

УДК 378.016:53

DOI <https://doi.org/10.32782/apv/2021.6.26>

Анатолій СІЛЬВЕЙСТР

доктор педагогічних наук, професор кафедри фізики і методики навчання фізики, астрономії, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, Україна, 21001

ORCID: 0000-0002-3633-3910

Микола МОКЛЮК

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики і методики навчання фізики, астрономії, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, Україна, 21001

ORCID: 0000-0002-8717-5940

Бібліографічний опис статті: Сільвейстр, А., Моклюк, М. (2021). Реалізація міждисциплінарних зв'язків під час вивчення фізики в системі підготовки студентів хімічних і біологічних спеціальностей педагогічних університетів. *Acta Paedagogica Volynienses*, 6, 168–174, doi: <https://doi.org/10.32782/apv/2021.6.26>

**РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ЗВ'ЯЗКІВ
ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ У СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ХІМІЧНИХ
І БІОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ПЕДАГОГІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ**

У статті розглядається реалізація міждисциплінарних зв'язків під час вивчення фізики у системі підготовки студентів хімічних і біологічних спеціальностей педагогічних університетів. З'ясовано, що реалізація міждисциплінарних зв'язків сприяє систематизації, глибини та міцності знань, допомагає студентам бачити цілісну картину світу. Водночас підвищується ефективність освітнього процесу, забезпечується можливість наскрізного застосування знань, умінь, навичок, які студенти здобувають на заняттях як з фізики та дисциплін хімічного та біологічного спрямування. Такий міждисциплінарний підхід у певному сенсі допомагає в опануванні тією чи іншою міждисциплінарною теорією та сприяє подальшому вдосконаленню освітнього процесу у закладах вищої освіти.

Встановлено, що необхідність здійснення міждисциплінарних зв'язків у закладах вищої освіти як дидактичної умови приводить до підвищення якості знань студентів та їх ролі у розвитку діалектичного мислення студентів, що не викликає сумніву. Дослідження показали, що немає єдиної інтерпретації понять законів, теорій, загальних для циклу природничих дисциплін, та наступності у їхньому формуванні. Слабке відображення у них взаємозв'язку між явищами природи призводить до того, що знання студентів із дисциплін природничо-наукового циклу виявляються розрізненими. Тому у студентів відсутнє наукове розуміння закономірностей розвитку навколишнього світу, уміння комплексно застосовувати знання, отримані ними щодо основ природничих наук у закладах вищої освіти. Розкриття міждисциплінарних зв'язків може відіграти вирішальну роль у подоланні низки недоліків в умовах сучасної системи вивчення курсу фізики у поєднанні з основами природничих наук у закладах вищої освіти, сприятиме розвитку у студентів предметних і професійних компетентностей, а отже, їх формуванню як майбутніх педагогів.

Ключові слова: курс фізики, міждисциплінарні зв'язки, студенти, інтеграція, освітній процес.

Anatolii SILVEISTR

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor at the Department of Physics and Methods of Teaching Physics, Astronomy, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskiy State Pedagogical University, Ostrozkoho str., 32, Vinnytsia, Ukraine, 21001

ORCID: 0000-0002-3633-3910

Mykola MOKLIUK

Ph.D. in Pedagogical Sciences, Associate Professor at the Department of Physics and Methods of Teaching Physics, Astronomy, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskiy State Pedagogical University, Ostrozkoho str., 32, Vinnytsia, Ukraine, 21001

ORCID: 0000-0002-8717-5940

To cite this article: Silveistr, A., Mokliuk, M. (2021). Realizatsiia mizhdystsyplinarnykh zviazkiv pid chas vvychennia fizyky v systemi pidhotovky studentiv khimichnykh i biolohichnykh spetsialnostei pedahohichnykh universytetiv [Implementation of interdisciplinary relations during the study of physics in the system of training students of chemical and biological specialist specialists]. *Acta Paedagogica Volynienses*, 6, 168–174, doi: <https://doi.org/10.32782/apv/2021.6.26>

IMPLEMENTATION OF INTERDISCIPLINARY RELATIONS DURING THE STUDY OF PHYSICS IN THE SYSTEM OF TRAINING STUDENTS OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL SPECIALIST SPECIALISTS

The article considers the implementation of interdisciplinary links in the study of physics in the system of training students of chemical and biological specialties of pedagogical universities. It was found that the implementation of interdisciplinary links contributes to the systematization, depth and strength of knowledge, helps students see a holistic picture of the world. At the same time, the efficiency of the educational process increases, the possibility of end-to-end application of knowledge, skills, abilities, which students acquire in both physics and chemical and biological disciplines, is provided. Such an interdisciplinary approach, in a sense, helps to master one or another interdisciplinary theory and contributes to the further improvement of the educational process in higher education institutions.

It is established that the need for interdisciplinary links in higher education institutions as a didactic condition leads to improving the quality of students' knowledge and their role in the development of students' dialectical thinking, which is beyond doubt. Research has shown that there is no single interpretation of the concepts of laws, theories common to the cycle of natural sciences and continuity in their formation. Weak reflection in them of the relationship between natural phenomena leads to the fact that students' knowledge of the disciplines of the natural sciences is divided. Therefore, students lack a scientific understanding of the laws of development of the world around them, the ability to comprehensively apply the knowledge they received on the basics of natural sciences in higher education. Disclosure of interdisciplinary links will help to play a crucial role in overcoming a number of shortcomings in the modern system of studying physics combined with the basics of natural sciences in higher education, will promote the development of students' subject and professional competencies and thus their formation as future teachers.

Key words: physics course, interdisciplinary relations, students, integration, educational process.

Актуальність проблеми. Зв'язок між навчальними дисциплінами є насамперед відображенням об'єктивно існуючого зв'язку між окремими науками і зв'язку наук із технікою, із практичною діяльністю людей. Необхідність зв'язку між навчальними дисциплінами диктується також дидактичними принципами навчання, виховними завданнями закладів вищої освіти (ЗВО), зв'язком навчання із життям, підготовкою студентів до практичної діяльності.

Реалізація міждисциплінарних зв'язків допомагає формуванню у студентів цілісного уявлення про явища природи і взаємозв'язки між ними, тому робить знання практично більш значущими та застосовними. Це допомагає студентам застосовувати знання та вміння, які вони набули під час вивчення суміжних дисциплін, у конкретних ситуаціях у майбутній виробничій, науковій діяльності та суспільному житті. Саме тому міждисциплінарні зв'язки є важливою умовою і результатом комплексного підходу до освітнього процесу студентів.

Цілеспрямована реалізація міждисциплінарних зв'язків сприяє інтенсифікації освітнього процесу, підвищенню мотивації навчання, роз-

витку пізнавального інтересу, формуванню умінь порівнювати, аналізувати та робити аргументовані висновки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Реалізацію міждисциплінарних зв'язків розглядали у працях Є.С. Барбіна, М.Н. Берулава, А.П. Біляєва, М.Ф. Борисенко, Г.Н. Варковацька, В.С. Єлагіна, І.М. Козловська, А.С. Макаренко, Ю.І. Мальований, Є.С. Мінченко, Є.Б. Петрова, В.А. Семиченко, А.В. Степанюк, Н.В. Стучинська, К.Д. Ушинський, О.А. Яворук та інші. У роботах наведений аналіз сучасного розуміння проблеми реалізації міждисциплінарних зв'язків. Практично всі ці автори вказують на актуальність цієї проблеми не лише для закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО), але і для ЗВО.

В основному думка вищезазначених авторів спрямована на те, що міждисциплінарні зв'язки значною мірою здатні формувати єдину наукову картину світу та показувати єдність матерії. На основі цього легко можна зрозуміти та вибрати фундаментальні поняття, що пов'язують в єдине ціле всі явища природи. Тобто аналіз робіт наведених авторів показує, що формування основних фізичних

понять доцільно здійснювати не відокремлено, а в системі природничих понять.

Мета дослідження – теоретичне обґрунтування доцільності здійснення міждисциплінарних зв'язків під час вивчення фізики у системі підготовки студентів хімічних і біологічних спеціальностей педагогічних університетів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Нині існують дві тенденції вивчення природничих наук: перша – диференціація наук, друга – інтеграція наук, яка останнім часом все активніше обговорюється в наукових та освітянських спільнотах.

Диференціація науки має свою позитивну сторону, оскільки дає можливість детально вивчити окремі фрагменти реальності, але в цьому разі втрачається загальний, єдиний погляд на навколишній світ, що посилюється стрімким розвитком різних наук, кожна з яких робить свій внесок у створення відокремлених один від одного фрагментів загальної картини світу (Дубицкая, 2016, 14).

В основі інтеграції наук лежить прагнення вчених сформуванню єдиний погляд на навколишню природу, побудувати для людини єдину картину навколишнього світу. Проте сучасний стан педагогічної дійсності показує, що в закладах освіти існує монопредметний підхід до вивчення природничих дисциплін, коли кожна дисципліна вивчається окремо, що не сприяє формуванню у студентів цілісних уявлень про навколишній світ і місце людини у цьому світі (Дубицкая, 2016, 14). Інтеграція природничо-наукової освіти передбачає використання впродовж усього навчання загальнонаукових понять, законів, теорій, принципів, які є стрижневими (Дубицкая, 2016, 16).

Очевидно, що інтеграція освітнього процесу є одним із чинників оптимізації навчального процесу. Необхідність здійснення міждисциплінарної інтеграції, яка набагато ширша за міждисциплінарні зв'язки, впливає з їх педагогічних, філософських і психологічних значень для вдосконалення освітнього процесу. Міждисциплінарні зв'язки – це відображення у змісті навчальних дисциплін тих діалектичних взаємозв'язків, які об'єктивно діють у природі і пізнаються сучасними науками. Інтеграція ж змінює не лише зв'язок, але й взаємопроникнення окремих навчальних дисциплін. Використання інтеграційних зв'язків

у вивченні будь якої дисципліни має особливо важливе значення для вивчення фізики у ЗВО. По-перше, сучасна фізика – це фундаментальна наука, на якій ґрунтуються майже всі науки про природу та технічні. Прогрес фізики нерозривно пов'язаний із досягненнями інших наук про природу та із прогресивним розвитком техніки. По-друге, дія законів фізики виходить за межі власне фізики і проявляється в інших природничих науках, таких як хімія, біологія тощо (Шатковська, 2007, 1). По-третє, на вивчення фізики у студентів нефізичних спеціальностей відводиться мала кількість годин. Таким чином, формування природничо-наукових знань студентів на основі реалізації інтеграційних підходів із фізики, хімії і біології є актуальним.

Міждисциплінарна інтеграція покликана посилити узагальнюючий характер процесу навчання, активізувати його пошукову спрямованість, розширити ділові контакти між суб'єктами процесу освіти (Толмачева, 2020). У цьому полягає основна необхідність реалізації міждисциплінарних зв'язків.

Проблема реалізації міждисциплінарних зв'язків у сучасній освіті зумовлена низкою факторів (Баженова, 2020):

1) прискоренням темпів науково-технічного прогресу, що підвищує вимоги щодо змісту навчання студентів, збільшення обсягу навчальної інформації;

2) процесом інтеграції наукового знання, відображення якого є освіта «гібридних» або «зв'язуючих» наук, що синтезують поняття, закони та теорії двох, а іноді й трьох близьких галузей науки;

3) посиленням ролі інформаційних технологій у проведенні навчального процесу як у школі, так і у ЗВО;

4) необхідністю проведення освітнього процесу у контексті екологічного виховання студентів, прищеплення їм дбайливого ставлення до природи.

На думку дослідників (Волобуєва, 2015; Голиков, 2010), міждисциплінарність охоплює підходи і методи різних дисциплін. Міждисциплінарність можна визначити як сукупність цих дисциплін і наявність між ними певних зв'язків. Міждисциплінарні зв'язки є принципом дидактики, що об'єднує знання з різних дисциплін у цілісну систему через методично обґрунтоване використання та дає змогу охо-

пити всі аспекти предмета, явища або процесу, а також забезпечити поступовість в освіті.

З погляду змісту міждисциплінарних зв'язків фізики з іншими науками, зокрема природничими (хімія, біологія), то вони зумовлені наявністю базових компонентів загальної дисциплінарної галузі (в різних поєднаннях). Можна відзначити, що вивчення сучасної фізичної науки ставить завдання розвитку високотехнологічних процесів не лише у своїй предметній галузі, але й у природничих науках загалом, зокрема у хімії та біології. Це в свою чергу забезпечує передумови до вдосконалення міждисциплінарних зв'язків, що сприятиме використанню фізичних методів у подальших дослідженнях природничих наук та розвитку наукової теорії загалом.

Тобто студенти нефізичних природничих спеціальностей мають спільні цілі підготовки з фізики, головним серед яких є освоєння фундаментальної складової дисципліни «Фізика» та набуття умінь застосовувати отримані знання для вирішення професійних завдань. Ці завдання можуть лежати як у галузі наукових досліджень, так і у викладацькій діяльності (Петрова, 2010, 14).

Важливе значення для реалізації освітньої й розвивальної функцій у педагогічному ЗВО має навчання загальної фізики у студентів хімічних і біологічних спеціальностей. Це пов'язано з тим, що у змісті навчальних дисциплін цих спеціальностей є відображення тих діалектичних взаємозв'язків, які об'єктивно діють у природі й пізнаються сучасними науками. У певні часові періоди різні науки роблять кожна свій специфічний внесок у формування природничо-наукових знань студента й можуть стати тим плацдармом, на якому раніше формуються ті чи інші сторони більш високих ступенів мислення (Рубинштейн, 2002, 372).

Міждисциплінарні зв'язки природничо-наукових дисциплін, що спрямовані на формування у студентів умінь встановлювати зв'язки між знаннями різних систем, зміцнюють не лише взаємозв'язок, але й взаємопроникнення окремих навчальних дисциплін. Також сприяє системному й цілісному пізнанню світу, яке є однією з умов, що забезпечує розумовий розвиток студентів (розвиток хімії і біології базується на знаннях фізичних явищ; досягнення фізики й сучасної техніки неможливі без сучас-

них матеріалів, які отримують у результаті досягнень хімії; біологія досліджує фізичні та хімічні процеси в живих організмах). Знання суміжних дисциплін розширюють межі можливостей студентів відштовхуватися від відомого, тобто швидше й ефективніше знаходити шлях до продуктивного засвоєння нового. Навчання студентів самостійно переносити знання з однієї дисципліни в іншу, як правило, вимагає найвищого рівня їх узагальнення й найбільшої продуктивності і самостійності. Міждисциплінарні зв'язки з фізики, хімії і біології допомагають формувати природничо-наукові знання про явища і цілісні об'єкти природи, будову, загальні властивості та закони руху матерії, про склад, будову й властивості речовин тощо. Цьому виду діяльності вчителі ЗЗСО та викладачі ЗВО природничо-наукових дисциплін довгий час не надавали належної уваги, але останнім часом принцип активного, пошуково-творчого навчання, який уже став загальноновизнаним, починає застосовуватися і на практиці.

Міждисциплінарний підхід в освітній діяльності у системі підготовки студентів хімічних і біологічних спеціальностей із фізики спрямований на забезпечення цілісності професійно-особистісного зростання майбутніх фахівців. Цей підхід покликаний посилити узагальнюючий характер навчання, активізувати його пошукову спрямованість, розширити ділові контакти між суб'єктами освітнього процесу.

Такі науки, як фізика, хімія і біологія, не можуть розвиватися ізольовано одна від одної. Тому деякі явища або деякі дисципліни можуть бути об'єктом вивчення цих наук. Оскільки навчальні дисципліни з фізики, хімії і біології будуються в основному за логікою поєднання цих наук, то вони повинні відображати об'єктивні зв'язки різних форм руху матерії, що існують у природі. Як відомо, фізика, хімія та біологія включають загальні методологічні, фундаментальні наукові ідеї, закони та принципи (збереження матерії та енергії, періодичності, відносності, причинності, системності, симетрії).

Курс загальної фізики студентами цих спеціальностей вивчається протягом першого семестру. Як правило, ці студенти, на жаль, не складають зовнішнього незалежного оцінювання з фізики та, відповідно, мають невисокий рівень знань із дисципліни. Відповідно, фізичні

знання та закони зі складнощами використовують у подальшому у вивченні фахових дисциплін. Тому вже з першого семестру необхідно розвивати у студентів науковий спосіб мислення, використовуючи педагогічні прийоми. Відповідно до освітньої професійної програми необхідно також здійснювати формування основ фізичної компетентності студентів цих спеціальностей, що є однією з основних проблем під час вивчення фізики у педагогічному ЗВО. Сучасна вища освіта має формувати універсальну систему знань, навичок, досвід творчої роботи та особистої відповідальності студентів.

Реалізація міждисциплінарних зв'язків на практиці у викладача ЗВО викликає ще чимало труднощів: як організувати пізнавальну діяльність студентів, щоб вони хотіли та вміли встановлювати зв'язки між знаннями з різних навчальних дисциплін; як викликати у них пізнавальний інтерес до світоглядних питань науки. Все це говорить про необхідність дослідження методики використання міждисциплінарних зв'язків у навчанні природничих наук як у ЗВО, так і в ЗЗСО (Ібраєва, Абдуліна, 2019).

За словами автора праці (Комаров, 2015, 20–21), реалізація міждисциплінарних зв'язків на методологічному рівні, на процесуальній основі створює умови для цілеспрямованої підготовки студентів до сприйняття різних навчальних дисциплін як єдиного цілого, що пізнається на основі та за допомогою єдиного механізму пізнавального процесу. Отже, мозаїчна структура єдиної картини світу «закріплюється» єдиним механізмом пізнавального процесу. Разом із тим необхідно відзначити думку про неможливість пізнання навколишнього світу в межах однієї науки, а стосовно освітнього процесу – в межах однієї навчальної дисципліни. Тим самим підкреслюється об'єктивна необхідність і важливість усіх наук, всіх навчальних дисциплін у здобутті якісної, фундаментальної освіти. Тобто під час такого підходу демонструється єдність механізмів пізнавального процесу, що створює умови активної реалізації міждисциплінарної взаємодії на методологічному рівні.

Реалізація міждисциплінарних зв'язків без цілеспрямованого формування інструментарію пізнавального процесу, його методоло-

гічного складника може створити нові способи мислення. Змістовні міждисциплінарні зв'язки лише створюють первинні умови для побудови подальшого цілеспрямованого процесу із формування методологічних засад пізнавального процесу. Узагальнений характер способів розумової діяльності забезпечує широке перенесення, яке є показником розумового розвитку студента та формується на основі міждисциплінарних зв'язків у пізнавальному процесі. Здатність студента піднятися на рівень міждисциплінарного узагальнення є тим фактом перенесення знань і з однієї навчальної дисципліни в іншу, що насамперед створює спосіб впливу, який характеризує продуктивність його пізнавальної діяльності (Комаров, 2015: 15).

Послідовна, систематична реалізація міждисциплінарних зв'язків в освітньому процесі значно підсилює його загальну ефективність, а разом із тим позитивно впливає на формування природничо-наукових знань, різнобічний розвиток студентів. Міждисциплінарні зв'язки не ліквідують специфіку фізичних, хімічних, біологічних наук, а лише збагачують їх теорії і методи пізнання природи, не порушуючи притаманної для них своєрідності. Як зазначає автор праці (Левашова, 2008), введення у курс біології елементів фізики і хімії не перетворює її ні в біохімію, ні в біофізику, а лише збагачує біологічний зміст цього курсу, підвищує його науковість і дає можливість студентам глибше зрозуміти своєрідність усіх процесів життєдіяльності організмів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Використання розмаїття форм, методів і засобів навчання під час вивчення природничих наук сприяє інтеграції різнопредметних знань. Цей процес відбувається завдяки міждисциплінарним зв'язкам. За їх допомогою, наприклад викладач фізики з викладачами хімії і біології впроваджує цілеспрямоване розв'язання комплексу завдань, що сприяє формуванню природничо-наукових знань студентів. Тому вирішення проблеми розвитку природничо-наукових знань студентів під час вивчення дисциплін природничо-наукового циклу засобами міждисциплінарних зв'язків є перспективним для сучасної дидактики.

У перспективі подальшим нашим дослідженням бачимо розв'язання проблеми між-

дисциплінарності зв'язків під час вивчення 014 Середня освіта, предметної спеціальності
загальної фізики у студентів спеціальності 014.15 Середня освіта (Природничі науки).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Баженова И.И. Реализация межпредметных связей при обучении физике в общеобразовательной школе. *Тенденции развития науки и образования*. 2020. № 64–4. С. 17–21.
2. Волобуєва О.Ф. Міждисциплінарні (міжпредметні) зв'язки під час підготовки майбутнього фахівця: психологічний аспект. *Збірник наукових праць Національної академії державної прикордонної служби України. Серія: Психологічні науки*. 2015. № 1. С. 26–42.
3. Голиков А.Г. Междисциплинарность. Категории. Историческая методология [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0132359>
4. Дубицкая Л.В. Методическая система подготовки учителя к реализации педагогической интеграции в естественнонаучном образовании учащихся средней школы: автореферат дис. ... доктора педагогических наук. Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2016. 42 с.
5. Ибраева Л.С., Абдуллина А.Д. Взаимосвязь физики и химии в процессе обучения химии в ВУЗе и в школе. *Вестник Казахского гуманитарно-юридического инновационного университета*. 2019. № 3(43). С. 152–156.
6. Комаров Б.А. Развитие современного школьного физического образования в условиях реализации междисциплинарного взаимодействия: автореферат дис. ... доктора педагогических наук. СПб. : ООО «Фора-принт», 2015. 36 с.
7. Левашова В.М. Міжпредметні зв'язки природничих дисциплін як засіб формування наукового світогляду школярів. *Вісник національного технічного університету України «Київський політехнічний інституту» [збірник наукових праць] / Серія: Філософія. Психологія. Педагогіка*. Київ: Політехніка, 2008. № 1(22). С. 154–158.
8. Петрова Е.Б. Профессионально направленная методическая система подготовки по физике студентов естественнонаучных специальностей педагогических вузов: автореферат дис. ... доктора педагогических наук. М. : МПГУ, 2010. 40 с.
9. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб. : Питер, 2002. 720 с.
10. Толмачева Н.А., Кузовова Н.Л. Междисциплинарные связи в процессе естественнонаучных дисциплин. *Наука, общество, культура: проблемы и перспективы в современном мире: сб. статей III Международной научно-практической конференции*. 2020. С. 21–25.
11. Шатковська Г.І. Науково-методичні засади інтеграції знань з фізики і хімії студентів вищих навчальних закладів І–ІІ рівнів акредитації технічно-технологічного профілю: автореф. дис. ... кандидата педагогічних наук. К., 2007. 24 с.

REFERENCES:

1. Bazhenova I.I. (2020) Realizatsiya mezhpredmetnykh svyazey pri obuchenii fizike v obsheobrazovatelnoy shkole [Implementation of interdisciplinary connections in teaching physics in a comprehensive school]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*, № 64–4, 17–21. (in Russian)
2. Volobueva O.F. (2015) Mizhdystsyplinarni (mizhpredemtni) zviazky pid chas pidhotovky maibutnoho fakhivtsia: psykholohichni aspekt [Interdisciplinary connections during the training of future specialists: psychological aspect]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoi akademii derzhavnoi prykordonnoi sluzhby Ukrainy*. Seria: Psykholohichni nauky, №1, 26–42. (in Ukrainian)
3. Golikov A.G. (2010) Mezhdistsiplinarnost. Kategorii. Istoricheskaya metodologiya [Interdisciplinary. Categories. Historical methodology]. *Elektronnyy resurs*, Rezhim dostupa: <https://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0132359> (in Russian)
4. Dubitskaya L.V. (2016) Metodicheskaya sistema podgotovki uchitelya k realizatsii pedagogicheskoy integratsii v estestvennonauchnom obrazovanii uchaschihsya sredney shkoly [Methodological system of teacher training for the implementation of pedagogical integration in the natural science education of secondary school students] : avtoreferat dis. ... doktora pedagogicheskikh nauk. Ulan-Ude : Izd-vo VSGUTU, 42. (in Russian)
5. Ibraeva L.S., Abdullina A.D. (2019) Vzaimosvyaz fiziki i himii v protsesse obucheniya himii v VUZe i v shkole [The relationship between physics and chemistry in the process of teaching chemistry at the university and in schools]. *Vestnik Kazhskogo gumanitarno-yuridicheskogo innovatsionnogo universiteta*. № 3(43), 152–156. (in Russian)
6. Komarov B.A. (2015) Razvitie sovremennogo shkolnogo fizicheskogo obrazovaniya v usloviyah realizatsii mezhdistsiplinarnogo vzaimodeystviya [The development of modern school physics education in the context of the implementation of interdisciplinary interaction] : avtoreferat dis. ... doktora pedagogicheskikh nauk. SPb. : ООО «Fora-print», 36. (in Russian)

7. Levashova V.M. (2008) Mizhpredmetni zviazky pryrodnych dystryplin yak zasib formuvannia naukovoho svitohliadu shkoliariv [Interdisciplinary links of natural sciences as a means of forming the scientific worldview of students]. Visnyk natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy «Kyivskiy politekhnichnyi instytutu» [zbirnyk naukovykh prats] / Serii: Filosofiia. Psykholohiia. Pedagogika. Kyiv : Politekhnik, № 1(22), 154–158. (in Ukrainian)
8. Petrova E.B. (2010) Professionalno napravlenaya metodicheskaya sistema podgotovki po fizike studentov estestvennonauchnykh spetsialnostey pedagogicheskikh vuzov [Professionally directed methodological system of training in physics for students of natural science specialties of pedagogical universities] : avtoreferat dis. ... doktora pedagogicheskikh nauk. M. : MPGU, 40. (in Russian)
9. Rubinshteyn S.L. (2002) Osnovy obschey psihologii [Foundations of general psychology]. SPb. : Piter, 720. (in Russian)
10. Tolmacheva N.A., Kuzovova N.L. (2020) Mezhdistsiplinarnyye svyazi v protsesse estestvennonauchnykh distsiplin [Interdisciplinary relations in the process of natural science disciplines]. Nauka, obshchestvo, kultura: problemy i perspektivy v sovremennom mire: sb. statey III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konfrentsii, 21–25. (in Russian)
11. Shatkovska H.I. (2007) Naukovo-metodychni zasady intehratsii znan z fizyky i khimii studentiv vyshchyykh navchalnykh zakladiv I–II rivniv akredytatsii tekhnichno-tekhnolohichnoho profilu [Scientific and methodological principles of integration of knowledge in physics and chemistry of students of higher educational institutions of I–II levels of accreditation of technical and technological profile] : avtoref. dys. ... kandydata pedagogichnykh nauk. K., 24. (in Ukrainian)