

РОЗВИТОК ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧИТЕЛІВ-БІОЛОГІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ 3D-АТЛАСІВ ТА БЕЗКОШТОВНИХ НАУКОВИХ БІОЛОГІЧНИХ ПЛАТФОРМ НА ПРИКЛАДІ BIODIGITAL І LABXCHANGE

Дмитро Фролов

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри дидактики та методик навчання природничо-математичних дисциплін

КЗ «Запорізький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти» Запорізької обласної ради, вул. Незалежної України, 57а, Запоріжжя, Україна, 69035, f0968279387@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4539-9903

В умовах сьогодення цифрові трансформації освітньої галузі першочергово спрямоване на забезпечення безперервності процесу навчання. Застосування цифрових технологій у навчанні сприяє розвитку мислення та поліпшенню знань, дає змогу аналізувати отриману інформацію, а також призводить до поліпшення загальної якості навчання, формує в учнів самодисципліну, підвищує самооцінку, надає розвитку вмінню самостійно приймати рішення й нести за них відповідальність, робити обґрунтовані висновки тощо.

Сучасна біологічна освіта як складова частина концепції сталого розвитку суспільства є потужним чинником, який впливає на формування природничо-наукового світогляду особистості. Нові виклики вивчення шкільної біологічної дисципліни розставляють акценти на розвиток критичного складу розуму, що є передумовою формування ключових життєвих компетентностей. Сьогодні особливої актуальності набуває використання ІКТ для формування ключових життєвих та професійних компетентностей.

У Запорізькому обласному інституті післядипломної педагогічної освіти на курсах підвищення кваліфікації вчителів біології були апробовані спроможності ресурсу Biodigital для поліпшення викладання анатомії у школі. Перевагою даного ресурсу є можливість адаптувати 3D-візуалізацію анатомії тіла під свої потреби, використовуючи спеціальний інструментарій Human Studio. Окрім загальної анатомічної будови та Human Studio, Biodigital містить візуалізацію опису і протікання деяких анатомічних процесів та захворювань, а також можливість здійснити 3D-тур по різних системах органів людини.

У статті наведено схему проведення огляду вчителів спроможності ресурсу Biodigital та інструкції з роботою інструментів Human Studio: опис варіантів використання вибраної 3D-моделі під час викладання теми з біології людини, короткий опис завдання для учнів із використанням власної розробки. Для підсилення продуктивності зазначених вище ресурсів пропонується використання спеціальних дидактичних конструкторів, таких як Wizer.me, Liveworksheets, Theteacherscorner, щодо створення робочих листків із різними типами завдань або вправ із використанням своїх візуальних продуктів за допомогою ресурсів Wordwall чи Learning Apps.

Використання запропонованих ресурсів та тем дає змогу передусім формувати інформаційно-цифрову компетентність (А3), зокрема здатність орієнтуватися в інформаційному просторі А3.1, здатність ефективно використовувати наявні та створювати (за потреби) нові електронні (цифрові) освітні ресурси (А3.2) та здатність використовувати цифрові технології в освітньому процесі (А3.3).

Ключові слова: навчання вчителів, підвищення кваліфікації, динамічні вебсторінки, ІКТ, модель, анатомія, внутрішні органи.

Актуальність роботи. Виховання майбутнього покоління, яке володіє високим ступенем мобільності та великою соціальною відповідальністю, залежить від підготовки педагогічних кадрів, спрямованої на розвиток здатності вирішувати завдання навчати школярів основам економічних, екологічних, біологічних знань. Такі знання, своєю чергою, є основою формування професійних умінь і навичок учителя [1].

В умовах запровадження та розвитку концепції сталого розвитку світу та України особливої актуальності набувають питання, присвячені підвищенню якості природничо-математичної освіти. Так, для кожної країни важливими чинни-

ками розвитку економіки є наукоємні та високотехнологічні галузі.

Застосування цифрових технологій у навчанні сприяє розвитку мислення та поліпшенню знань, дає змогу аналізувати отриману інформацію, а також призводить до покращення загальної якості навчання, формує в учнів самодисципліну, підвищує самооцінку, надає розвитку вміння самостійно приймати рішення й нести за них відповідальність, робити обґрунтовані висновки тощо. Із практичного досвіду відомо, що використання інформаційних технологій у навчанні спонукає до індивідуалізації та диференціації навчання, забезпечує інтерактивність, сприяє

залученню до освітнього процесу всіх учасників, дає змогу визначити власний темп роботи й отримати цінні сьогодні навички самонавчання та самодисципліни. Однак різні виклики в суспільстві, критичні ситуації, воєнні дії чинять негативний вплив на освітній процес, у результаті чого самі підходи та методи навчання зазнають значної трансформації. Передусім це стосується змін видів цифрових інструментів, призначених для організації освітнього процесу. Останній період підготовки студентів українських закладів вищої освіти умовно поділяють на три етапи: передковідний, ковідний та воєнний, кожен із яких має певні можливості, вимоги, правила [2, с. 76].

На думку С. Люленко, компетентний учитель природничої галузі здійснює педагогічну діяльність з урахуванням найновіших досягнень сучасної науки, стимулює учнів до вияву логічного та творчого мислення, активізує пізнавальні потреби шляхом залучення до здійснення пошуково-дослідницької діяльності [3].

За твердженням науковців (Y. Wibowo, A. Kurniawati, and R. Handziko), професійні компетентності можна побачити з уміння вчителя йти в ногу з новинками розвитку, тому що розвиток науки завжди динамічний. Професійна компетентність – це вміння вчителя широко і глибоко засвоювати навчальний матеріал, який включає поняття, структури, наукові, технологічні чи художні методи, розуміти зв'язок понять між спорідненими предметами та застосовувати наукові концепції [4].

За останнє десятиліття науковці визнали потребу в більш емпірично обґрунтованих методах вивчення професійного розвитку, які, за дослідженнями L. Desimone, відображають кілька ключових питань, пов'язаних із підвищенням якості навчання, та оцінюють, наскільки ефективно професійний розвиток покращує в подальшому практику викладання предмета та підвищує успішність учнів [5]. У своєму дослідженні D. Ballou та M. Podgursky наводять залежність ставки погодинної оплати праці викладача на ринку праці від рівня розвитку його професійних компетенцій [6].

Базуючись на емпіричних даних, M. Kunter, T. Kleickmann, U. Klusmann, D. Richter створили модель, яка передбачає, що професійна компетентність учителів розвивається через активне використання різноманітних можливостей навчання та індивідуальних якостей учителя, які в подальшому впливають на ступінь використання цих можливостей навчання. Окрім того,

модель припускає, що надання можливостей для навчання залежить від певних контекстуальних змінних, таких як система освіти чи особливості школи [7].

Оскільки біологія, з одного боку, є широкою та глибокою комплексною наукою, а XXI ст. вважається століттям біології та біотехнологій, то набувають актуальності нові підходи до підготовки викладачів біологічних дисциплін. В умовах сьогодення цифрові трансформації освітньої галузі першочергово спрямовані на забезпечення безперервності процесу навчання, а також його індивідуалізації на основі технологій просунутого навчання. Тому цифровізація системи освіти передбачає упровадження в освітній процес на всіх рівнях сучасних інформаційно-комунікаційних технологій із метою розвитку у молоді навичок XXI ст. [8, с. 133].

Аналіз наукових досліджень і публікацій. Питанням вивчення механізмів формування компетентностей займалися Y. Wibowo, A. Kurniawati, R. Handziko [4], Susilowati, Himawan Arif Sutanto, Reni Daharti [9], J. Baumert, M. Kunter, Stichwort [10]. Проблеми формування професійних компетентностей завдяки ІКТ досліджено такими вченими, як В. Биков [11], В. Гончарук, В. Гончарук, Н. Грицюк [12], І. Ткаченко [13].

Професійна підготовка вчителів біології була досліджена в працях І. Бабина [14], Л. Барни [15], С. Люленко [3], О. Савченко [16], І. Коренева [17] та О. Харченко [18].

Проте зараз основну увагу наукових розвідок присвячено використанню ІКТ під час підготовки здобувачів освіти, зокрема учнів або студентів. Водночас ми маємо недостатню кількість досліджень використання ІКТ в умовах цифрової трансформації освіти професійної підготовки та перепідготовки вчителів.

Мета статті полягає у дослідженні впливу інформаційно-комунікаційних технологій на формування професійних компетентностей учителів-біологів. Для досягнення мети поставлено такі завдання: проаналізувати вплив динамічних вебсторінок на формування професійних компетентностей учителів-біологів; надати алгоритми опрацювання сайтів та шляхи розвитку професійних компетентностей учителя-біолога шляхом розроблення завдань.

Для реалізації означеної мети та виконання поставлених завдань було використано такі теоретичні методи дослідження, як аналіз психолого-педагогічної, навчально-методичної літератури, інструктивно-нормативних документів із

зазначеної проблеми дослідження та педагогічних вебресурсів і динамічних вебсторінок, апробація ресурсів під час підвищення кваліфікації учителів біології засобами ІКТ.

Матеріал і результати досліджень. Вихователь, або вчитель, грає дуже важливу роль у навчанні здобувачів освіти. Щоб здобувач освіти набув та підтримував інтерес до предмета, учителю необхідно сприяти такому навчальному середовищу, коли особа, що навчається, розуміє поняття та може застосовувати їх у реальності.

Сучасна біологічна освіта як складова частина концепції сталого розвитку суспільства є потужним чинником, який впливає на формування природничо-наукового світогляду особистості. Нові виклики вивчення шкільної біологічної дисципліни розставляють акценти на розвиток критичного складу розуму, що є передумовою формування ключових життєвих компетентностей [15].

Компетентнісний підхід у закладах вищої освіти спрямований на перехід від теоретичних знань до фахової компетентності, яка ґрунтується на здатності майбутнього фахівця здобувати знання, досвід, опанувувати професійні вміння та навички [16].

Зараз існує безліч засобів ІКТ, які спрямовані на полегшення проведення різних завдань. Це й конструктори уроків, завдань, кросвордів, вебгри та вікторини, хмари слів тощо, але всі вони побудовані за загальними дидактичними принципами. Для навчання природничим дисциплінам потрібно залучати додатково окремі інструменти для висвітлення специфічних наукоємних тем. Одними з прикладів таких інструментів є лабораторія PhET або спеціальні вебсайти MarineTraffic: Global Ship Tracking Intelligence.

Як наголошують Н.В. Морзе та Т.О. Єфіменко, для того щоб адаптуватися і бути успішним, сучасному суспільству необхідні революційні зміни в освіті, які поєднували б сучасні результати дослідження мозку з можливостями негайного доступу до глобальної мережі інформації та знань [17, с. 2]. У біології такими інформативними ресурсами можуть бути різні бази даних та ресурсів, які формують саме предметну компетентність. Одним із них є ресурс Biodigital – платформа динамічних анатомічних атласів із 3D-візуалізацією (<https://www.biodigital.com/>).

Платформа Biodigital: інтерактивна 3D-анатомія є одним із прикладів динамічної візуалізації даних, створеної спеціально для навчання біологів-анатомів, фізіологів і праців-

ників сфери медицини. Цей ресурс містить як платний контент для юридичних осіб, так і безкоштовний – для фізичних. Окрім того, слід наголосити, що інтерфейс цієї платформи не містить жодної зі слов'янських мов, тому для роботи та навігації у разі виникнення складності перекладу є можливість скористатися автоматичним перекладачем вашого браузера.

Під час проведення курсів підвищення кваліфікації вчителів біології в Запорізькому обласному інституті післядипломної педагогічної освіти нами були апробовані спроможності даного ресурсу для поліпшення викладання різних тем анатомії у школі.

У разі використання безкоштовного контенту запропонованого ресурсу необхідно пройти реєстрацію з можливістю використання особистого профілю від Google. Далі відкривається програма середовища, яка дає змогу працювати із цілим організмом або з його окремими системами чи органами. Візуалізація представлена у вигляді 3D-інтерактивних об'єктів, які можна збільшити, обертати по осях, а також переглядати підписи до нього.

Окрім цього, BioDigital Human містить надбудову Human Studio – це набір інструментів, який дає змогу створювати індивідуальні дидактичні матеріали тривимірної інтерактивної анатомії, фізіології, стану здоров'я, адаптовані для власних освітніх цілей (рис. 1). Щоб відкрити модель у режимі Human Studio, необхідно виконати два простих кроки. Спочатку наводимо вказівник миші на модель у меню «Огляд» або «Моя бібліотека», а потім натискаємо «Налаштувати» в Studio customize_in_studio.png у правому верхньому куті сайту.

Таким чином, запропонований ресурс дає змогу створювати візуалізації та 3D-інтерактивні об'єкти під конкретні навчальні завдання для викладання різних тем з анатомії людини; створення окремого органу або системи органів, а також їх наповнення необхідним текстовим супроводом із можливістю зберігання власних розробок-макетів.

Окрім цього, ресурс містить опис і візуалізацію протікання деяких процесів та захворювань; надає можливість здійснити 3D-тур з анатомії очей та оглянути зорову сенсорну систему людини, використавши посилання <https://human.biodigital.com/view?id=production/maleAdult/eyeAnatomyTour&lang=en>, який можна використовувати під час викладання теми «Зв'язок організму людини із зовнішнім середовищем». Сервіс

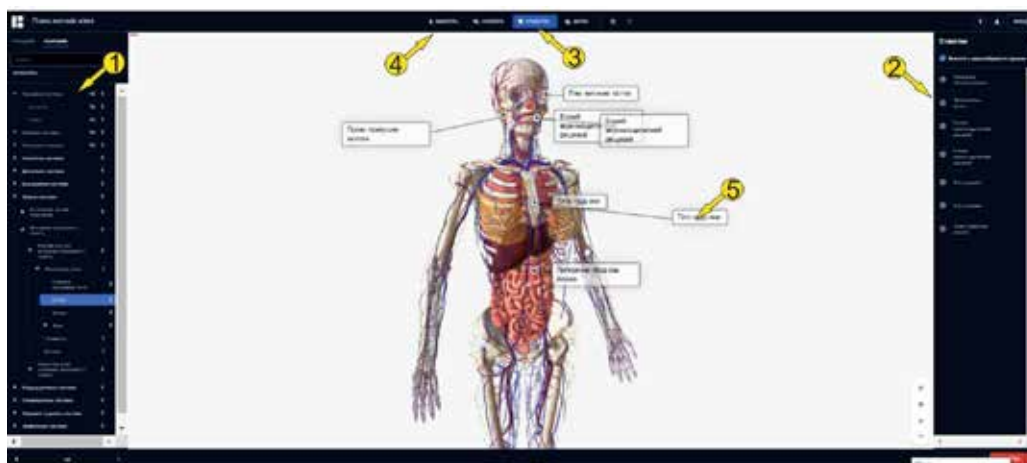


Рис. 1. Схема будови людини на прикладі жіночого тіла: 1) шари для відображення; 2) підписи до бірки; 3) створення власних підписів (інструмент «бірка»); 4) функція вибору об'єкта; 5) бірка-виноска з інформацією про зображення

надає опис моделі сенсорної системи та пов'язані з ними хвороби. Проте в даному ресурсі, на жаль, не всі візуалізації наявні в безкоштовному доступі: на місяць надається лише 10 переглядів.

На курсах підвищення кваліфікації викладачами надаються чіткі та покрокові інструкції щодо виконання завдань, також слухачі отримують короткі відео та алгоритм роботи із сайтом під час проведення лекційного дистанційного заняття (вебінару). Хід роботи опанування ресурсу включає такі кроки: 1) перейдіть на головну сторінку інтерактивної платформи BioDigital; 2) скориставшись рекомендаціями, включіть режим перекладу сторінок платформи BioDigital з англійської на українську, ознайомтеся із можливостями платформи BioDigital, переглянувши сторінку до самого низу; 3) здійсніть вхід до платформи BioDigital (описова інструкція «дивись і роби» надається); 4) перегляньте доступні 3D-моделі та виберіть модель відповідно до теми залікової роботи; 5) скориставшись інструментами дослідження моделі (описова інструкція «дивись і роби» надається), ознайомтеся з моделлю більш докладно; 6) виберіть варіанти використання вибраної 3D-моделі під час викладання теми з біології людини та надайте короткий опис завдання для учнів щодо вибраної 3D-моделі; 7) скопіюйте посилання до вибраної 3D-моделі (описова інструкція «дивись і роби» надається).

У кінцевому підсумку вчитель отримує не лише короткий курс із роботи вибраного ресурсу, а й методологію упровадження у свою педагогічну діяльність власноруч розробленого готового продукту.

Децю спрощену схему опрацювання анатомії людини можливо здійснювати завдяки ресурсу ZygoteBody від Google. Запропонований ресурс дає змогу в реальному часі працювати з анатомією людини пошарово: зовнішній вигляд, м'язи та сухожилля, опорно-руховий апарат, травнева система, кровоносна система, лімфатична система, нервова система. Ми рекомендуємо цей ресурс використовувати під час зовнішнього та поверхневого огляду чи знайомства із системами анатомії людини. Альтернативним ресурсом можна назвати Interactive Human Body від від SERP Institute зі спрощеною анімацією, що більш придатний для вивчення людини та її будови для дітей молодшого віку, тобто в початковій школі.

Для поглибленого вивчення загальної біології доцільно використовувати LabXchange від Гарварду – це загальний науковий клас, відкритий для кожного, хто цікавиться біологією. Створений у Гарвардському університеті за підтримки Amgen Foundation, цей потужний цифровий інструмент робить високоякісну наукову освіту доступною та дає учням і викладачам займатися практичними дослідженнями в дистанційних умовах на безкоштовній основі. LabXchange надає можливість адаптувати навчання до власних унікальних потреб. Завдяки гнучкому підходу до контенту учні та викладачі можуть працювати з окремими типами контенту, включаючи відео, оцінювання та симуляції, і вбудовувати їх в індивідуальні навчальні програми для досягнення конкретних навчальних цілей. Є змога у навігації вибирати розділи наук: біологічні науки, наука та суспільство, майстерність вихователя, наука про здоров'я, глобальна охорона здоров'я, хімія,

підготовка до роботи, підтримка учнів, науковий процес тощо. За типом контент поділяється на текст, відео, дослідження, симуляції, моделювання тощо.

Наприклад, симуляція запропонованого ресурсу «Від ДНК до білка» хоча й представлена без офіційного перекладу на українську мову, надає покрокове уявлення про процеси транскрипції та трансляції, що доцільно використовувати під час проходження відповідних тем, а також тем вивчення коду ДНК та компліментарності у 9-му та 10-му класах. Окрім цього, нами рекомендовано перед проходженням симуляції ознайомитися з однойменною 3D-анімацією, яка показує, як білки утворюються у клітині з інформації коду ДНК. Якщо розглянути інше завдання ресурсу, наприклад набір питань «Скільки ви знаєте про генну інженерію?», який надає в текстовому та ілюстративному форматі інформацію щодо досліджуваної теми з питаннями по генетиці, які бажано використовувати на уроках біології в 11-му класі.

Тобто якщо проаналізувати використання ресурсів у формуванні професійних компетентностей, спираючись на професійний стандарт «Учитель закладу загальної середньої освіти», «Учитель із початкової освіти (з дипломом

молодшого спеціаліста)», де надано орієнтовний опис професійних компетентностей учителя відповідно до кваліфікаційних категорій педагогічних працівників [22], можемо визначити, що використання запропонованих ресурсів та тем дає змогу формувати інформаційно-цифрову компетентність (А3), зокрема здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук і критично оцінювати інформацію, оперувати нею у професійній діяльності (А3.1); здатність ефективно використовувати наявні та створювати (за потреби) нові електронні (цифрові) освітні ресурси (А3.2) та здатність використовувати цифрові технології в освітньому процесі (А3.3) (табл. 1). Володіння інформаційно-цифровою компетентністю дає вчителю переваги, зокрема можливість вибирати ефективні та зручні для педагога шляхи й способи подачі матеріалу і сприяє зростанню рівня його професійної компетентності.

Подальшого розвитку зазнає й предметно-методична компетентність, зокрема (А2) здатність моделювати зміст навчання відповідно до обов'язкових результатів навчання учнів. Тобто вчитель здійснює результативну підготовку учнів до самостійного аналізу складних понять і термінів, самостійної пошукової діяльності та роботи

Таблиця 1

Розвиток професійних компетентностей учителів біології

Запропонований ресурс	Зразок можливих тем та клас, де застосовується	Компетентність, що формується	Допоміжні ресурси
Biodigital	Створення моделі «середнього вуха» з написами та інформацією про протікання різних захворювань, наприклад отиту, анатомія 8-го класу	A3 (A.3. – A3.3) A2 (A2.1) A.1 (A1.3.). B2 (B2.3.)	Створення робочих листків (завдань) Wizer.me, Liveworksheets, Worksheets, або створення вправ за допомогою дидактичних ресурсів Wordwall чи Learning Apps
	3D-тур по анатомії очей	A3 (A.3.1 – A3.3) A2 (A2.1) B2 (B2.3.)	
ZygoBody або Interactive Human Body від від SERP Institute.	Вивчення загальної анатомії та систем організму, 8-й клас	A3 (A.3.1 – A3.3) A2 (A2.1)	
LabXchange	Завдання «Від ДНК до білка» надає покрокове уявлення про процеси транскрипції та трансляції, що доцільно використовувати під час проходження відповідних тем, а також тем вивчення коду ДНК та компліментарності у 9-му та 10-му класах	A3 (A.3.1 – A3.3) A2 (A2.1) Г1 (Г1.2)	
	Набір питань «Скільки ви знаєте про генну інженерію?» надає в текстовому та ілюстративному форматі інформацію щодо досліджуваної теми з питаннями по генетиці, які можна використовувати на уроках біології в 11-му класі	A3 (A.3.1 – A3.3) A2 (A2.1) Г1 (Г1.2)	

з довідковими матеріалами, володіє інноваційними методиками моделювання змісту відповідно до обов'язкових результатів навчання учнів (A2.1).

Використання спеціальних завдань, таких як створення моделі середнього вуха з інформацією про протікання різних захворювань, наприклад отиту, дає змогу на уроках біології 8-го класу формувати і популяризувати в учнів культуру здорового та безпечного життя, формує стійкий інтерес і позитивну мотивацію учнів до особистої гігієни. А вивчення моделі легень, своєю чергою, сприяє запобіганню шкідливим звичкам, таким як паління, та формуванню в учнів культури здорового та безпечного способу життя (B2.3).

Залучення до виконання ресурсів з англійською навігацією опосередковано формує здатність забезпечувати навчання учнів іноземній мові та спілкуватися іноземною мовою (A1.3).

Для підсилення ефективності використання зазначених вище ресурсів доцільно використовувати спеціальні дидактичні конструктори Wizer.me, Liveworksheets, Theteacherscorner, придатні для створення робочих листків із різними типами завдань або створення вправ із використанням своїх візуальних продуктів за допомогою ресурсів Wordwall чи Learning Apps. Застосування даних ресурсів підсилює ефект використання наданих вище завдань і дає змогу педагогу створювати власні дидактичні продукти та вибудовувати власну траєкторію навчання з опрацювання нових тем, закріплення матеріалу чи проведення оціночних робіт. Тобто планує хід навчального заняття, чітко розраховує для кожного його етапу необхідний час і забезпечує можливість підтримувати зворотний зв'язок з учнями; аналізує навчальний матеріал, що має бути опанований учнями, та передбачає труднощі, які можуть виникнути у них щодо засвоєння матеріалу, таким чином формуючи прогностичну компетентність Г1, здатність планувати освітній процес (Г1.2).

Висновки. Узагальнюючи зазначене вище, можемо констатувати, що впровадження в перепідготовку або підготовку вчителів біології засобів ІКТ розвиває не тільки загальні компетентності, а й фахові. Використання спеціальних динамічних сайтів та баз даних дає змогу адаптувати матеріал із підручників у зручний дидактичний матеріал під час викладання нових тем з анатомії у шкільному курсі біології. Залучення ресурсів BioDigital Human, інструментів Human Studio, ZygoteBody та LabXchange дає змогу створювати та використовувати дидактичні матеріали

тривимірної інтерактивної анатомії, фізіології, загальної біології стану здоров'я та адаптувати матеріал під власні освітні цілі.

Використання запропонованих ресурсів та тем дає змогу формувати інформаційно-цифрову компетентність (A3), зокрема здатність орієнтуватися в інформаційному просторі (A3.1), здатність ефективно використовувати наявні та створювати (за потреби) нові електронні (цифрові) освітні ресурси (A3.2) і здатність використовувати цифрові технології в освітньому процесі (A3.3). Використання спеціальних завдань, таких як створення моделі «середнього вуха» з написами та інформацією про протікання різних захворювань, наприклад отиту, дає змогу на уроках біології 8-го класу формувати і популяризувати в учнів культуру здорового та безпечного життя (B2.3).

Перспективу подальших досліджень убачаємо у дослідженні впливу динамічних вебсторінок та сайтів геоінформаційних систем (ГІС) на розвиток картографічних компетентностей учителів географії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авшенюк Н.М. Зарубіжний досвід професійної підготовки педагогів : аналітичні матеріали. Київ : ДКС «Центр», 2017. 83 с.
2. Вдовичин Т.Я., Когут У.П., Сікора О.В. Цифрові інструменти Google для організації освітнього процесу педагогічного університету в кризових ситуаціях. *Інформаційні технології та засоби навчання*. 2022. № 92(6). С. 75–98. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.509>.
3. Люленко С.О. Компетентісна підготовка майбутнього вчителя біології. *Природничі науки в системі освіти* : матеріали Всеукраїнської наук.-практ. Інтернет-конференції, 26 березня 2015 р. Умань : ФОП Жовтий О.О., 2015. С. 30–33.3.
4. Wibowo Y., Kurniawati A., and Handziko R.C. The International Seminar on Bioscience and Biological Education *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf.* IOP Publishing 2019. Series 1241. 012059. P. 1–9. DOI: 10.1088/1742-6596/1241/1/012059.
5. Desimone, L.M. Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: *Toward Better Conceptualizations and Measures*. *Educational Researcher*, 2009. № 38(3). P. 181–199. DOI: <https://doi.org/10.3102/0013189X08331140>.
6. Ballou, D., & Podgursky, M. Recruiting Smarter Teachers. *The Journal of Human Resources*, 1995. № 30(2). P. 326–338. DOI: <https://doi.org/10.2307/146122>.
7. Kunter, M., Kleickmann, T., Klusmann, U., Richter, D. The Development of Teachers' Professional Competence. In: Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U.,

Krauss, S., Neubrand, M. (eds) Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers. *Mathematics Teacher Education*, Springer, Boston, MA. 2013. Vol 8. P. 63–77. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5_4.

8. Гринюк С., Зайцева І. Особливості цифровізації освітнього процесу у вищій школі як визначальний чинник її розвитку. *Професійна освіта. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2022. Вип. 2. С. 131–137. DOI : <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2022.2.17.4>.

9. Susilowati, Himawan Arif Sutanto, and Reni Daharti Strategies for Increasing Teacher Competence with the Analysis Hierarchy Process Approach. *JEJAK J. Econ. Policy*, 2013. Vol. 6,1. P. 80–92.

10. Baumert, J., Kunter, M. Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *ZfE*. 2006. №9. P. 469–520. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2>.

11. Вуків V. Innovative models of education and training of skilled personnel for high industries in Ukraine. *Information technologies in education : Scientific journal*. Kherson : KSU, 2013. Issue 15. 350 p.

12. Гончарук В.В., Гончарук В.А., Грицюк Н.В. Формування професійних навичок у процесі використання новітніх ІКТ на уроках біології. *Науково-освітній інноваційний центр суспільних трансформацій*. 2022. С. 114–117.

13. Ткаченко І.А., Краснобокий Ю.М. Теорія і методика використання інформаційно-комунікаційних технологій навчання природничих дисциплін. *Conference proceedings of III International Scientific-Practical Conference «Information Technologies in Education, Science and Technology» (ITES-2018)*. Cherkasy, May 17–18, 2018. Cherkasy : ChSTU, 2018. P. 235–237.

14. Бабин І.І. Теоретичні основи формування майбутнього вчителя як творчої особистості. *Проблеми сучас-*

ної педагогічної освіти. Серія «Педагогіка і психологія». Київ, 2000. С. 277–281.

15. Барна Л.С. Підготовка вчителів біології: компетентнісний підхід. *Професійні компетенції та компетентності вчителя* : матеріали регіонального науково-практичного семінару. Тернопіль, 2006. С. 147–152.

16. Савченко О.С. Підготовка вчителя в контексті інновацій шкільної освіти. *Школа першого ступеня: теорія і практика*. 2004. Вип. 10. С. 109–117.

17. Коренева І.М. Компетентності вчителя біології: погляд крізь освіту для сталого розвитку. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія «Педагогічні науки: реалії та перспективи»*. 2018. Вип. 62. С. 108–113.

18. Харченко О. Структура професійної компетентності вчителя біології школи сільської місцевості. *Витоки педагогічної майстерності*. 2017. Вип. 19. С. 346–352.

19. Сталій розвиток суспільства: роль освіти. Путівник / В. Підліснюк ; за ред. В. Підліснюк. Київ : СПД «Ковальчук», 2005. 88 с.

20. Каменська І.С. Компетентнісний підхід до підготовки магістрів із професійної освіти. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2019. Вип. 6(119). С. 11–16. DOI: 10.30929/1995-0519.2019.6.11-16.

21. Морзе Н.В., Єфименко Т.О. Для чого майбутнім учителям інформатики вивчати комп'ютерний дизайн? *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2022. № 13. С. 75–88. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2022.136.17>.

22. Професійний стандарт за професіями «Вчитель початкових класів закладу загальної середньої освіти», «Вчитель закладу загальної середньої освіти» : Наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України № 2736 від 23.12.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v2736915-20#Text>.

DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF BIOLOGY TEACHERS USING 3D ATLASES AND FREE SCIENTIFIC BIOLOGICAL PLATFORMS ON AN EXAMPLE OF BIODIGITAL AND LABXCHANGE

Dmytro Frolov

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Didactics and Methods of Teaching Natural and Mathematical Disciplines

Municipal Institution “Zaporizhzhia Regional Institute of the Postgraduate Pedagogic Education” of Zaporizhzhia Regional Council, 57a Independent Ukraine str., Zaporizhzhia, Ukraine, 69035, f0968279387@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4539-9903

The purpose of the article is to study the use of 3D atlases and free scientific biological platforms using the example of Biodigital and LabXchange for the formation of professional competencies of biology teachers. The methodology consists in the analysis of psychological-pedagogical, educational-methodical literature, instructional-normative documents on the specified problem and the approbation of the planned resources for the formation of professional competences of biology teachers during their professional development. The results. In the Zaporizhzhia Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education, the capabilities of the Biodigital resource were tested to improve the teaching of various anatomy topics at school during the advanced training courses for biology teachers. The advantage of this resource is the ability to adapt 3D visualization to your needs using the Human Studio add-on. For an in-depth study of general biology, it is advisable to use LabXchange. With a flexible approach to content, students and teachers can work with videos and

simulations. The use of the proposed resources and topics allow, first of all, to form Information and Digital Competence (A3). Originality. The article provides indicative examples of the use of the specified services and examples of the formation of relevant professional competences among biology teachers. The practical value of the article lies in the reflection of the role of using 3D atlases and scientific biological platforms for the formation of professional competences of biology teachers. Conclusions. The use of special dynamic sites and databases allows to adapt the material from the textbooks into a convenient didactic material when teaching new anatomy topics in the school biology course. Involvement of BioDigital Human resources, Human Studio, ZygoteBody and LabXchange tools allows you to create and use didactic materials of three-dimensional interactive anatomy, physiology, general health biology and adapt the material to your own educational goals. The use of the proposed resources and topics allows to form Information and Digital Competence (A3). In particular, the ability to navigate in the information space A3.1, the ability to effectively use existing and create (if necessary) new electronic (digital) educational resources (A3.2) and the ability to use digital technologies in the educational process (A3.3).

Key words: teacher training; professional development; dynamic web pages; ICT; model anatomy; internal organs.

REFERENCES

1. Avsheniuk N.M. (2017), Zarubizhnyi dosvid profesiinoi pidhotovky pedahohiv [Foreign experience of professional training of teachers] : analitychni materialy. Kyiv :DKS «Tsentr». [in Ukrainian].
2. Vdovychyn T.Ya., Kohut U.P., Sikora O.V. (2022), Tsyfrovii instrumenty Google dlia orhanizatsii osvitnoho protsesu pedahohichnoho universytetu v kryzovykh sytuatsiiakh [Google's digital tools for organizing the educational process of a pedagogical university in crisis situations]. *Informatsiini tekhnologii ta zasoby navchannia*. № 92 (6), S. 75–98. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.509>.
3. Liulenko S.O. (2015), Kompetentisna pidhotovka maibutnoho vchytelia biolohii. Pryrodnychi nauky v systemi osvity [Competence training of the future biology teacher. Natural sciences in the education system]: *materialy Vseukrainskoi nauk.-prakt. Internet-konferentsii*, 26 bereznia 2015 r. Uman: FOP Zhovtyi O.O. S. 30–33.
4. Y. Wibowo, A. Kurniawati, and R.C. Handziko (2019), The International Seminar on Bioscience and Biological Education IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. IOP Publishing. Series 1241. 012059. P. 1–9. DOI: 10.1088/1742-6596/1241/1/012059.
5. Desimone, L.M. (2009). Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181–199. <https://doi.org/10.3102/0013189X08331140>.
6. Ballou, D., & Podgursky, M. (1995). Recruiting Smarter Teachers. *The Journal of Human Resources*, 30(2), 326–338. <https://doi.org/10.2307/146122>.
7. Kunter, M., Kleickmann, T., Klusmann, U., Richter, D. (2013). The Development of Teachers' Professional Competence. In: Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. (eds) *Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers*. Mathematics Teacher Education, vol 8. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5_4
8. Hryniuk S., Zaitseva I. (2022), Osoblyvosti tsyfrovizatsii osvitnoho protsesu u vyshchii shkoli yak vyznachalniy chynnyk yii rozvytku [Peculiarities of digitization of the educational process in higher education as a determining factor in its development.]. *Profesiina osvita*. Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho. Vyp. 2. S 131–137. DOI: <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2022.2.17>.
9. Susilowati, Himawan Arif Sutanto, and Reni Daharti Strategies for Increasing Teacher Competence with the Analysis Hierarchy Process Approach, *JEJAK J. Econ. Policy*, vol. 6,1, pp. 80–92, 2013.
10. Baumert, J., Kunter, M. (2006), Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *ZfE* 9, 469–520. <https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2>.
11. Bykov V. (2013), Innovative models of education and training of skilled personnel for high industries in Ukraine / Valeriy Bykov, Mariya Shyshkina/ *Information technologies in education : Scientific journal*. Issue 15. Kherson : KSU. 350 p. [in Ukrainian].
12. Honcharuk, V.V., Honcharuk, V.A., & Hrytsiuk, N.V. (2022). Formuvannia profesiinykh navychok u protsesi vykorystannia novitnykh IKT na urokakh biolohii [Formation of professional skills in the process of using the latest ICT in biology lessons]. *Naukovo-osvitni innovatsiyni tsestry suspilnykh transformatsii*. S. 114–117.
13. Tkachenko I.A. (2018), Teoriia i metodyka vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnologii navchannia pryrodnychykh dystsyplin [Theory and method of using information and communication technologies for teaching natural sciences]. *Conference proceedings of III International Scientific-Practical Conference «Information Technologies in Education, Science and Technology» (ITEST-2018)*: Cherkasy, May 17–18, 2018. Cherkasy : ChSTU. P. 235–237.
14. Babyn, I.I. (2000) Teoretychni osnovy formuvannia maibutnoho vchytelia yak tvorchoi osobystosti. *Problemy suchasnoi pedahohichnoi osvity. Ser. Pedahohika i psykholohiia*. Kyiv. S. 277–281.
15. Barna, L.S. (2006) Pidhotovka vchyteliv biolohii: kompetentnisnyi pidkhid. Profesiini kompetentsii ta kompetentnosti vchytelia [Training of biology teachers: a competency-based approach. Professional competences and competences of the teacher]: *Materialy rehionalnoho naukovopraktychnoho seminaru*. Ternopil. S. 147–152.
16. Savchenko, O.S. (2004). Pidhotovka vchytelia v konteksti innovatsii shkilnoi osvity. Shkola pershoho stupenia: teoriia i praktyka:Pidhotovka vchytelia v konteksti innovatsii[Teacher training in the context of school educa-

tion innovation]. *Shkola pershoho stupenia: teoriia i praktyka: Zbirnyk naukovykh prats Pereiaslav-Khmelnyskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Hryhoriia Skovorody. Pereiaslav-Khmelnyskyi. № 10. P. 109–117.*

17. Koreneva I.M. (2018), Kompetentnosti vchytelia biolohii : pohliad kriz osvitu dlia staloho rozvytku [Competencies of the biology teacher: a view through education for sustainable development]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Serii 5 : Pedahohichni nauky : realii ta perspektyvy : zb. nauk. prats. Kyiv : Vyd-vo NPU imeni M. P. Drahomanova. Vyp. 62. S. 108–113.*

18. Kharchenko O. (2017) Struktura profesiinoi kompetentnosti vchytelia biolohii shkoly silskoi mistsevosti [The structure of the professional competence of a biology teacher in a rural school]. *Vytoky pedahohichnoi maisternosti. Vyp. 19. S. 346–352.*

19. Pidlisniuk V., Rudyk I., Kyrylenko V., Vyshenska I., Masliukivska O. (2005), Stalyi rozvytok suspilstva: rol osv-

ity [Sustainable development of society: the role of education]. Putivnyk / Za red. V. Pidlisniuk. K.: Vydavnytstvo SPD «Kovalchuk». [in Ukrainian].

20. Kamenska I.S. (2019), Kompetentnisnyi pidkhd do pidhotovky mahistriv z profesiinoi osvity. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho. Kremenchuk : KRNU. V. 6(119). C. 11–16. DOI: 10.30929/1995-0519.2019.6.11-16.*

21. Morze, N.V., Yefymenko, T.O. (2022), Dlia choho maibutnim uchyteliam informatyky vyvchaty kompiuternyi dyzain? [Why should future computer science teachers study computer design?]. *Vidkryte osvittie e-seredovyshe suchasnoho universytetu. № 13. S. 75–88. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2022.136>.*

22. Profesiinyi standart za profesiiamy «Vchytel pochatkovykh klasiv zakladu zahalnoi serednoi osvity», «Vchytel zakladu zahalnoi serednoi osvity». Nakaz Ministerstva rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva Ukrainy № 2736. 23.12.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v2736915-20#Text>. [in Ukrainian].

Стаття надійшла 19.08.2023