УДК 37.02:372.853
DOI https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-1-7

ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ТА ІНТЕГРАЦІЯ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН – ДВІ СТОРОНИ ЄДИНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

Сальник Ірина Володимирівна,
доктор педагогічних наук, професор,
в.о. завідувача кафедри природничих наук і методик їхнього навчання
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0003-1117-9862

Розвиток суспільства зумовлює формування такої парадигми освіти, яка передбачає перехід до принципово нових систем навчання. Сучасна освіта розвивається в таких напрямах, які поєднують у собі діаметрально протилежні підходи. Саме так відбувається із природничою освітою, яка по своїй суті є інтегративною. Навчання учнів із широким діапазоном здібностей вимагає від учителів інноваційних ідей для навчання та врахування особливостей їх розвитку. Актуалізується проблема поєднання диференціації та інтеграції в природничий освіті. Метою статті є висвітлення особливостей комплексної реалізації диференційованого та інтегративного підходів у навчанні природничих наук як основи сучасного навчального середовища закладу загальної середньої освіти. У статті проаналізовані підходи українських та закордонних дослідників, що вивчали ідеї диференціації й інтеграції та особливості їх упровадження в освіті. Як концептуальна основа об'єднання двох протилежних підходів нами визначена теорія множинних інтелектів. Згідно з цією теорією у навчанні повинні бути враховані індивідуальні особливості інтелектуального розвитку учня. З іншого боку, інтеграція різних модальностей і дисциплін може задовольнити різні способи пізнання та розуміння, якими володіють учні з різними типами інтелекту. Основне завдання природничих наук – формування цілісних наукових знань, уявлень про єдину наукову картину світу. У статті показано, що наука поєднує процеси диференціації та інтеграції – єдність і цілісність світу, а також його різноманітність, специфічність різних форм матерії. За наслідками проведеного дослідження нами виділена STEM-освіта та проєктні технології навчання як засоби реалізації у навчанні природничих наук диференційованого та інтеграційного підходів. Залишаються проблемними питання підготовки вчителів, здатних реалізувати ці ідеї в умовах STEM орієнтованого середовища освіти.

Ключові слова: *диференціація, інтеграція, природничі науки, STEM, проєктна діяльність, єдина наукова картина світу*

Salnyk Iryna. Differentiation and integration of the learning of natural disciplines are two sides of the single educational process

The development of society determines the formation of such a paradigm of education, which involves the transition to fundamentally new systems of education. Modern education is developing in directions that combine diametrically opposed approaches. This is exactly what happens with science education, which is essentially integrative. On the other hand, learning students with a wide range of abilities requires teachers to come up with innovative ideas and take into account the peculiarities of student development. The problem of combining differentiation and integration in natural education is being updated. The purpose of the article is to highlight the features of the complex implementation of differentiated and integrative approaches in the teaching of natural sciences as the basis of the modern educational environment of a secondary school. The article analyzes the approaches of Ukrainian and foreign researchers who studied the ideas of differentiation and integration and the peculiarities of their implementation in education. We defined the theory of multiple intelligences as a conceptual basis for combining two opposite approaches. According to this theory, individual features of the student's intellectual development should be taken into account in education. On the other hand, the integration of different modalities and disciplines can accommodate the different ways of knowing and understanding possessed by students with different types of intelligence. The main task of natural sciences is the formation of integral scientific knowledge, ideas about a unified scientific picture of the world. The article shows that science combines differentiation and integration: the unity and integrity of the world, as well as its diversity, the specificity of various forms of matter. Based on the results of the

conducted research, we singled out STEM education and project learning technologies as means of implementing differentiated and integrative approaches in the learning of natural sciences. The issue of training teachers capable of implementing these ideas in the conditions of a STEM-oriented educational environment remains problematic.

Key words: *differentiation, integration, natural sciences, STEM, project activity, unified scientific picture of the world.*

Вступ. Диференціація та інтеграція не є чимось новим у теорії та методиці навчання. Впровадження ідей диференційованого та інтегрованого підходів у закладах освіти відбувається досить давно та інтенсивно. Термін «диференціація навчання» чув кожен вчитель ще під час свого навчання у закладі вищої освіти. На практиці вчителі стикаються з проблемою навчання учнів із широким спектром здібностей. Як зазначають дослідники цієї проблеми, вчителі зараз мають справу з рівнем академічного розмаїття у своїх класах, нечуваного десять років тому. В одному класі навчальні здібності учнів можуть варіюватися від вищого рівня до нижчого. Проблема створення рівних умов навчання через упровадження диференційованого підходу стає усе актуальнішою. Шляхом диференціації учитель забезпечує індивідуальну підтримку учням, створює різні завдання й активності, використовує різноманітні методи і підходи, щоб кожен учень зрозумів і оволодів матеріалом у найефективніший спосіб. Водночас, як показує практика, впроваджувати в освітній процес такий підхід прагнуть не усі, оскільки це вимагає додаткової кропіткої праці, вивчення особливостей учнів, врахування їх мотивів та потреб.

З іншого боку, основою сучасної природничо-математичної (STEM) освіти є інтегративний підхід, який представляє собою інтеграцію як об'єднання різнорідних раніше частин (дисциплін, технологій) в єдине ціле на основі встановлення міжпредметних зв'язків між частинами. Цілеспрямована змістовна інтеграція дозволяє встановити міцні зв'язки між навчальними дисциплінами, вносить новизну в традиційну систему навчання, допомагає учням зрозуміти важливість вивчення основ наук як єдиної системи знань. Цей підхід передбачає, що реальний світ і проблеми, з якими стикаються люди, не поділені на вузькі дисциплінарні межі. Інтегроване навчання сприяє розвитку критичного та творчого мислення учнів, формує вміння розв'язувати проблеми в комплексі.

Актуальність пошуку напрямів упровадження у синергетичній єдності диференційованого та інтегративного підходів зумовлена тим, що:

− диференціюючи навчання, вчителі можуть задовольнити індивідуальні потреби учнів у рамках інтегрованого навчання, зокрема природничих наук. Це означає, що, незважаючи на те, що навчальна програма об'єднує різні предмети та концепції, методи викладання та оцінювання можна налаштувати відповідно до різноманітних здібностей, інтересів і стилів навчання учнів;

− поєднання диференціації та інтеграції сприяє формуванню інклюзивного навчального середовища, орієнтованого на учня. Таке середовище визнає індивідуальність учнів, одночасно сприяючи співпраці, критичному мисленню та міждисциплінарному розумінню. Це дозволяє учням глибоко досліджувати теми, встановлювати зв'язки між різними дисциплінами та застосовувати отримані знання в реальних ситуаціях. Такий підхід готує учнів до складнощів сучасного світу, де їм потрібно гнучко мислити, творчо вирішувати проблеми та працювати разом у різних сферах;

− обидва підходи використовуються разом для створення сприятливого навчального середовища, де учні мають можливість розвиватися на своєму рівні та зрозуміти зв'язки між різними аспектами знання, що сприяє індивідуалізації навчання та поглибленому розумінню матеріалу та допомагає учням стати активними та креативними мислителями. Створюється стимулююче навчальне середовище, яке сприяє успіху всіх учнів.

Отже, **метою статті** є висвітлення особливостей комплексної реалізації диференційованого та інтегративного підходів у навчанні природничих наук як основи сучасного навчального середовища закладу загальної середньої освіти.

Методи дослідження. Під час дослідження використовувався комплекс таких методів: аналіз наукової і методичної літератури, дисертаційних досліджень, навчальних програм, підручників і навчальних посібників; узагальнення з метою визначення понятійного апарату дослідження, формулювання висновків, виявлення методичних особливостей реалізації диференційованого та інтегративного підходів.

Результати дослідження. В останні десятиліття проблема запровадження ***диференційованого підходу*** у закладах загальної середньої освіти постала особливо гостро. Зокрема, на нашу думку, це пов'язано із тим, що з року в рік повільно, але неухильно ускладнювалися програми навчальних дисциплін. Повністю ігнорувався відомий закон Ортега-і-Гасета про «ощадність в освіті», котрий вимагав нещадно викидати з програми усе зайве і залишати тільки те, що учень здатний фізично засвоїти і що буде потрібно йому в житті. Сучасні програми середньої школи є настільки перевантаженими, що у своїй сукупності вони просто не можуть бути засвоєні учнями з необхідною повнотою. До того ж, незважаючи на впровадження концепції особистісно орієнтованого навчання, фактично продовжується спрямованість навчального процесу на «середнього» учня. У такій ситуації запровадження технологій диференційованого навчання стає все більш актуальним, оскільки їх спрямованість на індивідуально-типологічні особливості учнів забезпечує формування уміння вчитися, потребу в самоосвіті, сприяє виникненню бажання генерувати ідеї, шукати альтернативні розв'язки стандартних та проблемних ситуацій тощо.

Водночас необхідність диференціації в процесі навчання випливає з практичної потреби впровадження принципів індивідуального підходу, що вимагає врахування різнобічних можливостей учнів (психологічних, фізіологічних, інтелектуальних та ін.).

Означені аспекти, на нашу думку, підносять проблему практичного застосування диференційованого навчання на новий рівень, що вимагає глибшого її дослідження.

Диференціація навчання була темою досліджень багатьох педагогів та науковців у галузі освіти в різні часи. Понад три століття тому Я.А. Коменський із властивою йому проникливістю писав, що той наставник досягне успіху, який буде викладати відповідно до ступеня сприймання. Ще в ті далекі часи геніальний педагог виділяв відмінності в розвитку учнів, вказуючи на необхідність будувати навчальний процес так, щоб концентрувати увагу на наданні допомоги учням під час засвоєння знань.

Проблема диференціації та індивідуалізації навчання особливо зацікавила вчених на початку XX ст. Саме в цей час у США, Англії та в деяких інших країнах Заходу виникали системи індивідуалізованого навчання, що мали своїм завданням забезпечити підготовку активних, ініціативних, енергійних функціонерів держави. З цих систем навчання найбільш поширеним був дальтон-план, при якому уроки скасовувалися, навчальні класи замінювалися предметними «лабораторіями», де кожний учень працював самостійно, виконував тижневі чи місячні завдання відповідно до своїх індивідуальних можливостей, а вчителі виступали в ролі консультантів і контролерів.

Сучасні дослідження диференціації навчання в українській педагогічній науці проводились С. Гончаренком, О. Ляшенком, О. Савченко та багатьма іншими науковцями [1; 2]. Зокрема, О. Савченко [3] розглядає диференціацію як таку організацію роботи на уроці, коли одному учневі або групі вчитель пропонує в певній системі посильні завдання різної складності й тим самим створює сприятливі умови для розвитку та навчання кожного.

Тема залишається актуальною в дослідженнях закордонних науковців. Агенція з навчання та розвитку Великобританії визначає диференціацію як процес, в якому враховуються відмінності між учнями для створення умов, коли усі учні в групі мають *найкращі* (а не середні) шанси на успіх у навчанні [4]. Керол Енн Томлінсон, яка широко відома своєю роботою з диференціації та є автором численних книг на цю тему, підкреслює важливість надання навчальних стратегій, які враховують різноманітні потреби учнів [5].

Важливою працею у вивченні теорії як диференціації, так й інтеграції навчання є дослідження Говарда Гарднера теорії множинного інтелекту. Згідно з цією теорією учні володіють різними типами інтелекту (Гарднер виділив 9 типів), а навчання має бути диференційованим, щоб можна було врахувати ці різноманітні сильні сторони [6]. Дослідження Гарднера мали значний вплив на розуміння та реалізацію диференціації в освіті. Використовуючи теорію Гарднера, вчителі можуть диференціювати навчальну діяльність, щоб пристосуватись до кожного учня та його інтелекту у класі. Це означає, що учні матимуть цілеспрямований досвід навчання, що призведе до вищих рівнів досягнень.

Диференціацію слід розглядати як адаптацію до індивідуальних потреб. Відомо, що диференціація буває різних видів, а саме: профільна та рівнева, внутрішня та зовнішня, гнучка та жорстка.

Що саме може диференціювати вчитель? Як мінімум, чотири елементи навчального процесу, що враховують готовність учнів, їх інтереси та вимоги до навчання: зміст (те, що учень повинен вивчити, доступ до інформації), процес (дії, в яких учень бере участь, щоб засвоїти матеріал), результати (проєкти, роботи, в яких учень повинен показати те, що вивчив в темі), навчальне середовище (умови для плідної роботи усіх учнів) [2].

Якщо говорити про методи диференціації навчання, то таким може стати будь-який з методів навчання. Але експертна думка зводиться до того, що усі методи диференціації на уроках можна розділити на шість основних категорій [7].

1. Завдання. Диференціація за завданнями є одним з найпоширеніших методів. З метою реалізації даного методу вчитель може створювати різні набори завдань залежно від здібностей учнів (Respectful Tasks). На уроках природничих наук це можуть бути завдання, що вимагають використання лише певної групи вмінь теоретичного або експериментального спрямування. Цей метод гарний тим, що дозволяє учням якнайкраще проявити свої здібності, враховуючи їх психологічні особливості (здатність до візуального сприйняття чи аудіосприйняття, сенсорного тощо). Як альтернативний метод використовується один перелік завдань, що поступово ускладнюються. Учні мають можливість працювати над тією групою завдань, яку вони обирають для себе самостійно.

2. Гнучка група (Flexible Grouping). Спільне навчання має багато переваг, наприклад таких, як можливість невпевнених у собі учнів брати активну участь у занятті. Невеликі групи учнів, що мають змішані здібності, дозволяють використовувати на ранніх етапах переваги підтримки однолітків. Учні з вищим рівнем готовності отримують можливість проявити себе як організатори, лідери, що здатні висловлювати свої думки в інтересах усієї групи. На заняттях природничих дисциплін цей метод виправдовує себе в процесі виконання проєктної діяльності, лабораторних робіт, розв'язування експериментальних задач, які є основою інтегративної STEM.

3. Засоби навчання (ресурси). Цей метод опирається на досягнення в галузі технологій, тому він стає більш розповсюдженим. Якщо говорити про сучасні технології навчання, то в багатьох дослідженнях, зокрема і нами, доведено, що використання комп'ютера в навчанні дозволяє врахувати не лише вікові особливості, а й індивідуально-суб'єктивні характеристики учнів, організувати зворотній зв'язок, обрати індивідуальний темп навчання та його напрям, враховувати конкретну педагогічну ситуацію.

Використання різноманітних програмних засобів (наприклад, Algodoo для самостійних експериментальних досліджень) та сучасних засобів (використання учнями можливостей iPad, iPhon, віртуальної та доповненої реальності) дозволяє диференціювати роботу учнів як на уроках, так і вдома, підходити до вивчення теми під різними кутами, використовуючи декілька матеріалів одночасно (прості та складні). Диференціація такого виду дозволяє використовувати широкий спектр матеріалів, інтегрувати сучасні технології в освітній процес для досягнення єдиного результату навчання.

4. Темп навчання. Проведення занять протягом однакового часу незалежно від рівня складності для різних груп учнів приводить до того, що більш успішні учні стримуються у русі, а ті, що менш здібні, не можуть витримати темп уроку. Завдання вчителя полягає у правильному плануванні уроку, коли час використовується гнучко, що дозволяє задовольнити потреби усіх учнів. Учні, що встигають, мають отримувати більш складні завдання, на які витрачатимуть більше часу, розширюючи одночасно свій світогляд та поглиблюючи знання.

5. Діалог та підтримка. Диференціація в діалозі дуже поширена на уроках. За допомогою цієї технології вчитель повинен допомагати учням в розв'язуванні завдань, проблем, визначивши, кому з учнів і яка допомога потрібна. Вербальна підтримка та заохочення відіграють у цьому методі важливу роль. Особливо доцільним нам бачиться запровадження діалогу в процесі пояснення нового матеріалу та під час створення проблемних ситуацій.

6. Постійна оцінка. Вчитель, що запроваджує диференціацію в навчанні, проводить оцінювання не в кінці вивчення теми, а на постійній основі. Ці оцінки він використовує для проведення коригування в плануванні навчального процесу з метою врахування потреб учнів та їх рівня.

Отже, диференціація полягає в тому, що вчитель розуміє, що має справу із групою різних людей та адаптує процес, щоб усі мали рівний доступ до навчання та отримання найвищого результату. Це повинен бути неперервний та гнучкий процес, який враховує не лише результат, але й визнає прогрес учня в навчанні, в своєму удосконаленні, який корегується з метою забезпечення потреб усіх учнів.

Інтеграція означає об'єднання різних предметів, тем або дисциплін в єдину систему, щоб показати зв'язок між ними та створити більш цілісне розуміння знань. Інтегроване навчання може включати спільні проєкти, тематичні модулі або міждисциплінарні підходи до навчання. Цей підхід допомагає учням бачити цілісну картину, розвивати навички міжпредметного зв'язку та застосовувати знання в різних контекстах.

Проблема інтеграції – одна з найстаріших в історії розвитку науки. Ідея про єдність наукових знань знаходила відображення ще в працях мислителів минулих століть (Аристотель, Гегель, Кант, Лейбніц, Платон, Сен-Симон, Фейєрбах), а також у працях багатьох дослідників більш близьких до нас часів. Цією ідеєю користувалися В. Амбарцумян, Л. Берталанфі, М. Вавілов, Н. Вінер, А. Ейнштейн, Д. Менделеєв, І. Павлов, Т. Парсонс, І. Шмальгаузен та ін. [8].

У сучасній педагогічній та методичній науці питання інтегративного підходу в освіті розглядалися такими дослідниками, як Г.В. Бібік (міждисциплінарна інтеграція в підготовці вчителя фізики, 2014), Н.А. Бреднєва (проєктна діяльність в умовах міждисциплінарної інтеграції, 2009 р.), О.І. Єфремова (здійснення інтеграції, генералізації, диференціації в процесі вивчення математики та фізики, 2001), Козловська І.М. (інтегративний підхід до викладання спеціальних дисциплін, 2003), Г.І. Шатковська (інтеграція фізики та хімії, 2007), В. П. Шибаєв (моделювання та організація міждисциплінарної інтеграції, 2008 р.) тощо. Серед закордонних дослідників слід виділити концептуальні праці М. Вуд (2000), Д. Дідс, К. Ален, М. Карделла (2008), Л. Дуер (2008), Б. Елліот, Р. Канакія (2007), Дж. Касей (2010), Б. Кларк (2001), П. Шарма (2018) та інших, в яких розглядаються різні аспекти міждисциплінарної взаємодії у навчанні та впровадження ідей інтегративного підходу. Слід згадати й теорію множинних інтелектів Г. Гарднера, яка не лише стала основою розвитку диференціації, а й вплинула на процеси інтеграції навчання. Дослідження Гарднера показали, що інтеграція різних модальностей і дисциплін може задовольнити різні способи пізнання та розуміння, якими володіють учні з різними типами інтелекту. Отже, ця теорія є основою для розуміння єдності у процесах диференціації та інтеграції навчання.

Педагогічна інтеграція (за М.Г. Іванчук) – це доцільно організований зв'язок однотипних частин і елементів змісту, форм і методів навчання в рамках освітньої системи, що веде до саморозвитку особистості [9].

Інтегративний підхід є методологічним підходом зі своєрідною призмою бачення всього освітнього процесу. Інтегративний підхід забезпечує доцільне об'єднання і синтез компонентів змісту навчання внутрішньопредметного та міжпредметного характеру, їх узагальнення на рівні фактів, понять, теорій, ідей, формування цілісної системи узагальнених знань, способів і видів діяльності.

Інтегративний підхід представляє собою розробку методів діяльності, конструювання складних об'єктів, що розвиваються, та процес їх дослідження на підставі об'єднання в єдине ціле різноманітних властивостей, моделей, концепцій. Об'єктом конструювання та дослідження виступає навчання, що розглядається як система та процес встановлення інтеграційних зв'язків. Таким чином, інтегративний підхід включає інтеграцію як принцип конструювання системи (навчання) та як процес встановлення зв'язків між елементами системи.

Освітній процес – це цілісна система, до складу якої входять усі учасники цього процесу, зв'язок між якими є умовою ефективного її існування. Виходячи з означеного, можемо стверджувати існування та зумовленість єдності диференційованого та інтегративного підходів, яка полягає в тому, що учитель враховує потреби кожного учня, надає індивідуальну підтримку, створює умови для розвитку різних навичок і зв'язків між різними предметами. Це сприяє більш ефективному навчанню, збагачує досвід учнів і розвиває їхній критичний та творчий потенціал. Єдність двох підходів випливає також з того, що диференціація та інтеграція як дві взаємно протилежні тенденції в розвитку науки своєрідно проявляють дію закону єдності та боротьби двох протилежностей у пізнанні. Вони не тільки взаємно не виключають, а й передбачають, зумовлюють і збагачують одна одну, становлячи діалектичну єдність.

Вивчення природничих наук у закладах загальної середньої освіти наразі ґрунтується на засадах STEM. STEM-освіта є інтегративною освітою, що враховує запити кожного учня, різноманіття його здібностей, формує такі навички 21 століття: творчість, креативність, критичність, комунікативність, здатність до самоосвіти тощо [10; 11]. Навчальні заходи інтегрують кожен із компонентів STEM: наука (зокрема, фізика) пояснює поняття, технологія описує використання новітніх технологій, що дозволяє учням реалізувати діяльність, інженерія описує методи, які використовуються для здійснення проєкту, а математика визначає ті математичні вміння, які повинні застосувати учні під час навчальної діяльності. Дисципліни інтегруються для створення проєкту, який застосовує фізику, хімію, біологію до питань повсякденного життя.

Основою такої освіти є проєктна діяльність. Проєктна діяльність у навчанні природничих наук передбачає створення гнучких груп, в яких кожен учень може реалізувати свої здібності на найвищому рівні, оскільки він може обрати той вид діяльності, який для нього цікавий та зрозумілий. Сам процес роботи над проєктом передбачає диференціацію діяльності та інтеграцію знань, ідей, пропозицій учнів.

Основне завдання природничих наук – формування цілісних наукових знань, уявлень про єдину наукову картину світу. Наука поєднує у своїх основах процеси диференціації та інтеграції. Їх єдність є проявом двох закономірностей людського пізнання, визначених філософами. Ідеться про єдність і цілісність світу, а також його різноманітність, специфічність різних форм матерії. Перша тенденція пов'язана з інтеграцією знань, а друга відображає їх диференціацію [8]. Отже, цілком закономірно, що у навчанні природничих дисциплін весь процес відбувається у єдності двох підходів – диференційованого та інтегративного.

Таким чином, поєднання диференціації та інтеграції в освіті забезпечує потужну основу для індивідуалізованого навчання на високому рівні, сприяє міждисциплінарному розумінню основ наук та розвиває необхідні навички для успіху в 21 столітті.

Висновки. Єдність диференціації та інтеграції в освіті полягає в тому, що обидві теорії ставлять перед собою мету покращити процес навчання та розвитку учнів. Ці підходи можуть доповнювати один одного, створюючи більш гнучке та ефективне навчальне середовище.

Диференціація допомагає врахувати індивідуальні потреби учнів, тоді як інтеграція сприяє глибшому розумінню та застосуванню знань. Обидва підходи важливі для створення стимулюючого навчального середовища, яке сприяє успіху учнів. В основі такого середовища повинні бути підходи та технології, які найкраще розкривають потенціал учнів. Єдність диференціації та інтеграції може бути реалізована у змісті освіти, засобах навчання, урізноманітненні форм організації навчання, засобах контролю, технологіях. Ми виділяємо STEM-технології та проєктну діяльність як основні напрями реалізації такого підходу у природничій освіті. Серед основних вимог, що ставляться до сьогоднішнього випускника, виділяють: уміння використовувати нові технології інформації та комунікації; здатність до гнучкості в умовах швидких змін; стійкість перед труднощами; вміння знаходити рішення проблем у нових умовах. STEM як інтегративна технологія дозволяє підготувати випускника до викликів майбутнього та розкрити його потенціал через диференціацію завдань проєкту. Наразі теорія STEM-освіти досить швидко розвивається в Україні. Однак залишаються питання щодо підготовки вчителів, здатних реалізувати ідеї диференціації та інтеграції в умовах STEM орієнтованого середовища освіти, що може стати предметом майбутніх досліджень.

Література:

1. Дидактичні засади диференціації навчання в основній школі : монографія / В.І. Кизенко, Г.О. Васьківська, С.П. Бондар Київ : Педагогічна думка, 2012. 216 с.

2. Сікорський П.І. Теорія і методика диференційованого навчання. Львів : Сполом, 2000. 421 с.

3. Савченко О.Я. Диференціація навчання на всіх етапах уроку. *Сучасний урок у початкових класах.* Київ, 1997. С. 39–57.

4. National curriculum in England: science programmes of study. URL: https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study.

5. Tomlinson C.A. Differentiation of Instruction in the Elementary Grades. ERIC Digest. ERIC Clearinghouse on Elementary and Early Childhood Education. August, 2000. URL: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443572.pdf.

6. Gardner H. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. Basic Books. 2011. 528 p.

7. Сальник І.В. Диференціація навчання фізики – шлях до успіху кожного учня. *Диференціація у шкільній освіті: історичний досвід і сучасні технології :* матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Київ, 16 травня, 2018 р. Київ : Інститут педагогіки, 2018. С. 191–196.

8. Ляшенко О.І. Інтеграція і диференціація – два вектори сучасного освітнього процесу. *Компетентнісно орієнтоване навчання: виклики та перспективи :* збірник матеріалів ІІ Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, м. Київ, 5 березня, 2020 р., Київ : Інститут педагогіки, 2020. С. 88–90.

9. Іванчук М.Г. Психолого-педагогічні основи виховання особистості молодшого школяра в умовах інтегрованого підходу до навчання : дис. ... докт. психол. наук : 19.00.07. Київ, 2005. 473 с.

10. Використання платформи ARDUINO у підготовці вчителів фізики до STEM орієнтованого навчання / І.В. Сальник, Д.В. Соменко, Е.П. Сірик. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2023. Том 95. № 3. С. 124–142. URL: https://doi.org/10.33407/itlt.v95i3.5155.

11. Використання інтерактивних технологій у STEAM-освіті: переваги та виклики / Н.А. Шакун, О.В. Зівенко, І.В. Сальник. *Вісник науки та освіти.* 2023. № 6 (12). С. 646–656. URL: https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-6(12)-646-656.

12. Іванченко Є.А. Сутність і структура поняття «інтеграція». *Педагогічні науки*. 2009. № 1 (52). С. 288–296.

13. Козловська І.М. Теоретичні та методичні основи інтеграції знань учнів професійно-технічної школи : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.04. Київ, 2001. 464 с.

14. Туриця О. Інтеграція та диференціація знань студентів у процесі вивчення хімічних і технологічних дисциплін. *Вісник Львівського університету. Серія педагогічна.* 2012. Вип. 28. С. 65–73.

References:

1. Kyzenko V. I., Vaskivska H. O., Bondar S. P. ta in. (2012). Dydaktychni zasady dyferentsiatsii navchannia v osnovnii shkoli [Didactic principles of differentiation of learning in primary school]: monohrafiia. K.: Pedahohichna dumka.. 216 p. [in Ukrainian]

2. Sikorskyi P.I. (2000) Teoriia i metodyka dyferentsiiovanoho navchannia [Theory and method of differentiated education]. L.: Spolom. 421 p. [in Ukrainian]

3. Savchenko O.Ya. (1997) Dyferentsiatsiia navchannia na vsikh etapakh uroku [Differentiation of learning at all stages of the lesson]. *Suchasnyi urok u pochatkovykh klasakh*. K. P. 39–57. [in Ukrainian]

4. National curriculum in England: science programmes of study. URL: https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study

5. Tomlinson C.A. (2000) Differentiation of Instruction in the Elementary Grades. ERIC Digest. ERIC Clearinghouse on Elementary and Early Childhood Education. August. URL: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443572.pdf

6. Gardner H. (2011) Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. Basic Books. 528 p.

7. Salnyk I.V. (2018) Dyferentsiatsiia navchannia fizyky – shliakh do uspikhu kozhnoho uchnia [Differentiation of physics education is the way to success for every student]. *Dyferentsiatsiia u shkilnii osviti: istorychnyi dosvid i suchasni tekhnolohii*. Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (16 travnia, 2018 r., m. Kyiv). K.: Instytut pedahohiky. P. 191-196. [in Ukrainian]

8. Liashenko O.I. (2020) Intehratsiia i dyferentsiatsiia – dva vektory suchasnoho osvitnoho protsesu [Integration and differentiation are two vectors of the modern educational process]. *Kompetentnisno oriientovane navchannia: vyklyky ta perspektyvy*: zbirnyk materialiv II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (5 bereznia, 2020 r., m. Kyiv). K.: Instytut pedahohiky. P. 88-90 [in Ukrainian]

9. Ivanchuk M.H. (2005) Psykholoho-pedahohichni osnovy vykhovannia osobystosti molodshoho shkoliara v umovakh intehrovanoho pidkhodu do navchannia [Psychological and pedagogical foundations of personality education of a junior high school student in the conditions of an integrated approach to education] (dys. ... doktora psykhol. nauk). Kyiv. [in Ukrainian]

10. Salnyk I.V., Somenko D.V., Siryk E.P. (2023) Vykorystannia platformy ARDUINO u pidhotovtsi vchyteliv fizyky do STEM oriientovanoho navchannia [Using the ARDUINO platform in the preparation of physics teachers for STEM-oriented teaching]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, T 95. № 3. P. 124–142. URL: https://doi.org/10.33407/itlt.v95i3.5155 [in Ukrainian]

11. Shakun N.A., Zivenko O.V., Salnyk I.V. (2023) Vykorystannia interaktyvnykh tekhnolohii u STEAM-osviti: perevahy ta vyklyky [Using interactive technologies in STEAM education: advantages and challenges]. *Visnyk nauky ta osvity*, № 6(12). P. 646-656. https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-6(12)-646-656 [in Ukrainian]

12. Ivanchenko Ye.A. (2009) Sutnist i struktura poniattia “intehratsiia” [The essence and structure of the concept of "integration"]. *Pedahohichni nauky*, № 1(52), P. 288-296. [in Ukrainian]

13. Kozlovska I.M. (2001) Teoretychni ta metodychni osnovy intehratsii znan uchniv profesiino-tekhnichnoi shkoly [Theoretical and methodical bases of knowledge integration of vocational school students]. (dys. ... doktora ped. nauk). Kyiv. [in Ukrainian]

14. Turytsia O. (2012) Intehratsiia ta dyferentsiatsiia znan studentiv u protsesi vyvchennia khimichnykh i tekhnolohichnykh dystsyplin [Integration and differentiation of students’ knowledge in the process of studying chemical and technological disciplines]. *Visnyk Lviv. un-tu. Seriia pedahohichna*. Vyp. 28. P. 65–73. [in Ukrainian]