із реальним світом та розвиток інтелектуального й етичного потенціалів школярів.

Впровадження технологій штучного інтелекту (ТШІ) у навчання математики змінює питому вагу і реальні можливості реалізації системи дидактичних принципів (науковості, наочності, системності, систематичності й послідовності, доступності, принцип індивідуального підходу та активного включення учня до навчально-пізнавального процесу). З урахуванням реальних можливостей інформатизації математичної освіти та її впливу на методичну систему навчання математики на перший план виступають фактори, ефективність впливу яких значно підсилена в процесі дослідницького навчання. До пріоритетних насамперед належать: розвиток мотивації, пошукової діяльності, мислення та розумових прийомів; посилення інтересу до навчальних дисциплін взагалі і математичного циклу зокрема.

В умовах раціонального поєднання різних форм навчання на основі технологій штучного інтелекту підвищується ефективність використання організаційних форм активного дослідницького навчання, розвиток самостійності дітей, подальше унаочнення абстрактних математичних понять, збільшення арсеналу засобів пізнавальної діяльності, опанування сучасними методами наукового пізнання, розширення кола задач і дослідницьких проектів.

Для комп'ютерної підтримки дослідницького навчання математики нами використовувались технології штучного інтелекту, прості у користуванні, оснащені зручним інтерфейсом, контекстно-чутливою допомогою, що не потребують від користувача значного обсягу спеціальних знань з інформатики та програмування. Під час

використання ТШІ з'являється можливість не тільки продемонструвати різні способи розв'язування прикладних задач екологічного змісту, але й провести паралельне порівняння графічного й аналітичного способів відшукування розв'язків, в основі яких лежать різні математичні моделі.

Аналіз психологічної, педагогічної, методичної і наукової літератури¹⁵ свідчить про те, що незважаючи на значну кількість досліджень, поки ще не існує закінченої методичної системи, орієнтованої на використання сучасних ТШІ при навчанні предметів природничо-математичного циклу. Разом з тим проблема впровадження ТШІ в процес навчання вимагає подальшої конкретизації і розроблення. Саме в процесі навчання математики можна впевнено і ефективно використовувати комп'ютер на заняттях, бо дітям вже знайомі прийоми роботи на ньому, а курс має велику кількість тем, що можуть бути збагачені і методично краще подані в умовах використання ТШІ.

Одним із прийомів навчання дітей виділяти суттєве є організація дослідницького навчання, при якій діти раніше засвоюють найважливіші теоретичні положення теми на одному – двох прикладах, а потім переходять до їх застосування на конкретному фактичному матеріалі. Для того, щоб навчити дітей виділяти суттєве у поняттях, слід варіювати несуттєвими ознаками при зберіганні суттєвих, наприклад, змінювати зміст задач, залишаючи питання задачі незмінним. Суттєве у розв'язаній задачі – це правило-орієнтир розв'язування задач даного типу. Використання програмних засобів надає можливість не тільки економити час, а й зосередити увагу дітей на головному – аналізі змісту задачі з метою виявлення суттєвих ознак, що досліджуються, фігуруючих в них об'єктів або явищ.

Обґрунтоване використання інформаційних технологій надає можливість швидше і на високому рівні формувати в учнів прийом порівняння. Технології штучного інтелекту можна використовувати як при ознайомленні, засвоєнні прийому порівняння, так і при розв'язуванні задач, які потребують виконання цих операцій. Розв'язування задач діти повинні починати з порівняння умов нової і раніше розв'язаної задачі. Після цього слід переходити до з'ясування, чи придатний спосіб розв'язування попередньої задачі до даної.

¹⁵ Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем. Монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.; 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. S. 101-119.

Комп'ютерні програми виконують роль інструмента, використання якого надає можливість дітям швидко і правильно провести порівняння.

Використання технологій штучного інтелекту для розв'язування математичних задач певною мірою надає можливість розв'язати принаймні дві освітні цілі:

- діти оволодівають стійкими навичками роботи з комп'ютером, що є важливим кроком на шляху до швидкого оволодіння новими програмними засобами, бажанням їх використовувати, повністю реалізуючи переваги їх застосування;

- значно підвищується та стимулюється навчально-пізнавальна діяльність дітей, що пов'язано з можливістю візуалізації математичних понять; проведення різноманітних комп'ютерних експериментів дозволяє набути нових пізнавальних навичок, веде до виникнення потреби у набутті нових знань.

Зрозуміло, що навчання і розвиток математичної творчості має відбуватися переважно на програмному навчальному матеріалі з математики, однак, варто застосовувати спеціально побудовану систему задач і вправ. Таку систему задач можна будувати на основі використання технологій штучного інтелекту, але необхідно знайти певні межі їх використання, в яких педагогічно виважене застосування таких технологій в процесі дослідницького навчання буде сприяти покращенню існуючої математичної освіти, а не підміняти її.

Відбувається не тільки аналіз, як з того, що вимагається знайти в задачі, вийти на те, що дано в умові задачі, але й співвідношення між алгоритмом розв'язування задачі та можливостями використання відповідних існуючих комп'ютерних програм при розв'язуванні поставленої задачі.

Творча діяльність може носити пошуково-дослідницький характер не тільки під час розв'язування задач, що стало звичним у практиці, а й у процесі введення понять, формулювання проблем, узагальнення, систематизації матеріалу, у процесі моделювання, проведення аналогій. На заняттях для мотивації вивчення математичних понять пропонували дітям цікаві задачі, які за допомогою комп'ютерних програм не тільки яскраво унаочнювалися, а й за короткий час без рутинних обчислень були розв'язані.

Використання технологій штучного інтелекту дало можливість супроводжувати пояснення матеріалу розв'язуванням задач на екологічні теми, прикладів з життєвої практики. Такий шлях вивчення нового матеріалу в порівнянні з поданням теоретичного матеріалу без супроводу задач сприяє створенню позитивного емоційного фону у дослідницькому навчанні.

При застосуванні засвоєних знань використовується диференційований підхід. Особливість такої роботи з використанням комп'ютера полягає у тому, що діти отримують не тільки різні завдання, як при традиційному навчанні, але й можуть використовувати різні методи розв'язування задач. Для більшості дітей спочатку пропонувалися елементарні завдання, які були спрямовані на розпізнавання вивченого поняття, на встановлення взаємозв'язків з іншими поняттями, на застосування отриманих навичок. Використання на цьому етапі комп'ютерних програм дозволило економити час. В процесі розв'язування задач на застосування отриманих знань та навичок при використанні ІКТ намагалися створювати такі ситуації, при яких діти мали змогу розширювати свої знання, відкривати нові факти¹⁶.

Завдяки розв'язуванню прикладних задач є можливість приділити більше уваги світоглядній функції, пов'язаній з розумінням внеску предмета у формування наукової картини світу, з розкриттям ролі інформаційних процесів у живій природі, техніці, суспільстві, з демонстрацією значення математичних методів для аналізу та прогнозування розвитку виробництва. Зв'язок математики з іншими науками здійснюється, в основному, через математичне моделювання явищ та процесів і статистичний аналіз одержаних експериментальних даних. Особливу увагу слід звернути на те, що задачі на екологічні теми можна використовувати при вивченні багатьох тем курсу математики.

Задачі екологічного змісту – засіб розвитку екологічного виховання, розв'язування яких сприяє виробленню математичної культури дітей, візуалізації процесу застосування математичних понять до розв'язування задач, що виникають на практиці (формалізація, розв'язування задачі в рамках побудованої моделі, інтерпретація результатів).

Поєднання традиційних технологій навчання та сучасних ІКТ ефективно у відповідності до наступних принципів: *використовувати комп'ютерні засоби для підтримки розв'язування творчих та дослідницьких задач, набуття якісно нових знань; зміна стосунків між учасниками навчального процесу (в т.ч. стають співучасниками процесу навчання математики); реалізовувати можливості використання комп'ютерної техніки для подання начального матеріалу у різних видах;*

¹⁶ Гриб'юк О.О. Імерсивні технології в освіті: особливості когнітивного розвитку дитини у віртуальному середовищі в процесі дослідницького навчання. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць. Київ-Вінниця: ТОВ Фірма «Планер», 2020.

підвищення вимог до обізнаності педагогів у предметі; посилюється самостійність і активність учнів у навчанні.

Велику роль відіграє правильний добір організаційних форм навчальної діяльності. Для дітей з низькою наукованістю достатньо забезпечити індивідуальний підхід в умовах фронтальної роботи з колективом, для інших ефективно показала себе групова робота, при якій діти отримують завдання різних ступенів складності і завдяки спілкуванню не тільки розв'язують задачі, але й заповнюють прогалини в отриманих знаннях.

Діти повинні усвідомити, що комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням – один із засобів, за допомогою якого може бути знайдений шлях до розв'язування задачі, але його використання не позбавляє від необхідності вивчення термінів, фактів та правил, закономірностей, дослідження отриманих за допомогою комп'ютера результатів, їх узагальнення.

Педагогічні програмні засоби можуть містити в собі ряд недоліків, пов'язані з розробкою програмного забезпечення, що побудоване без врахування дидактичних принципів навчання, недоліками комп'ютера як технічної системи або недостатньою дослідженістю відповідних психолого-педагогічних проблем.

Аналіз цих недоліків вказує на те, що їх причини умовно можна поділити на дві основні групи: *недоліки програмного забезпечення, помилки пов'язані з алгоритмами опрацювання даних, що використали розробники ПЗ; помилки користувача, пов'язані з рівнем його знань та навичок.*

Педагог, зосереджуючи увагу учнів на аналізі подібних задач та помилок, що виникають при їх розв'язуванні, формує в учнів уявлення про те, що комп'ютер є лише одним із засобів навчання і ніяк не може повністю замінити людину при розв'язуванні задач. Це не тільки додає учням впевненості у своїх силах і знаннях, але й стимулює їх до вивчення предмету. Підвищення теоретичного рівня знань з математики ефективно здійснюється при застосуванні у навчанні технологій штучного інтелекту, що обумовлюється:

- можливостями реалізації графічних побудов з використанням технологій штучного інтелекту і значенням, яке мають графічні образи для дослідницького навчання, наукового пізнання;

- можливостями використання ІКТ для дослідження різноманітних математичних моделей, проведення обчислювального експерименту, виконання аналітичних перетворень, а також для ознайомлення дітей із цими сучасними методами наукового пізнання.

2. Конструювання змісту та процесу засвоєння екологічних знань в процесі дослідницького навчання математики

За сучасним визначеннями *екологічне виховання* – це система виховних заходів, спрямованих на формування у членів суспільства екологічної культури, гуманності, науково обґрунтованого відношення до природи, як до вищої національної і загальнолюдської цінності¹⁷. В основу побудови системи екологічного виховання психологічна наука покладає принцип О. М. Леонт'єва, згідно з яким свідомість людини породжується діяльністю. Кінцевою метою цього процесу повинно стати попередження необоротних змін у природі і збереження всієї різноманітності рослинного і тваринного світу.

Екологічна культура – це діяльність людини (включаючи наслідки такої діяльності), спрямована на організацію та трансформацію природного світу (об'єктів та процесів) відповідно до власних потреб та намірів. Вона звернена водночас і до природного довкілля, і до людини. Екологічна культура є функціональною основою існування людини, яка уможливує доцільне і ефективне природокористування. Показником високого рівня екологічної культури людини є її активна діяльність з охорони природи¹⁸.

Екологічне виховання і екологічна освіта усвідомлено і цілеспрямовано впливають на розвиток учня з боку певних груп, організацій, суспільства в цілому, відповідно до їх екологічних цінностей і норм. Екологічне виховання є одним із видів виховання поряд з морально-етичним, трудовим, фізичним тощо. Воно нерозривно пов'язується з екологічною освітою як елементом загальної освіти, спрямованим на оволодіння учнями науковими основами взаємодії природи і людини.

Отже, *екологічне виховання* – це сукупність процесів, завдяки яким людина розвиває свої здібності, ставлення й інші форми поведінки, що є цінними в процесі гармонізації відношення між суспільством і природою.

У природоохоронній діяльності можна виділити основні структурні компоненти: *інтелектуальний, операційний і мотиваційний*. Характерні особливості кожного з цих компонентів визначаються специфікою виду діяльності. До складу інтелектуального компоненту природоохоронної

¹⁷ Гриб'юк О. О. Проблеми формування екологічних переконань учнів у процесі навчання математики. Педагогічні науки. Збірник наукових праць; випуск 15. ч. I. Херсон: Айлант, 2000. С. 121–125.

¹⁸ Гриб'юк О. О. Екологічне виховання учнів у процесі навчання математики в класах хіміко-біологічного профілю засобами математичного моделювання / О.О.Гриб'юк // Вісник Черкаського університету – Серія: педагогічні науки. – Випуск 104. – Черкаси, 2007. – С. 23–32.

діяльності входять екологічні знання, операційного – вміння і навички з охорони природи, мотиваційного – сукупність причин діяльності людини в природі.

Зупинимось докладніше на загальній характеристиці кожного з цих компонентів. Екологія, як теоретична основа природоохоронної діяльності людини, є комплексом сучасного наукового знання, що вивчає закономірності співіснування рослин, тварин і людини, відношення людини до середовища проживання. Специфіка екологічних знань полягає в тому, що вони відображають складні природничо-соціальні явища, закони існування природних систем на різних рівнях їх організації; технологічні принципи виробництва і будову технічних засобів, за допомогою яких людина перетворює природу для досягнення суспільних та індивідуальних потреб і цілей. Комплексний характер екологічних знань обумовлює те, що вивченням предметної галузі екології займаються природничі, суспільні й технічні науки. Повне уявлення про екологічні проблеми можна сформулювати тільки на міжпредметній основі.

Під екологічними вміннями, як і вміннями взагалі, в педагогіці розуміють готовність людини до певних дій або операцій відповідно до поставленої мети на основі знань та навичок¹⁹. До умінь і навичок природоохоронної діяльності, які можна сформулювати в дітей під час навчання відносяться уміння: *оцінювати стан навколишнього середовища, найближчого природного оточення; правильно поводитися в конкретній ситуації; захистити навколишнє середовище від забруднень і руйнувань; пропагувати сучасні проблеми екології і охорони природи.*

Складний характер кожного з цих умінь, а також специфіка предметної галузі, на базі якої вони формуються, зумовлюють можливість їх конкретизації в рамках кожного навчального предмета.

О. М. Леонтьєв писав, що всяка дія збуджується не метою, а мотивом тієї діяльності в цілому, яка даною дією реалізується. За даними вчених М. О. Рикова і Б. Г. Йогансена, мотиваційну сферу природоохоронної діяльності становлять гуманістичні, патріотичні, естетичні, економічні, санітарно-гігієнічні та пізнавальні мотиви. Кожен з цих мотивів визначає характер тих думок і почуттів, що можуть спонукати людину до виконання певних дій.

Отже, процес екологічного навчання і виховання, кінцевою метою якого є природоохоронна діяльність людини, включає: *розвиток*

¹⁹ Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем. Монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.

системи знань про співіснування суспільства і природи; формування вмінь і навичок з вивчення і охорони природи; розвиток мотивів природоохоронної діяльності учнів.

Важливим моментом в організації екологічного виховання учнів під час вивчення математики є визначення його змісту. *Екологічне навчання* – складний процес, що включає розвиток екологічних знань, формування екологічних умінь і навичок, а також мотиваційної сфери природоохоронної діяльності учнів, то зміст його в процесі вивчення математики повинен відображати можливості використання змісту навчального предмета у формуванні всіх трьох компонентів свідомої поведінки людини.

У змісті екологічного навчання повинні знайти відображення як специфіка предметної галузі математики як науки, так і особливості вмінь і навичок, що формуються в учнів у процесі її вивчення в школі. Як було показано, в основі довільного переконання лежить ідея, яка є результатом узагальнення фактів навколишньої дійсності. В залежності від кількості узагальнених фактів і їх змісту, ідеї можуть бути різного ступеня узагальнення. Так, засвоєння ідеї необхідності бережливого відношення до природи передбачає узагальнення кількох ідей більш часткового порядку, кожна з яких базується на певній сукупності фактів. Такими ідеями є ідеї про те, що: *життя залежить від умов неживої природи; середовище життя характеризується певними параметрами; результатом людської діяльності є зміна основних показників умов життя; природа має обмежені властивості самоочищення; природні ресурси на Землі обмежені.*

Ці ідеї лежать в основі наукового обґрунтування бережливого відношення до природи. Для збереження природи потрібно не тільки знати, що вона потребує захисту, але і усвідомити можливість збагачення і покращення навколишнього середовища. Розкриття цієї концептуальної ідеї передбачає посилення на часткові ідеї, до яких можна віднести наступні:

1. Причини погіршення стану навколишнього середовища лежать в недосконалості техніки;

2. Використовуючи безвідходні виробничі технології, необхідно і можливо попередити подальше забруднення навколишнього середовища;

3. Використання невичерпних джерел енергії надає можливість зберігати органічні природні ресурси і не забруднювати навколишнє середовище;

4. Наука повинна відігравати вирішальну роль у налагодженні використання природних ресурсів людиною;

5. Взаємоіснування людського суспільства і природи залежить від вирішення природоохоронних проблем в глобальних масштабах.

Формуванню цих ідей в свідомості учнів передує узагальнення часткових фактів, що включають як математичні, так і екологічні та природоохоронні знання. В зв'язку з тим, що в даній роботі вивчаються можливості формування екологічних переконань в процесі навчання математики, виникає необхідність виділення і розкриття екологічних і природоохоронних понять, органічно пов'язаних із змістом курсу математики, що надає можливість науково обґрунтувати дітям ідею необхідності бережливого відношення до природи. В основу визначення змісту екологічних і природоохоронних знань були покладені такі положення: обсяг цих знань повинен включати мінімальне число специфічних для вказаних наук понять, що забезпечують усвідомлення учнями суспільної значущості певної ідеї; введення відібраних екологічних і природоохоронних знань не повинно порушувати системи математичних знань, що склалися; екологічні і природоохоронні знання, що підлягають формуванню, повинні відповідати принципам науковості і доступності; визначити місце екології серед окремих програмних тем дисциплін математичного циклу.

Врахування вказаних вимог дозволило виділити екологічні і природоохоронні поняття: *забруднення та його види, антропогенний фактор, навколишнє середовище, природні ресурси тощо.*

Доцільність їх введення зумовлена наступним: бережливе відношення до природи передбачає розуміння необхідності турботливого відношення як до живої (рослини, тварини, людина), так і до неживої (природні ресурси) природи. Це можливо лише при усвідомленні проблем охорони природи, що виникли в наш час – проблеми природних ресурсів і проблеми стану навколишнього середовища. Розкриття причин виникнення цих проблем зумовлює потребу введення поняття про антропогенний фактор, а з'ясування наслідків людської діяльності для живих організмів піддається через виявлення впливу наслідків на абіотичні фактори, що визначають нормальні життєві умови для представників живого світу. Таким чином, аналіз складу аргументів для доведення об'єктивної значущості відповідального відношення до природи надає можливість сконструювати мінімальний обсяг екологічних і природоохоронних понять, що висвітлюємо в процесі дослідницького навчання математики²⁰.

²⁰ Грив'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем. Монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.

Виділення базових екологічних і природоохоронних понять надає можливість звернутися до опису методики їх формування в учнів при дослідницькому навчанні математики і здійснення на цій основі виховного процесу щодо розвитку екологічних переконань. Успішне формування екологічних переконань учнів неможливе без спеціальної програми природоохоронної освіти (СППО)²¹. Нижче наводяться аспекти СППО: *пізнавальний* – розширення знань про наукову картину світу, формування умінь і навичок оберігати природу; *виховний* – формування екологічної культури, наукового світогляду, почуття патріотизму, любові до природи, бережливості, працьовитості, колективізму; *розвиваючий* – розвиток творчих здібностей, навичок дослідництва, експериментування, винахідництва.

Процес формування екологічних переконань забезпечується організацією діяльності учнів, спрямованої на засвоєння екологічних і природоохоронних знань, що відповідають творчому рівню пізнавальної активності учнів. Це вимагає конструювання видів діяльності школярів, що забезпечують той рівень засвоєння знань, яким є переконання. Конструювання методики формування екологічних переконань передбачає: *вичленення видів діяльності учнів, спрямованої на засвоєння екологічних і природоохоронних знань, передбачених етапами формування переконань; виокремлення з усіх існуючих методів, форм і засобів навчання тих, використання яких може забезпечити організацію необхідного виду діяльності учнів; побудову методики засвоєння екологічних та природоохоронних знань із застосуванням математичного моделювання в умовах ІКТ.*

Прийнята в теорії виховання поетапність формування переконань надає можливість виділити наступні види діяльності учнів: *ознайомлення з ідеєю; накопичення відомостей, що підтверджують істинність ідеї; закріплення даної ідеї в ході дискусійного обговорення.* Встановлення такої послідовності визначило підхід до добору технології.

В ході дослідження²² виявилось, що на першому етапі формування екологічних переконань доцільне використання методів інформаційно-повідомлюючого характеру: розповідь, бесіда з використанням засобів навчання, розв'язування задач. В їх реалізації основна роль належить

²¹ Grybyuk O.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.

²² Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем. Монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.

педагогу, який в процесі подання матеріалу виділяє певну природоохоронну ідею, орієнтує на неї увагу дітей, виключаючи при цьому виникнення помилкових думок і суджень. В накопиченні знань про явища соціальної дійсності найбільш результативними виявились: бесіда, спостереження, робота з літературою, екскурсії.

При закріпленні екологічних знань у внутрішньому плані і прояві дієвої сторони переконань, що утворилися на їх основі, найбільш ефективними були: бесіди проблемно-узагальнюючого характеру, тематичні ранки.

Творчий рівень пізнавальної активності на всіх етапах формування екологічних переконань забезпечується добором змісту навчального матеріалу, способами його подання та організацією діяльності щодо його засвоєння із сучасними засобами наочності. Пізнавальний інтерес дітей у своєму розвитку може бути виражений різними станами. Умовно можна розрізнити наступні послідовні стадії розвитку пізнавального інтересу дітей: цікавість, допитливість, пізнавальний інтерес, теоретичний інтерес. Однак нераціонально розглядати пізнавальний інтерес як ступінчасту послідовність його стадій, завершальною з яких є стадія теоретичного інтересу. Адже в процесі формування пізнавального інтересу в межах певної предметної галузі неможливо чітко визначити межі його заключної стадії. Тим більше, що стадія “теоретичний інтерес” є завершальною лише в межах обмеженого змістового чи діяльнісного циклу, створюючи передумови для зародження та розвитку стадії “цікавість” інших циклів розвитку пізнавального інтересу.

Отже, пізнавальний інтерес в межах визначеної предметної галузі доцільно розглядати як вибірккову направленість дитини, звернену до пізнання, до її предметної сторони і самого процесу оволодіння знаннями, яка в своєму розвитку характеризується періодичністю визначених циклів, кожний з яких складає завершений акт пізнання і містить чотири проміжні стадії²³. Характерною особливістю розвитку пізнавального інтересу є та, що досягти вищих стадій, обминувши початкові, неможливо. Крім того, отримати позитивний результат, коли кожна попередня стадія чітко виражена і дієва, а також слугує стимулом наступній, вдається далеко не завжди. Вирішальними виступають шляхи і фактори активізації переходу до більш вищих стадій пізнавального інтересу, що досягається вмілою та ефективною організацією навчального процесу. Вивчення структурних компонентів природоохоронної діяльності і передумов формування екологічних переконань дає змогу сформулювати вимоги не тільки до добору змісту

²³ Математичне моделювання при навчанні дисциплін математичного та хіміко-біологічного циклів: навчально-методичний посібник для учителів. Рівне: РДГУ, 2010. 207 с.

екологічного матеріалу, а й до організації діяльності дітей під час засвоєння елементів екологічних знань у процесі дослідницького навчання математики. Добір повинен забезпечувати обґрунтоване підведення дітей до свідомого засвоєння екологічних і природоохоронних ідей. Це може відбутися як в процесі пояснення навчального матеріалу, так і в процесі його засвоєння дітьми. З методів вивчення матеріалу найбільш придатними є ті, що засновані на логічних умовиводах: *індукції і дедукції*. *Індуктивний метод* пояснення ґрунтується на такому підході до подання екологічного матеріалу, в якому реалізується перехід від конкретних фактів до загальних положень; *дедуктивному* – характерний перехід від загальних положень (екологічних чи природоохоронних ідей) до конкретних випадків. Враховуючи, що матеріал екологічної і природоохоронної спрямованості в процесі навчання математики не є основним, а тільки пов'язаний з ним логічно, у доборі методів навчання повинен переважати індуктивний метод.

Методи навчання, які застосовує вчитель для формування екологічних переконань дітей, повинні добиратися так, щоб забезпечувати їх активну пізнавальну діяльність протягом усього процесу засвоєння екологічних знань. У зв'язку з цим головне місце повинні зайняти проблемно-пошукові методи. Враховуючи, що в процесі навчання математики не завжди проблемний метод може використовуватися з успіхом, оскільки він потребує спеціальної підготовки дітей (високого рівня сформованості процесів мислення), можуть бути використані, наприклад, такі частково-пошукові завдання: 1.) На передбачення наслідків впливу екологічних факторів; 2.) На планування дослідження; 3.) На домислення певних ситуацій; 4.) На пояснення ситуації; 5.) На вибір раціонального засобу використання природних ресурсів; 6.) На передбачення наслідків своєї діяльності чи діяльності інших людей.

3. Розв'язування дослідницьких задач з педагогічно виваженим використанням варіативних моделей комп'ютерно орієнтованої методичної системи дослідницького навчання

У закладах освіти часто навчання зводиться до запам'ятовування і відтворення стандартних прийомів дій, типових способів розв'язування завдань. Це вбиває інтерес до навчання. Діти можуть поступово втратити здатність до творчості. Завдання педагога полягає не тільки в тому, щоб дати учням якомога глибші знання з предмета, а й розвинути творчі здібності кожної дитини, тобто розкрити в дітях якості, що лежать в основі творчого мислення, сформувані вміння керувати процесами

творчості: фантазуванням, розумінням закономірностей, розв'язуванням складних проблемних ситуацій. Розвиток творчих здібностей учнів і виховання активної особистості – першочергове завдання сучасної школи. При цьому основний зміст навчання розв'язування завдань полягає в тому, щоб навчити учнів самостійно розв'язувати відносно нові завдання, що вимагають творчих пошуків шляхів розв'язування, винахідливості, оригінальності суджень.

Задатки творчих здібностей притаманні будь-якій дитині. Треба зуміти розкрити і розвинути їх. Випускники середніх шкіл мають не тільки володіти матеріалом шкільних програм, а й вміти творчо застосовувати його, знаходити розв'язання будь-якої проблеми. Це можливо тільки в результаті педагогічної діяльності, що створює умови для творчого розвитку учнів. Тому проблема розвитку творчих здібностей дітей є однією з найбільш актуальних у контексті неперервності освіти. Організація навчання дітей перенесенням засвоєних прийомів є одним із шляхів навчання їх способам засвоєння досвіду творчої діяльності²⁴. Прийоми алгоритмічного типу сприяють вдосконаленню репродуктивного мислення як важливого компонента діяльності, створюють фонд знань, вони є необхідною, але недостатньою умовою розвитку мислення. А евристичні та проблемні методи навчання дозволяють надати учням більше самостійності і творчого пошуку. В інженерному конструюванні особливо активно почали застосовувати методи евристичного пошуку. До них відносять: мозковий штурм; метод гірлянд випадковостей і асоціацій; морфологічний аналіз; метод організуєвих понять; синектики; метод трансформації системи²⁵.

У процесі розв'язування дослідницької задачі у кожного учня повинні вироблятися *правила оптимального пошуку різноманітних розв'язків задачі*, які закладені у кожного з них на підсвідомому рівні, даючи змогу самостійно регулювати свою діяльність. Вони допомагають учневі усвідомлювати етапи евристичної діяльності, яка формується та лежать в її основі. Дослідницьке навчання відрізняється від проблемного та розвивального навчання, оскільки в процесі ставиться і розв'язується нова задача: розвиток не тільки учня, але й встановлення траєкторії його освіти, у тому числі й розвиток цілей, технологій, змісту навчання.

²⁴ Hrybiuk O. Dziecięca matematyka. Pedagogika dziecka. Podręcznik akademicki W H. Krauze-Sikorska i M. Klichowski (red.). Wydawnictwo Naukowe UAM, 2020.: 119-139.

²⁵ Грїб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем. Монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.

*Дослідницькі методи розв'язування творчих завдань*²⁶ – це система принципів і правил, які задають найбільш імовірнісні стратегії і тактики діяльності учня, що стимулюють інтуїтивне мислення в процесі розв'язування, генерування нових ідей і на цій основі істотно підвищують ефективність розв'язування певного класу творчих завдань. Оптимальною умовою, що забезпечує інтенсивний розвиток творчих здібностей дітей, виступає планомірне, цілеспрямоване пред'явлення творчих дослідницьких завдань в системі, що відповідає таким вимогам: дослідницькі завдання мають сприяти розвитку психічних властивостей особистості, що лежать в основі розвитку творчих здібностей – пам'яті, уваги, мислення, уяви; завдання мають підбиратися з урахуванням раціональної послідовності їх подання: від репродуктивних, спрямованих на актуалізацію наявних знань, до частково-пошукових, орієнтованих на оволодіння узагальненими прийомами пізнавальної діяльності; система дослідницьких завдань має вести до формування таких характеристик творчих здібностей: швидкості думки; гнучкості розуму; оригінальності; допитливості; вміння висувати і розробляти гіпотези. Використання дослідницьких прийомів сприяє стимулюванню розвитку наочно-образного мислення учнів в процес розв'язування завдань: у людини з'являється можливість «побачити» ситуацію, описану в умові задачі, що веде до цілісного сприйняття проблеми. Приклади деяких дослідницьких прийомів, що можуть використовуватися під час розв'язування нестандартних завдань²⁷: 1) конкретизація: учень надає абстрактним даним конкретнішу форму; 2) узагальнення: нестандартне завдання замінюється більш загальним, з розв'язанням якого безпосередньо слідує розв'язання даного завдання; 3) спрощення: варіювання стану об'єкта при незмінності його якісних характеристик; 4) графічний аналіз: використання цього прийому дозволяє вводити наочні опори різного ступеня символізації; 5) абстрагування: відкидання конкретних деталей, виокремлення даних, їх зв'язків і співвідношень; 6) варіювання: учень довільно відкидає або змінює величину одного з даних (іноді кількох) і на основі логічних міркувань з'ясовує, які наслідки випливають з такого перетворення;

²⁶ Гриб'юк О.О. Педагогічне проектування комп'ютерно орієнтованого середовища навчання дисциплін природничо-математичного циклу. Наукові записки. Випуск 7. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3. Кіровоград.: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. С. 38–50.

²⁷ Гриб'юк О.О. Проектно-дослідницька діяльність в процесі навчання математики учнів загальноосвітнього навчального закладу. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць. К.: НПУ імені М.П. Драгоманова., 2017. № 19(26), 2017. С. 90–98.

7) аналогія; 8) парадигма: інакше сформулювати завдання і побачити в її зміненому формулюванні ідею розв'язування даного завдання; 9) неповна індукція: безпосередня перевірка істинності окремих висловлювань, а часткові випадки допомагають встановити загальний висновок; 10) моделювання; 11) рух від кінця до початку; 12) введення допоміжних невідомих за допомогою будь-яких співвідношень; 13) висування будь-яких гіпотез.

Дослідницькі методи в навчанні дозволяють педагогу надати учням більше самостійності і творчого пошуку. У процесі розробки методики формування творчих здібностей за допомогою дослідницького методу вчитель має враховувати: а) загальний рівень розвитку колективу дітей; б) особистісні особливості дітей; в) специфічні риси і особливості навчального предмета. При цьому умовами формування творчих здібностей є: а) позитивні мотиви дослідницького навчання; б) інтерес дітей; в) творча активність; г) позитивний мікроклімат в колективі; д) сильні емоції; е) надання свободи вибору дій, варіативність роботи.

Дослідницькі завдання – найкращий спосіб миттєво привернути увагу і навчальний інтерес, наблизити можливість відкриття. Вони виступають: основою для створення евристичних ситуацій актуалізації, орієнтування, пошуку, перетворення та інтеграції; засобом для створення евристико-дидактичних конструкцій та різноманітних навчальних та евристичних комп'ютерних програм; метою формування навчально-пізнавальної евристичної діяльності учнів; засобом формування математичних понять, навчання теорем. Діти досягають найкращих результатів під час навчання розв'язуванню сюжетних задач тільки тоді, коли знаходяться в процесі самостійного пошуку і побудові тих знань, що необхідні в майбутній професійній діяльності, тому дослідницьке навчання передбачає змістовно-пошуковий процес, який дозволяє не тільки набути знання, але на основі проведеного теоретичного аналізу вносити зміни в зміст термінів, що вивчаються, прийомів та методів.

На підставі аналізу психолого-педагогічної літератури можна стверджувати, що найсприятливішим віком для розвитку творчої особистості є ранній підлітковий вік²⁸: починається розвиток аналітико-синтетичного сприйняття предметів і явищ, збільшується обсяг сприйняття, розвиток пам'яті та уваги, при запам'ятовуванні учні використовують порівняння, систематизацію, класифікацію, відбувається формування внутрішньо-предметних і міжпредметних

²⁸ Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем. Монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.

асоціацій, відбувається розвиток абстрактного мислення і розвиток критичності мислення. На заняттях математики може проходити робота щодо формування наступних евристичних прийомів: робота з гіпотезами; моделювання проблемної ситуації; прийом конкретизації проблемної ситуації; прийом переструктурування завдання; прийом розбиття завдання на частини.

Компоненти внутрішньої структури дослідницької задачі²⁹: елементи задачі; явно задані; невідомі (некоректні, неявно задані); шукані (їх треба знайти чи встановити); проміжні або допоміжні (знаходження яких не треба, але вони мають бути знайдені в процесі пошуку невідомих); величини, якими характеризуються елементи (скільки і які величини задані явно або неявно в тесті задачі, характер кожного значення величини); характер взаємозв'язків між елементами; відношення між елементами; систему станів (система речень, кожне з яких описує різні значення величин, що характеризують її елементи); ситуації (речення, формалізовані відношення між величинами, реалізованими в задачі).

Однак аналіз практики³⁰ показує, що основна увага приділяється ознайомленню зі спеціальними способами розв'язування окремих типів завдань. Це часто приводить до того, що учні не набувають вміння самостійно аналізувати і розв'язувати різні типи завдань. Тому проблема оволодіння загальним прийомом розв'язання задач продовжує залишатися актуальною. Загальний прийом розв'язування завдань включає: знання етапів розв'язання, методів (способів) розв'язування, типів завдань, обґрунтування добору способу розв'язування на підставі аналізу тексту задачі, а також володіння предметними знаннями: поняттями, визначеннями термінів, правилами, формулами, логічними прийомами і операціями. До етапів розв'язування можна віднести³¹: 1) аналіз тексту завдання; 2) переклад тексту на мову математики; 3) встановлення відношення між даними і питанням; 4) складання плану виконання завдання; 5) здійснення плану рішення; 6) перевірка і оцінка виконання завдання.

²⁹ Hrybiuk Olena. Engineering in Educational Institutions: Standards for Arduino Robots as an Opportunity to Occupy an Important Niche in Educational Robotics in the Context of Manufacturing 4.0, in: Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume 27-32, 2020, p. 770-785.

³⁰ Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем. Монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.

³¹ 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. P. 370-382. Springer, Cham Online ISBN978-3-030-18789-7.

ВИСНОВКИ

У процесі планування екологічного виховання дітей на заняттях математики та предметів природничого циклу добір методів навчання повинен здійснюватися так, щоб забезпечувати високий ступінь самостійності дітей під час виконання завдань з екологічної тематики. Поряд з методами організації навчальної діяльності під керівництвом педагога потрібно застосовувати методи самостійної роботи дітей. Перевагу повинні мати: 1.) робота з літературою та довідковим матеріалом; 2.) підготовка повідомлень; 3.) складання і розв'язування задач на основі фактичного матеріалу екологічного чи природоохоронного змісту; 4.) виконання завдань дослідницького характеру. Вимогою до добору методів навчання є необхідність на їх основі стимулювання інтересу до еколого-математичного матеріалу, сприяння розвитку мотивації природоохоронної діяльності дітей. Значною мірою реалізації цих вимог відповідають пізнавальні ігри (ділові, рольові), навчальні дискусії, створення емоційно-моральних ситуацій.

Можливі напрями екологічного виховання дітей такі: 1) розкриття математичних закономірностей окремих явищ природи; 2) з'ясування ролі математики, математичного моделювання у розв'язуванні екологічних проблем; 3) виховання відповідальності за стан навколишнього середовища, екологічної культури. Практика роботи вчителів-експериментаторів показує, що формування в учнів екологічних знань у процесі навчання математики може відбуватися при виконанні завдань виду: 1) розв'язування задач, дібраних педагогом; 2) складання задач дітьми; 3) побудова діаграм, графіків; 4) короткі повідомлення на заняттях; 5) тематичні заняття гуртка, екскурсії; 6) оформлення планшетів, альбомів.

Важливою умовою розвитку інтересу дітей до екологічних проблем є ставлення до них педагога, який повинен бути переконаним у необхідності охорони природи. При доборі закладів освіти для проведення експериментального навчання ми виходили з того, що серед них були міські і сільські, звичайні і спеціалізовані. Педагоги добирались так, щоб серед них були молоді і досвідчені. Проте природоохоронна освіта не під силу одному педагогу, оскільки це робота багатопланова і має реалізовуватися в певній комплексній системі під час командної роботи. Робота може реалізовуватись у позаурочний час, в системі самонавчання, маючи не лише прикладний, але й пізнавальний, дослідницький характер. Вона повинна включатися в загальнодержавну систему природоохоронних заходів і координуватися відповідними науковими установами.

АНОТАЦІЯ

Реформа сучасної освіти поставила перед педагогами завдання практичної спрямованості навчання предметів природничо-математичного циклу. Із використанням компонентів комп'ютерно орієнтованої методичної системи дослідницького навчання забезпечується варіативність і неперервність освітніх програм і змісту освіти, в тому числі екологічної освіти, із врахуванням вікових психофізіологічними особливостей і здібностей дітей. Навчально-виховний процес будується із врахуванням принципів «навчання через гру», «навчання–відкриття», «навчання–дослідження», «занурення в процес пізнання», «конструювання майбутнього». У дослідженні здійснено конструювання змісту та процесу засвоєння екологічних знань в процесі дослідницького навчання математики та пропонуються умови формування екологічних переконань учнів при навчанні предметів природничо-математичного циклу з використанням СППО.

Результати дослідження підтверджують, що під час дослідницького навчання розвиваються в кожній дитини життєво необхідні в сучасних реаліях якості (екологічне мислення, комунікативність, критичне мислення, креативність, співробітництво, індивідуальну відповідальність) за умови ефективної та позитивної взаємодії всіх учасників навчально-виховного процесу. Актуальність дослідно-експериментальної роботи визначається потребою у розробленні нового напрямку прикладних досліджень, а саме, використання варіативних моделей комп'ютерно орієнтованих методичних систем дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу в навчально-виховному процесі, управлінській діяльності та поширенні методики дослідницького навчання в системі освіти. Важливим моментом є використання технологій штучного інтелекту для підтримки навчально-виховного процесу. Такі інноваційні технології змінюють погляди на організацію навчально-виховного процесу, природу освітнього процесу та її доступність.

Література

1. Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем. Монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.

2. 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). Publishing Center of the European Association of pedagogues and psychologists “Science”, Prague, Vol.1, 2014. S. 190-207.

3. Гриб'юк О.О. Когнітивна теорія комп'ютерно орієнтованої системи навчання природничо-математичних дисциплін та взаємозв'язки вербальної і візуальної компонент. Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди». Додаток 1 до Вип.36, Том IV (64): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». Київ: Гнозис, 2015. С. 158-175.

4. Гриб'юк О.О. Психолого-педагогічні вимоги до комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики в контексті підвищення якості освіти. Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди». Додаток 1 до Вип.31, Том IV (46): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». Київ: Гнозис, 2013. С. 110-123.

5. 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. P. 370-382. Springer, Cham Online ISBN978-3-030-18789-7.

6. 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. S. 101-119.

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

8. Grybyuk O.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.

9. Гриб'юк О.О. Проектно-дослідницька діяльність в процесі навчання математики учнів загальноосвітнього навчального закладу.

Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: 36. наук. праць. К.: НПУ імені М.П. Драгоманова., 2017. № 19(26), 2017. С. 90–98.

10. Hrybiuk O. Experience in Implementing Computer-Oriented Methodological Systems of Natural Science and Mathematics Research Learning in Ukrainian Educational Institutions. In: Machado J., Soares F. (eds) Innovations in Mechatronics Engineering. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2022.: 55-68. Springer, Cham Online.

11. Hrybiuk Olena. Engineering in Educational Institutions: Standards for Arduino Robots as an Opportunity to Occupy an Important Niche in Educational Robotics in the Context of Manufacturing 4.0, in: Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume 27-32, 2020, p. 770-785.

12. Hrybiuk O.O. The Variativ Model for Research Training for Math Students using Computer-oriented Methodical System. Information Technologies and Learning Tools. (Vol 77. No 3. 2020. pp. 39-65) [in Ukrainian].

13. Гриб'юк О.О. Імерсивні технології в освіті: особливості когнітивного розвитку дитини у віртуальному середовищі в процесі дослідницького навчання. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць. Київ-Вінниця: ТОВ Фірма «Планер», 2020.

14. 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.

15. Гриб'юк О.О. Перспективи впровадження варіативних моделей комп'ютерно орієнтованого середовища навчання предметів природничо-математичного циклу у загальноосвітніх навчальних закладах України. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. Випуск 22: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей, 2016. С. 184-190.

16. Гриб'юк О. О. Проблеми формування екологічних переконань учнів у процесі навчання математики. Педагогічні науки. Збірник наукових праць; випуск 15. ч. I. Херсон: Айлант, 2000. С. 121–125.

17. Гриб'юк О. О. Екологічне виховання учнів у процесі навчання математики в класах хіміко-біологічного профілю засобами математичного моделювання / О.О.Гриб'юк. Вісник Черкаського університету. Серія: педагогічні науки. Випуск 104. Черкаси, 2007. С. 23–32.

18. Гриб'юк О. О. Математичне моделювання при навчанні дисциплін математичного та хіміко-біологічного циклів: навчально-методичний посібник для учителів. Рівне: РДГУ, 2010. 207 с.

19. Гриб'юк О. Дослідження розвитку інтелекту: Особливості дослідницького навчання учнів з різними рівнями розвитку інтелекту в закладах загальної середньої освіти України та Польщі. Технології розвитку інтелекту. Том 4, № 3(28), 2020. DOI: <http://doi.org/10.31108/3.2020.4.3.4>

20. Hrybiuk O. Dziecięca matematyka. Pedagogika dziecka. Podręcznik akademicki W H. Krauze-Sikorska i M. Klichowski (red.). Wydawnictwo Naukowe UAM, 2020.: 119-139.

21. Hrybiuk O. Psychophysiological aspects of the phenomenon of a child's presence in a virtual environment in the process of research learning: results of empirical research. In: European potential for the development of pedagogical and psychological science: Collective monograph. Riga, Latvia: "Baltija Publishing", 2021. P. 147-187.

Information about the authors:

Dr. Hrybiuk Olena Oleksandrivna,

PhD in Pedagogy, Associate Professor, Leading Researcher,
Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine
9, Maksyma Berlinskogo str., Kyiv, 04060, Ukraine
<http://orcid.org/0000-0003-3402-0520>

Volynets Yulia Volodymyrivna,

Practical psychologist