

РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПРИ ВИВЧЕННІ АНІМАЦІЇ У ТРИВИМІРНОМУ ГРАФІЧНОМУ РЕДАКТОРІ М. ОДЕСА

Анатолій Яновський

кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри прикладної математики та інформатики

ДЗ «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», вул. Старопортофранківська, 26, Одеса, Україна, 61005, a.o.yanovski@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9893-9475

Лариса Яновська

кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри всесвітньої історії та методології науки

ДЗ «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського» вул. Старопортофранківська, 26, Одеса, Україна, 61005, larisayanovskaya@ukr.net

ORCID: 0000-0003-3275-0730

У статті розглянуто проблему реалізації міжпредметних зв'язків при вивченні анімації у тривимірному графічному редакторі, розкрито сутність міжпредметних зв'язків їх потенціал та функції у контексті використання їх на уроках інформатики. Метою статті є теоретичне обґрунтування та апробація реалізації міжпредметних зв'язків при вивченні анімації у тривимірному графічному редакторі на прикладі теми математичного маятника. Запропонований приклад реалізації міжпредметних зв'язків, для прикладу був обраний зв'язок з фізикою тому, що у фізиці особлива увага приділяється вивченню фізичних та технічних систем, де значний ефект може дати використання комп'ютерного експерименту. Саме моделювання фізичного процесу математичного маятника привернуло нашу увагу, як яскравого комп'ютерного експерименту з реалізації міжпредметних зв'язків. Оскільки вивчення 3D графіки почалося відносно недавно, є багато прогалин, які не висвітлювалися у наукових дослідженнях. Зокрема, тема реалізації міжпредметних зв'язків під час вивчення теми анімації у тривимірному графічному редакторі. Під час дослідження ми дійшли висновків, що реалізація міжпредметних зв'язків при вивченні анімації у тривимірному графічному редакторі дозволила активізувати пізнавальну активність учнів, завдяки використанню знань з фізики та демонстрації можливостей імітації фізичних явищ, завдяки математичним розрахункам у тривимірному графічному редакторі. Це дозволило згадати основні визначення з теми математичного маятника, створити власну анімацію з математичним маятником, урахувавши всі обов'язкові атрибути. Особливо важливо було зробити візуально-естетичне відео з максимальною деталізацією, щоб розкрити не лише потужні можливості тривимірного графічного редактору з імітації фізичних властивостей об'єктів, але й показати практичне застосування анімації у різноманітних ситуаціях тривимірної анімації.

Ключові слова: міжпредметні зв'язки, інформатика, тривимірний графічний редактор, анімація.

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, призводить до перегляду програм та програмних засобів навчання у закладах загальної середньої освіти. Одними з таких став розділ 3D графіки та програмні засоби тривимірних графічних редакторів. Саме за допомогою потужних тривимірних графічних редакторів, які включають в себе безліч функцій з моделювання тривимірних об'єктів, їх анімації можна реалізовувати яскраві, захоплюючі міжпредметні зв'язки під час викладання на уроках інформатики розділу 3D графіка. Найбільш доцільно реалізовувати міжпредметні зв'язки на уроках інформатики з розділу 3D графіка з таких предметів, як-от: математика, геометрія, фізика,

це зумовлено тим, що тривимірний графічний редактор побудований на точних розрахунках і включає в себе імітацію фізичних процесів, але це перш за все графічний редактор, тому немає обмежень для конкретних предметів. У статті, як приклад, розглянуто реалізацію міжпредметних зв'язків на уроках інформатики з теми анімація на прикладі теми математичній маятник з предмету фізика, оскільки імітація фізичних процесів це одна із складних функцій тривимірного графічного редактору.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемою реалізації міжпредметних зв'язків займалося багато науковців, так методичні особливості реалізації міжпредметних зв'язків розглядали О. Барановська, С. Богомаз-Назарова,

Г. Бібік, О. Василюк, М. Жалдак [1], Т. Задорожня [2], І. Курач, Н. Морзе [3], З. Слєпкань, С. Ткаченко, Ю. Триус та ін. Питання організації навчання на основі міжпредметних зв'язків досліджували Т. Війчук, І. Зверєва, Є. Коростельова, Л. Момот, О. Савченко, Н. Самарук, С. Рибак, Н. Тарарак, М. Харченко [4], В. Шарко та ін.. Натомість досі недостатньо розглянута проблематика реалізації міжпредметних зв'язків при вивченні анімації у тривимірному графічному редакторі, хоча тема активно вивчається у загальноосвітній середній школі за оновленою програмою.

Метою статті є теоретичне обґрунтування та практична реалізація міжпредметних зв'язків при вивченні анімації у тривимірному графічному редакторі на прикладі теми математичного маятника.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відповідно до мети і завдань дослідження використано комплексну методику, яка охоплює такі методи: теоретичні (аналіз дидактичних, методичних і технічних джерел для визначення наукового апарату, розроблення комп'ютерного експерименту з математичним маятником; моделювання – для обґрунтування і побудови моделі застосування міжпредметного завдання на уроці інформатики; метод теоретичного аналізу та синтезування – у процесі розроблення методики дослідження; емпіричні – метод спостереження на всіх етапах дослідження, бесіди, інтерв'ювання; аналіз продуктів діяльності учнів.

Зростання рівня інтеграційних процесів між науками, та переваги інтеграції між предметами зумовило зростання реалізації міжпредметних зв'язків у системі освіти. Міжпредметні зв'язки – це узгодженість між навчальними предметами, що дає змогу розглядати факти і явища реальної дійсності з різних точок зору, з позицій різних навчальних предметів. Сукупність знань з різних навчальних предметів розкриває зв'язки, що виявляються в дійсності. Нерідко одні й ті самі факти, явища різні науки вивчають з різних точок зору, в різних аспектах. Пізнання цих зв'язків важливе для формування наукового світогляду школярів [5].

Науковець Є. Коростельова вбачала потенціал міжпредметних зв'язків у підвищенні практичної й науково-теоретичної підготовки учнів, істотною особливістю якої є оволодіння ними узагальненим характером пізнавальної діяльності. Формування уявлень про сучасну наукову картину світу можливе лише на міжпредметній основі. Тому процес побудови інтегрованих курсів, мета

предметів, збільшення одиниць пізнання розвивається емпіричним шляхом. Міжпредметні зв'язки є конкретним виразником інтеграційних процесів, що відбуваються сьогодні в науці і в житті суспільства. Ці зв'язки відіграють важливу роль у підвищенні практичної й науково-теоретичної підготовки учнів, істотною особливістю якої є оволодіння ними узагальненим характером пізнавальної діяльності. Формування уявлень про сучасну наукову картину світу можливе лише на міжпредметній основі, тому що кожен предмет робить внесок у розв'язання цієї проблеми. Активізація розумової діяльності учнів на уроках відбувається завдяки застосуванню сучасних підходів до навчання, методів навчання, індивідуалізації та диференціації навчальної діяльності на основі міжпредметних зв'язків, застосування інноваційних форм навчання, використання комплексних завдань, формування прийомів розвитку творчих здібностей учнів тощо. Міжпредметні зв'язки реалізуються відповідно до дидактичних принципів навчання, водночас відбувається відбір форм, методів і прийомів їх здійснення залежно від конкретної мети уроку, його змісту, від пізнавальних можливостей учнів та рівня підготовленості учнів до сприйняття матеріалу [6].

Сучасний контекст поняття міжпредметні зв'язки у своїх працях розглядає О. Савченко, авторка зазначає, що диференціація наукового знання зумовлює як тенденції їх поглибленого вивчення, так і потребу синтезування подібного змісту, що сприяє більш повному та різнобічному пізнанню об'єктів. У навчальному процесі міжпредметні зв'язки є містком між змістом окремих предметів з метою різнобічного пізнання тих понять, явищ, способів діяльності, які реально перебувають у різних зв'язках і є елементами компетентностей. Встановлення міжпредметних зв'язків може бути на рівні однієї освітньої галузі, окремих предметів і курсів з різних освітніх галузей. Цей процес сприяє цілісності знань, розвитку в учнів пізнавального інтересу, асоціативного мислення, кращому засвоєнню універсальних пізнавальних умінь. Використання міжпредметних зв'язків вчена розглядає як передумову для методично правильного конструювання і використання інтегрованих курсів [7].

Науковець О. Барановська стверджує, що багаторічна практика застосування міжпредметних зв'язків у навчальному процесі дозволила довести їхнє дидактичне і світоглядне значення: 1) міжпредметні зв'язки сприяють політехнічному розвитку учнів, дозволяють, не скорочуючи

специфіки окремих предметів, здійснювати системний аналіз техніки і технології промислового виробництва, що є важливим у профільній школі; 2) допомагають подолати формалізм у навчанні, підвищують свідомість засвоєння знань, сприяють їхній системності (створенню внутрішньо взаємопов'язаних знань не тільки в межах одного предмета, а й в межах певного циклу предметів в сенсі зв'язку між різними циклами); 3) сприяють формуванню наукового світогляду, єдиної картини світу, розуміння сутності явищ, закономірності їх розвитку та їх взаємозв'язок; 4) спонукають до оволодіння загальними методами мислення, формуванню розумових операцій, прийомів самостійного здобування знань; 5) сприяють формуванню позитивних мотивів у навчанні, пізнавальних інтересів, ціннісно-смыслових орієнтацій [8].

Міжпредметні зв'язки сприяють реалізації всіх функцій навчання, які здійснюються у взаємозв'язку і взаємно доповнюють один одного. Єдність функцій є результатом цілеспрямованого процесу навчання. Освітня функція полягає в тому, що міжпредметні зв'язки сприяють формуванню системи знань про суспільство та природу, уявлення про цілісну картину світу. Виховна функція виражена у сприянні міжпредметних зв'язків усім напрямкам виховання особистості, формування навчальної культури та грамотності, розуміння місця і ролі предметних знань у системі підготовки, прагнення до опанування новими знаннями. Розвивальна функція міжпредметних зв'язків полягає у сприянні формування пізнавальної активності, інтересу до дисципліни, сприянні розвитку процесів мислення: вмінню здійснювати аналіз та синтез, конкретизувати та узагальнювати, проводити аналогію, абстрагуватись. Дидактична функція міжпредметних зв'язків це сукупність засобів, форм, прийомів і методів, що використовуються у навчальному процесі і спрямовані на інтеграцію знань, умінь і навичок [9].

У сучасних реаліях, інформатика завдяки активному використанню інформаційних технологій у всіх сферах життєдіяльності та освіти має міждисциплінарний характер, і сьогодні може виконувати інтегративні функції. В інформатиці активно розвивається галузь інформаційних процесів яка інтегрує живу природу, суспільство, техніку, що дає можливість використовувати єдиний підхід до вивчення цих процесів, що в свою чергу формує сучасний науковий світогляд.

Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій призвів до інформатиза-

ції освіти, зокрема це впливає на інтеграційні процеси інформатики та майже всіх предметів які вивчаються у закладах загальної середньої освіти. Слід зауважити, що для прикладу був обраний зв'язок з фізикою тому, що у фізиці особлива увага приділяється вивченню фізичних та технічних систем, де значний ефект може дати використання комп'ютерного експерименту. Саме моделювання фізичного процесу математичного маятника привернуло нашу увагу, як яскравого комп'ютерного експерименту з реалізації міжпредметних зв'язків. Оскільки вивчення 3D графіки почалося відносно недавно, є багато прогалин, які не висвітлювалися у наукових дослідженнях. Зокрема тема реалізації міжпредметних зв'язків під час вивчення теми анімації у тривимірному графічному редакторі. У нашому випадку ми пропонуємо для вивчення 3D графіки використовувати тривимірний графічний редактор Blender, оскільки це програмний продукт є безоплатним, професійним та включає в себе всі необхідні функції, які потрібні для моделювання та анімації тривимірних об'єктів. Також в підручниках з інформатики, одним з програмних засобів рекомендовано використовувати Blender.

Для реалізації міжпредметних зв'язків на уроці інформатики за темою анімація ми пропонуємо використати знання з фізики зокрема з теми математичного маятника. Це дасть змогу згадати, більш ґрунтовно вивчити та розширити уявлення про такі поняття як амплітуда коливань, фаза, період тощо. Під час моделювання фізичних процесів коливань математичного маятника все буде вираховувати програмний засіб, учню лише необхідно буде задавати значення у спеціальних полях. Оскільки раніше вивчалися теми з моделювання об'єктів, то необхідно змоделювати тривимірний маятник. Створюється сфера та будь які декоративні елементи, також тросик на якому він буде кріпитися, всі об'єкти після сфери краще створювати в режимі редагування, потім Origin необхідно перенести на верх конструкції, можна через виділення або 3D курсор, для того щоб коливання відбувалися навколо верхньої точки. Якщо є необхідність показати декілька маятників з різною амплітудою, то дублюємо попередній та розташуємо їх один за одним. Далі за допомогою Vertical Split, поділяємо вікно на дві частини, в правій частині Editor Type обираємо Graph Editor, що дасть змогу керувати коливаннями і одночасно бачити результат у реальному часі.

Graph Editor – один з потужних інструментів для редагування створеної анімації, дозволяє не

тільки змінювати анімацію, а й застосовувати до неї ефекти. Вся анімація завжди представляється у вигляді трьох кривих, що ілюструють зміни повороту або інших величин. Червона крива показує зміни по осі X, зелена і синя – по осях Y і Z відповідно. Якщо об'єкт рухається вперед по осі (+ X, + Y, + Z), то крива на цих кадрах буде повзти вгору; інакше, якщо він рухається або по -X, або по -Y, або по -Z, крива піде вниз на цих кадрах. При ілюстрації обертання все відбувається аналогічно – обертання в позитивну сторону – крива вгору; в негативну – крива вниз. При зміні розмірів (масштабуванні) зростання кривої показує збільшення розміру. Якщо ж позиція об'єкта, його кут повороту або що-небудь ще не змінюється в часі, то крива на цьому проміжку часу розташована горизонтально. У Graph Editor відображуються дані анімації відразу всіх об'єктів сцени, для спрощення можна вмикати / вимикати відображення даних певного об'єкта на загальній схемі. Натиснувши на трикутник поряд з ім'ям об'єкта, можна побачити список всіх доступних даних анімації цього об'єкта і включити лише потрібні [10].

Створюємо ключовий кадр на обертання та виділяємо тільки вісь яка нас цікавить. Для додавання синусоїди необхідно у Keyframe вставити модифікатор Built-In Function (це додаткові формули, кожна з яких має однакові опції для керування формою). За допомогою Phase Multiplier корегуємо фазу коливань, виставляємо на 0,1, також налаштуємо амплітуду (Amplitude) на 0,3. Учням також можна запропонувати самим обрати показники фази коливань та амплітуди, для наочного вивчення можливостей модифікатору. Якщо маятників декілька, то для кожного маятника зміщуємо Phase Multiplier на 0,001, тобто наступний маятник бути мати показник 0,051, останній буде мати показник 0,59. Для того щоб зробити завершення коливань необхідно виділити всі об'єкти, зайти до вікна з графіком, знайти кадр рівноваги у нашому випадку це 6283. Кадр рівноваги буде видно у Graph Editor, де синусоїди знов зійдуться в одну точку. Після чого встановити в Set End Frame заключний кадр рівноваги.

Для візуальної частини, щоб анімація була стильною та сучасною можна попрацювати з налаштуваннями світу, наприклад зробити його темним, виставити прожектор та зробити матеріал куль маятників зі світінням. Для цього в Material Properties натискаємо на New Material, виділяємо маятник, натискаємо на Tab та (Alt A) для зняття

виділення, після чого утримуючи мишу над сферою натискаємо L. У viewport display обираємо жовтий колір. Додаємо новий матеріал, у слоті для матеріалів називаємо його metal. Наразі у нас виділена сфера, інвертуємо її, натискаємо Ctr I, та натискаємо Assign (у режимі Edit Mode). Заходимо в Render properties, обираємо Render Engine -> Eevee (повнофункціональний PBR движок для візуалізації в реальному часі). У вкладці матеріалів для кулі на вкладці Surface обираємо Emission, у Render properties ставимо галочку у полі Bloom. Після знов у Material properties підвищуємо Strength до 7.000. У Color обираємо Blackbody, піднімаємо температуру до 2300. Також для підлоги налаштуємо віддзеркалення та чорний колір. Натискаємо Shift A та обираємо Mesh Plane. Збільшуємо його, опускаємо нижче об'єкту. Додаємо новий матеріал, та у Surface обираємо Glossy. Для того щоб відбулися зміни, нам необхідно зайти в Render properties та активувати Screen Space Reflections. Щоб покращити ефект, зайдимо на вкладку World properties у Volume обираємо Volume Scatter та виставляємо значення Density 0.01. Додаємо світло Shift A та обираємо у Light Spot. Виставляємо зверху під кутом 45 градусів. Виділяємо об'єкт лампу, та у Object data properties значення Power задаємо 50000. Також нам необхідно доробити матеріал маятника, виділяємо маятник у Material Properties, у вкладці обираємо Metal, у Surface (Поверхня) обираємо Glossy (Глянцева) та знижуємо Roughness (нерівності) 0,124. Виставляємо камеру щоб візуалізувати все що ми зробили. Рендеримо анімацію, та маємо відео на якому маятники коливаються згідно зазначених фази та амплітуди коливань, саме відео є яскравим та естетично красивим, тому що використано освітлення, накладені матеріали, що роблять відео деталізованим та реалістичним.

Висновок. Реалізація міжпредметних зв'язків при вивченні анімації у тривимірному графічному редакторі дозволила активізувати пізнавальну активність учнів, завдяки використанню знань з фізики та демонстрації можливостей імітації фізичних явищ завдяки математичним розрахункам у тривимірному графічному редакторі. Це дозволило згади основні визначення з теми математичного маятника, створити власну анімацію з математичним маятником урахувавши всі обов'язкові атрибути. Особливо важливо було зробити візуально - естетичне відео з максимальною деталізацією, щоб розкрити не лише потужні можливості тривимірного графічного редактору з імітації фізичних властивостей об'єктів,

але й показати практичне застосування анімації у різноманітних ситуаціях тривимірної анімації. В подальшому вбачаємо продовжити дослідження з визначеної теми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жалдак М.І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики: посібник для вчителів. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2004. 182 с.
2. Задорожня Т.М., Красюк Ю.М. Реалізація міжпредметних зв'язків через систему прикладних задач. *Фізико-математична освіта*, 2017. Випуск 3(13). С. 57-61.
3. Морзе Н.В. Методика навчання інформатики: навч. посіб. у 4 ч. Ч. I: Загальна методика навчання інформатики. Київ: Навчальна книга, 2003. 256 с.
4. Харченко М. М. Створення і використання системи міжпредметних зв'язків у навчанні фізики: *Науковий часопис Нац. пед. ун-ту імені М. П. Драгоманова*. Київ, 2013. Вип. 42. С. 298 – 304.
5. Фіцула М.М. Педагогіка: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних закладів освіти. Київ : Видавничий центр «Академія», 2002. 528 с.

6. Коростельова Є. Ю. Міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики : дис. ... д-ра філософії: 011 / Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ, 2021. 242 с.

7. Савченко О. Я. Міжпредметні зв'язки як ресурс реалізації компетентнісного підходу на уроках літературного читання. *Український педагогічний журнал*. 2017. № 2. С. 48–56.

8. Барановська О. В. Реалізація міжпредметних зв'язків у старшій школі: дидактичний аспект. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2016. Вип. 2 (39). С.15–17.

9. Сидорко В. П., Тверезовська Н. Т. Структура і функції міжпредметних зв'язків. *Вісник Національного університету оборони України*. Вип. 5 (42). 2014. С.157–161.

10. Навчальний модуль «3D графіка в ігрових додатках (на базі графічного редактора Blender)» / Уклад.: Н.С. Костюкова, Т.В. Скрипник. Покровськ: ДонНТУ, 2018. 122 с.

REALIZATION OF INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS WHEN STUDYING ANIMATION IN A THREE-DIMENSIONAL GRAPHIC EDITOR

Anatoliy Yanovskiy

Candidate of Pedagogical Sciences,

Associate Professor at the Department of Applied Mathematics and Informatics

State Institution “South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky”, 26 Staroportofrankovskaya Str., Odessa, Ukraine, 61005, a.o.yanovskiy@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9893-9475

Larisa Yanovska

Candidate of Pedagogical Sciences,

Associate Professor at the Department World History and Methodology of Science

State Institution “South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky”, 26 Staroportofrankovskaya Str., Odessa, Ukraine, 61005, larisayanovskaya@ukr.net

ORCID: 0000-0003-3275-0730

The article is examined the problem of implementing interdisciplinary connections when studying animation in a three-dimensional graphic editor, reveals the essence of interdisciplinary connections, their potential and functions in the context of their use in computer science classes. The purpose of the article is the theoretical justification and approbation of the implementation of intersubject relationships when studying animation in a three-dimensional graphic editor using the example of the topic of a mathematical pendulum. The proposed example of the implementation of interdisciplinary connections, the connection with physics was chosen for the example, because in physics, special attention is paid to the study of physical and technical systems, where the use of a computer experiment can have a significant effect. It was the modeling of the physical process of the mathematical pendulum that attracted our attention as a vivid computer experiment on the realization of intersubjective connections. Since the study of 3D graphics is relatively new, there are many gaps that have not been covered in scientific research. In particular, the topic of the implementation of intersubject relationships during the study of the topic of animation in a three-dimensional graphic editor. During the research, we came to the conclusion that the implementation of intersubject relationships when studying animation in a three-dimensional graphic editor allowed to activate the cognitive activity of students, thanks to the use of knowledge of physics and demonstration of the possibilities of imitating physical phenomena, thanks to mathematical calculations in a three-dimensional graphic editor. This made it possible to recall the basic definitions on the subject of a mathematical pendulum, to create your own animation with a mathematical pendulum, taking into account all the mandatory attributes. It was

especially important to make a visually-aesthetic video with maximum detail in order to reveal not only the powerful capabilities of the three-dimensional graphic editor for simulating the physical properties of objects, but also to show the practical application of animation in various situations of three-dimensional animation.

Key words: interdisciplinary connections, computer science, three-dimensional graphics editor, animation.

REFERENCES

1. Zhaldak M.I. (2004) *Kompiuterno-orientovani zasoby navchannia matematyky, fizyky, informatyky* [Computer-oriented means of teaching mathematics, physics, computer science]. Kyiv: NPU imeni M.P. Drahomanova p. 182 [in Ukrainian].
2. Zadorozhnia T.M, Krasiuk Yu.M. (2017) *Realizatsiia mizhpredmetnykh zviazkiv cherez systemu prykladnykh zadach* [Implementation of cross-curricular connections through a system of applied problems]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*, 3(13). pp. 57–61 [in Ukrainian].
3. Morze N.V. (2003) *Metodyka navchannia informatyky* [Methods of teaching computer science]. (Vol. 4) Kyiv: Navchalna knyha, 2003. p. 256 [in Ukrainian].
4. Kharchenko M. M. (2013) *Stvorennia i vykorystannia systemy mizhpredmetnykh zviazkiv u navchanni fizyky* [Creation and use of a system of interdisciplinary connections in teaching physics]. *Naukovyi chasopys – Scientific journal*. Kyiv, 42, pp. 298 – 304 [in Ukrainian].
5. Fitsula M.M. (2002) *Pedahohika: Navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchykh pedahohichnykh zakladiv osvity* [Pedagogy: Study guide for students of higher pedagogical institutions of education]. Kyiv: Vydavnychiy tsentr «Akademiiia», p. 528 [in Ukrainian].
6. Korostelova Ye. Yu. (2021) *Mizhpredmetni zviazky v proiektivni diialnosti uchniv osnovnoi shkoly yak osnova kompetentnisnoho navchannia fizyky* [Interdisciplinary connections in the project activities of elementary school students as the basis of competence-based physics education]. Doctor's thesis. Kyiv: M. P. Drahomanova, p. 242 [in Ukrainian].
7. Savchenko O. Ya. (2017) *Mizhpredmetni zviazky yak resurs realizatsii kompetentnisnoho pidkhotu na urokakh literaturnoho chytannia* [Intersubject connections as a resource for the implementation of the competence approach in the lessons of literary reading]. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal – Ukrainian Pedagogical Journal*, 2. pp. 48–56 [in Ukrainian].
8. Baranovska O. V. (2016) *Realizatsiia mizhpredmetnykh zviazkiv u starshii shkoli: dydaktychnyi aspekt* [Implementation of interdisciplinary connections in high school: didactic aspect]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu – Scientific Bulletin of Uzhhorod University*, 2 (39). pp.15–17 [in Ukrainian].
9. Sydorko V. P., Tverezovska N. T. (2014) *Struktura i funktsii mizhpredmetnykh zviazkiv* [The structure and functions of interdisciplinary connections.]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu oborony Ukrainy – Bulletin of the National Defense University of Ukraine*, 5 (42). pp.157–161 [in Ukrainian].
10. N.S. Kostiukova, T.V. Skrypnyk (2018) *Navchalnyi modul «3D hrafika v ihrovykh dodatkakh (na bazi hrafichnoho redaktora Blender)»* [Educational module “3D graphics in game applications (based on Blender graphics editor)”]. Pokrovsk: DonNTU, p.122 [in Ukrainian].

Стаття надійшла 10.05.2022