Scientific journal
**PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION**
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
**ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА**
Видається з 2013.

**ISSN 2413-158X (online)**
**ISSN 2413-1571 (print)**

**http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/**

*Семеніхіна О.В., Юрченко А.О., Удовиченко О.М. Формування умінь візуалізувати начальний матеріал у майбутніх учителів фізики: результати педагогічного експерименту. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 1(23). С. 122-128.*

*Semenikhina O., Yurchenko A., Udovychenko O. Formation of skills to visualize of future physics teacher: results of the pedagogical experiment. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 1(23). P. 122-128.*

**DOI 10.31110/2413-1571-2020-023-1-020**
**УДК 378.14.015.62**

**О.В. Семеніхіна**
*Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна*
*e.semenikhina@fizmatsspu.sumy.ua*
*ORCID: 0000-0002-3896-8151*
**А.О. Юрченко**
*Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна*
*a.yurchenko@fizmatsspu.sumy.ua*
*ORCID: 0000-0002-6770-186X*
**О.М. Удовиченко**
*Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна*
*udovich_olga@fizmatsspu.sumy.ua*
*ORCID: 0000-0002-3401-3251*

# ФОРМУВАННЯ УМІНЬ ВІЗУАЛІЗУВАТИ НАЧАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ У МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ: РЕЗУЛЬТАТИ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

***АНОТАЦІЯ***

***Формулювання проблеми.*** *Проблема формування умінь візуалізувати навчальний матеріал є актуальними для вчителів природничо-математичних спеціальностей, оскільки їхня професійна діяльність пов'язана з поясненням абстрактних понять, логіки міркувань або процесів, пояснення природних явищ на мікро- і макро-рівнях. Мета: описати результати педагогічного експерименту з формування у майбутніх учителів фізики умінь візуалізувати начальний матеріал.*

***Матеріали і методи:*** *Для виконання завдань дослідження використано теоретичні та емпіричні методи: аналіз інструментарію спеціалізованого в галузі фізики програмного забезпечення для візуалізації понять, явищ, процесів; опитування для визначення потреб вчителів фізики щодо візуалізації навчального матеріалу; аналіз змісту навчальних планів підготовки майбутніх учителів фізики; педагогічне проєктування і моделювання для побудови моделі формування умінь візуалізувати навчальний матеріал у майбутніх учителів фізики; педагогічний експеримент для визначення ефективності розробленої моделі, критерій Стьюдента статистичної оцінки середніх для підтвердження вірогідності отриманих результатів.*

***Результати.*** *Розроблена модель формування умінь візуалізувати навчальний матеріал у майбутніх учителів фізики базується на діяльнісному та когнітивно-візуальному підходах і передбачає модернізацію змісту професійної підготовки шляхом включення до нього спецкурсу, який вивчається перед виробничою практикою з використанням групових та індивідуальних форм, проєктних методів та ЗКВ*

***Висновки.*** *Аналіз програмного забезпечення, яке дозволяє підтримати навчання фізики, дає можливість розділити його на три класи: ПЗ в галузі фізики (віртуальні та цифрові фізичні лабораторії), ПЗ для моделювання (математичного та імітаційного), ПЗ загального призначення (офісні програми з об'єктами Smart-Art та програми для створення анімації). Аналіз потреб вчителів фізики щодо візуалізації навчального матеріалу на основі проведеного опитування показав пріоритетність умінь оперувати інструментарієм офісного пакету програм та умінь створювати імітаційні моделі (статичні й динамічні) для пояснення фізичних явищ і процесів. Впровадження моделі формування умінь візуалізувати навчальний матеріал у майбутніх учителів фізики забезпечує досягнення її мети. Подальші дослідження спрямовуємо на вивчення проблеми формування умінь у майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін умінь використовувати доповнену реальність в освітньому процесі.*

***КЛЮЧОВІ СЛОВА:*** *майбутні учителі фізики, уміння візуалізувати, засоби комп'ютерної візуалізації, ЗКВ, формування умінь візуалізувати начальний матеріал.*

**ВСТУП**

Сучасна освіта наразі характеризується інтенсифікацією навчального процесу, що обумовлено різними факторами, серед яких – розвиток інформаційних технологій та експоненційне збільшення інформаційного потоку, який в текстовому форматі часто ігнорується суб'єктами навчання. Останнє актуалізує не лише потребу візуалізації текстової інформації, а й проблему готовності вчителів візуалізувати навчальний матеріал на когнітивних засадах.

Серед можливих шляхів вирішення цієї проблеми відзначимо формування й розвиток умінь у майбутніх учителів використовувати засоби комп'ютерної візуалізації (ЗКВ), під якими розуміють комп'ютерні програми, в яких розробниками передбачені можливості візуального представлення на екрані комп'ютера абстрактних об'єктів або процесів, їх моделей в компактній формі (при необхідності в різних ракурсах або у динаміці) з можливістю демонстрації внутрішніх взаємозв'язків складових частин, в тому числі тих, що приховані в реальному світі (Семеніхіна & Білошапка, 2018).

Уміння візуалізувати навчальний матеріал є особливо актуальними для вчителів природничо-математичних спеціальностей, оскільки їхня професійна діяльність пов'язана з поясненням абстрактних понять (вчителі математики), логіки міркувань або процесів (вчителі інформатики), пояснення природних явищ на мікро- і макро-рівнях (вчителі фізики, хімії, біології). Аналіз результатів наукових розвідок засвідчив вирішення проблеми формування готовності використовувати ЗКВ на рівні закладів вищої освіти, зокрема: для вчителів математики вирішено проблему формування у них умінь візуалізувати навчальний матеріал з використанням ЗКВ (Семеніхіна, Семеног & Друшляк, 2018; Semenikhina, Proshkin & Drushlyak, 2019; Semenikhina & Yurchenko, 2016; Заторський, Дудка & Власій, 2017; Semenog, Yurchenko, Udovychenko, Kharchenko, Kharchenko, 2019; Lehning, 2016); для вчителів інформатики (Безуглий, 2019; Білоусова & Життєньова, 2016; Семеніхіна, Друшляк & Хворостіна, 2019; Wang, 2017) – описано модель їхньої підготовки до використання ЗКВ у професійній діяльності та з використанням хмарних сервісів.

Аналіз наукових публікацій підтвердив доцільність використання ЗКВ: вчителями біології (Осадчий, 2014) для підвищення ефективності засвоєння навчального матеріалу з біології; вчителями хімії (Пяткова, 2018; Kelly & Akaygun, 2019) для розвитку абстрактного мислення та активізації пізнавальної діяльності учнів при проведенні хімічних дослідів та експериментів; вчителями фізики (Семеніхіна & Юрченко, 2014) для унаочнення важливих фізичних понять, відношень, закономірностей навколишнього світу.

Серед робіт, що присвячені проблемам професійної підготовки вчителів фізики до використання інформаційних технологій відзначимо роботи, які описують: питання удосконалення шкільного фізичного експерименту засобами ІКТ (Заболотний & Лаврова, 2013), поєднання традиційних засобів навчання (зокрема друкованих підручників з фізики) з електронними (Величко & Петриця, 2008), програмно-педагогічні засоби з вивчення окремих тем шкільного курсу фізики (Пінчук, 2011), використання віртуальних лабораторій Prometeus і Multisim у підготовці майбутніх учителів фізики (Semenikhina, Drushlyak, Lynnyk, Kharchenko, Kyryliuk & Honcharenko, 2020). Методичні основи застосування спеціалізованого програмного забезпечення на уроках фізики розглянуто в працях П. Абросимової, В. Лаптєва, А. Слуцького та інших. У контексті досліджуваної проблеми важливим є висновок про прямий зв'язок між розвитком абстрактного, логічного мислення та здатністю сприймати та відтворювати візуальні образи (Шеховцова, 2010). Зазначене використано науковцями (Кудін & Картух, 2013; Кислинська, 2014; Рибалко, 2016 та ін.) для розробки методичного супроводу уроків фізики з використанням flash-анімації. Також відзначимо роботу (Логвіненко, 2018) про використання інфографіки в освітньому процесі.

У той же час залишається відкритою проблема формування у майбутніх учителів фізики умінь візуалізувати начальний матеріал у межах їхньої професійної підготовки.

**Мета**: описати результати педагогічного експерименту з формування у майбутніх учителів фізики умінь візуалізувати начальний матеріал.

Дослідження проблеми формування у майбутніх учителів фізики умінь використовувати ЗКВ потребувало послідовного вирішення п'яти завдань: 1) уточнення спеціалізованого у галузі фізики програмного забезпечення, яке можна віднести до ЗКВ; 2) аналіз потреб вчителів фізики щодо візуалізації навчального матеріалу; 3) аналіз змісту навчальних планів підготовки майбутніх учителів фізики щодо формування у них умінь візуалізувати навчальний матеріал; 4) розробка моделі формування умінь візуалізувати навчальний матеріал у майбутніх учителів фізики; 5) перевірка ефективності розробленої моделі формування умінь візуалізувати навчальний матеріал у майбутніх учителів фізики.

**МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ**

Для виконання завдань дослідження використано теоретичні та емпіричні методи: *аналіз інструментарію* спеціалізованого в галузі фізики програмного забезпечення (ПЗ) для візуалізації понять, явищ, процесів (завдання 1); *опитування* для визначення потреб вчителів фізики щодо візуалізації навчального матеріалу (завдання 2); *аналіз змісту* навчальних планів підготовки майбутніх учителів фізики (завдання 3); *педагогічне проєктування і моделювання* для побудови моделі формування умінь візуалізувати навчальний матеріал у майбутніх учителів фізики (завдання 4); *педагогічний експеримент* для визначення ефективності розробленої моделі, критерій Стьюдента *статистичної оцінки* середніх для підтвердження вірогідності отриманих результатів.

Педагогічний експеримент з перевірки ефективності моделі формування у майбутніх учителів фізики умінь візуалізувати навчальний матеріал проводився на базі закладів освіти Сумської області. До експерименту залучено 23 вчителі фізики, 53 студенти (майбутні вчителі фізики).

Усі учасники експерименту були обізнані з метою проведення експерименту й надали персональну згоду в його участі.

Для перевірки ефективності моделі розроблено діагностичний інструментарій у вигляді показників, за якими відслідковувалися позитивні зрушення у сформованості умінь майбутніх учителів фізики візуалізувати навчальний матеріал.

Такими показниками стали: 1) знання про ЗКВ та їхній інструментарій; 2) знання шкільного курсу фізики; 3) знання про форми і методи унаочнення навчального матеріалу; 4) уміння використовувати інструментарій ЗКВ для побудови статичних моделей; 5) уміння використовувати інструментарій ЗКВ для побудови інтерактивних моделей; 6) здатність до рефлексії по відношенню до розроблених моделей (власних та своїх колег).

Зазначені показники дали можливість охарактеризувати три рівні умінь майбутніх учителів фізики візуалізувати навчальний матеріал:

*низький* (характеризується низькою мотивацією до використання технологій візуалізації у професійній діяльності і творчій самореалізації; відсутністю умінь моделювати навчальний матеріал; елементарною теоретичною і технологічною підготовкою щодо впровадження засобів комп'ютерної візуалізації у навчальний процес; фрагментарною здатністю до аналізу і самоаналізу діяльності суб'єктів навчального процесу; відсутністю бажання до впровадження засобів комп'ютерної візуалізації у власну професійну діяльність);

*середній* (характеризується обмеженим інтересом до технологій візуалізації та до використання засобів комп'ютерної візуалізації, частковими уміннями моделювати, ситуативними бажанням впроваджувати інструментарій засобів комп'ютерної візуалізації у професійній діяльності та потребою у додатковій мотивації, достатньою теоретичною, предметною та технологічною підготовкою у сфері впровадження засобів комп'ютерної візуалізації, невпевненістю у доцільності авторських інтерактивних моделей, недостатньо виявленою педагогічною рефлексією);

*високий* (характеризується усвідомленою й аргументованою мотивацією щодо використання візуальних моделей, засобів комп'ютерної візуалізації у професійній діяльності та щодо творчої самореалізації, ґрунтовною теоретичною, предметною та технологічною підготовкою у галузі фізики й засобів комп'ютерної візуалізації, здатністю критично оцінити наявний інструментарій, сформованим відчуттям готовності використовувати засоби комп'ютерної візуалізації та створювати власні візуальні моделі знань, усвідомленням потреби у постійному аналізі розвитку таких засобів та технологій їх використання).

Методики визначення досягнень за обраними показниками були наступними.

1. Знання про ЗКВ та їхній інструментарій перевірялися тестами, запропонованими Д.С. Безуглим у (2019).
2. Знання шкільного курсу фізики перевірялися тестами на основі ЗНО з фізики. Тестування передбачало 40 запитань, правильна відповідь на кожне з яких оцінювалася в 1 бал.
3. Знання про форми і методи унаочнення навчального матеріалу перевірялися тестами, розробленими Д.С. Безуглим (2019).
4. Уміння використовувати інструментарій ЗКВ для побудови статичних моделей перевірялися індивідуальним завданням.
5. Уміння використовувати інструментарій ЗКВ для побудови інтерактивних моделей перевірялися шляхом виконання проєкту.
6. Здатність до рефлексії по відношенню до авторських розробок визначалася на основі адаптованого тесту Л. Бережнової (Karpov, 2003), що містить 18 запитань по три варіанти відповіді на кожне.

Одержані результати були піддані статистичному аналізу з використанням критерію Стьюдента оцінки середніх у контрольній і експериментальній групах.

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

**Завдання 1.** За аналізом програмного забезпечення (ПЗ), яке дозволяє підтримати навчання фізики з позицій когнітивної візуалізації, нами виокремлено спеціалізоване ПЗ в галузі фізики (віртуальні фізичні лабораторії, цифрові фізичні лабораторії), ПЗ для моделювання фізичних процесів (математичне та імітаційне моделювання), а також ПЗ загального призначення (офісні програми з об'єктами Smart-Art, програми для створення анімацій) (рис.1).

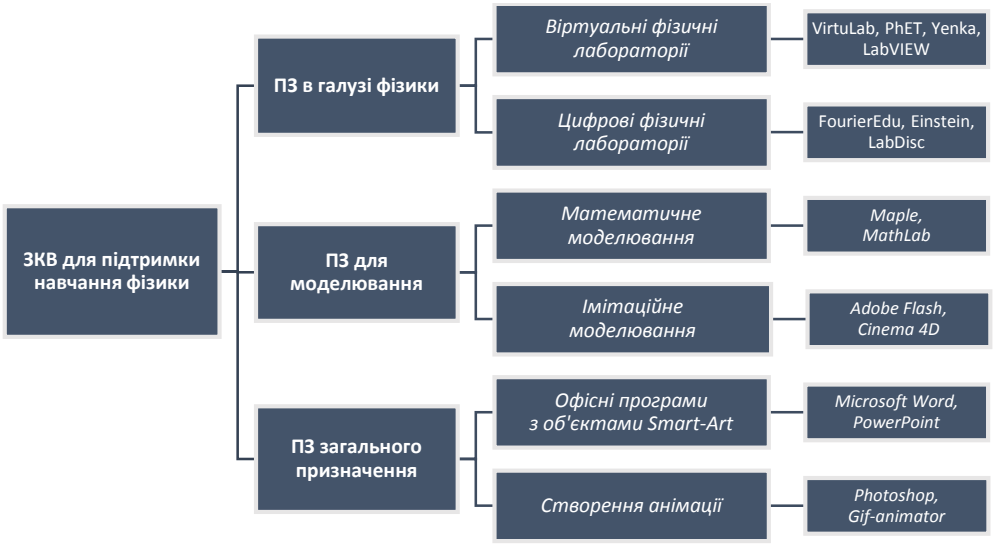


**Рис. 1. Класифікація ЗКВ для підтримки навчання фізики**

**Завдання 2.** Вивчення думки вчителів фізики (23 вчителі, які працюють вчителями фізики у Сумській області) щодо використання спеціалізованого ПЗ, у тому числі ЗКВ, на уроках фізики виявило наступне:

1) доступ до комп'ютерних класів є обмеженим (100% опитаних), а тому організація уроку фізики за персональним комп'ютером неможлива;

2) не в кожному закладі загальної середньої освіти Сумської області наявні цифрові фізичні лабораторії (100% опитаних), що з одного боку підтверджує важливість випереджувального опанування їхнім інструментарієм, а з іншого усе ж орієнтує на використання на уроках фізики іншого ПЗ;

3) віртуальні фізичні лабораторії типу Virtulab, Prometeus є складними для сприйняття учнями (96% опитаних), а тому їх використання не у спеціалізованих класах є дискусійним;

4) активно використовується пакет офісних програм, зокрема, програми презентацій (91% опитаних), що підтверджує потребу опанування їхнього інструментарію для супроводу освітнього процесу;

5) активно використовуються дидактичні матеріали, викладені у мережу Інтернет: готові презентації (67% опитаних), відеоматеріали (91% опитаних), анімації (91% опитаних), при цьому вчителі зазначали, що часто удосконалювали знайдений матеріал або запозичували ідею, але переробляли його під особливості освітнього процесу (100% опитаних);

6) для супроводу навчання фізики вчителями активно використовуються візуальні моделі та анімаційні ролики (100%), при цьому вчителі зазначали про здатність самостійно розробити комп'ютерну візуальну статичну модель (45%) та анімаційний ролик, пов'язаний з навчанням фізики (23%).

Таким чином, завдяки опитуванню працюючих учителів було зроблено висновок про важливість опанування майбутніми учителями фізики пакету офісних програм і опанування інструментарію тих середовищ, де можливим було створення візуальних моделей (статичних і динамічних).

**Завдання 3.** На виконання завдання 3 було проведено аналіз змісту навчального плану та робочих програм дисциплін професійної підготовки майбутніх учителів фізики Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка. Аналіз підтвердив наявність освітніх компонентів, покликаних сформувати уміння використовувати пакет офісних програм («ІКТ», 3 кредити, 1-й курс) і навички використання комп'ютера на уроках фізики (спецкурс «Використання комп'ютера на уроках фізики», 4 кредити, 4-й курс). Водночас аналіз навчальних планів підтвердив відсутність дисциплін, метою яких є формування умінь розробляти візуальні комп'ютерні моделі для підтримки навчання фізики.

Одержані результати завдань 1-3 дали підстави для розробки та експериментальної перевірки моделі формування у майбутніх учителів фізики вмінь візуалізувати навчальний матеріал.

**Завдання 4.** Розроблена модель формування умінь візуалізувати навчальний матеріал у майбутніх учителів фізики базується на діяльнісному та когнітивно-візуальному підходах і передбачає модернізацію змісту професійної підготовки шляхом включення до нього спецкурсу, спрямованого на формування таких умінь і який вивчається перед виробничою практикою.

Діяльнісний підхід розглядаємо як пріоритетність активної дії у формуванні у майбутніх учителів фізики вмінь візуалізувати навчальний матеріал, його використання дає можливість виявити й розкрити творчий потенціал кожного студента в навчальній діяльності. Когнітивно-візуальний підхід є необхідним з огляду на важливість якісного унаочнення навчального матеріалу з урахуванням законів зорового сприйняття, психологічних особливостей сприйняття кольорів і форм, а також з огляду на важливість формування у майбутніх учителів фізики умінь у візуальних образах передбачити активізацію пізнавальної діяльності молоді

Спецкурс «Моделювання у шкільному курсі фізики» розраховано на 4 кредити. Він містить два модулі: «Засоби комп'ютерної візуалізації для імітаційного моделювання» та «Моделювання фізичних процесів у Adobe Flash». Перший покликаний дати уявлення про інструментарій ЗКВ для створення статичних та інтерактивних об'єктів. Другий переслідує подвійну мету: навчити створювати авторські інтерактивні додатки для підтримки освітнього процесу та перевірити здатність майбутніх учителів фізики коректно унаочнювати фізичні явища й процеси.

Під час спецкурсу студентам пропонуються для вивчення теми: «Імітаційне моделювання», «Комп'ютерні засоби імітаційного моделювання», «Анімація руху», «Анімація форми», «Анімація графіки, тексту та кольору об'єктів», «Складна анімація», «Анімація фізичних процесів і явищ».

На лабораторних заняттях розв'язуються типові завдання (наприклад, завдання на розробку демонстрації руху тіла заданою траєкторією) та професійно орієнтовані завдання (наприклад, візуалізація процесу зміни агрегатного стану води (вода-лід-пар) за інструкцією, пропонуються подібні завдання для самостійної роботи. Програмою спецкурсу передбачено виконання індивідуальних проєктів на розробку інтерактивного додатку з візуалізації певного фізичного явища, закону чи процесу.

Зазначений спецкурс обумовив використання групових та індивідуальних форм навчання, проєктних методів навчання, ЗКВ (Adobe Flash, Adobe Photoshop та CorelDraw) як засобів навчання.

Розроблена модель вимагала перевірки її ефективності.

**Завдання 5.** До експериментального навчання було залучено 28 студентів (вони складали експериментальну групу). У контрольній групі навчалося 25 студентів.

На початку експерименту (третій рік навчання) та в кінці експерименту (кінець четвертого року навчання) студентам ЕГ і КГ було запропоновано пройти тести і виконати завдання для визначення рівнів навчальних досягнень за кожним із показників.

Одержані результати (табл.1) були піддані статистичному аналізу (критерій Стьюдента оцінки середніх), який підтвердив відмінність вибірок.

**ОБГОВОРЕННЯ**

Інформатизація суспільства впливає на молоде покоління, яке відмовляється читати тексти, але швидко сприймає візуальні образи. Це обумовлює необхідність використання засобів візуалізації навчального матеріалу в освітньому процесі та потребу у випереджувальній підготовці вчителів, зокрема, й учителів фізики.

*Таблиця 1*

**Результати статистичного аналізу за критерієм Стьюдента (для рівня значущості 0,05 критичне T=1,96)**

| *Показник* | *Середні* | | | | *Значення статистики* | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *КГ (до)* | *ЕГ (до)* | *КГ (після)* | *ЕГ (після)* | *T (до)* | *T (після)* |
| П1 | 10,84 | 9,64 | 10,84 | 13,11 | 1,08 | 2,02 |
| П2 | 26,72 | 21,86 | 23,92 | 28,46 | 1,8 | 2,08 |
| П3 | 9,08 | 10,14 | 13,04 | 15,07 | 1,03 | 2,07 |
| П4 | 18,08 | 20,86 | 23,52 | 30,07 | 1,04 | 2,84 |
| П5 | 18,76 | 21,68 | 29,12 | 39,46 | 0,97 | 3,84 |
| П6 | 30 | 34,04 | 34,32 | 44,68 | 1,77 | 4,35 |

Аналіз ПЗ, яке дозволяє підтримати навчання фізики з позицій когнітивної візуалізації, дає можливість розділити його на три класи: ПЗ в галузі фізики (віртуальні та цифрові фізичні лабораторії), ПЗ для моделювання (математичного та імітаційного), ПЗ загального призначення (офісні програми з об'єктами Smart-Art та програми для створення анімації).

Аналіз потреб вчителів фізики щодо візуалізації навчального матеріалу на основі проведеного опитування показав пріоритетність умінь оперувати інструментарієм офісного пакету програм та умінь створювати імітаційні моделі (статичні й динамічні) для пояснення фізичних явищ і процесів.

Аналіз змісту навчального плану та робочих програм дисциплін професійної підготовки майбутніх учителів фізики підтвердив відсутність дисциплін, метою яких є формування умінь розробляти візуальні комп'ютерні моделі для підтримки навчання фізики.

Розроблена модель формування умінь візуалізувати навчальний матеріал у майбутніх учителів фізики базується на діяльнісному та когнітивно-візуальному підходах і передбачає модернізацію змісту професійної підготовки шляхом включення до нього спецкурсу, який вивчається перед виробничою практикою з використанням групових та індивідуальних форм, проєктних методів та засобів ЗКВ (Adobe Flash, Adobe Photoshop та CorelDraw).

**ВИСНОВКИ**

Експериментальна перевірка розробленої моделі підтвердила її ефективність. Найбільшої динаміки набув показник «Знання про ЗКВ та їхній інструментарій», що пояснюємо цікавістю студентів до сучасних технологій візуалізації інформації та до використання ЗКВ у професійній діяльності.

Подальші дослідження спрямовуємо на вивчення проблеми формування у майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін умінь використовувати доповнену реальність в освітньому процесі.

**Список використаних джерел**


1. Безуглий Д.С. Формування готовності використовувати засоби комп'ютерної візуалізації крізь призму професійної підготовки вчителя інформатики : монографія / за наук. ред. О.В. Семеніхіної. Суми. 2019. 198 с.
2. Білоусова Л.І., Житєньова Н.В. Візуалізація навчального матеріалу з використанням технології скрайбінг у професійній діяльності вчителя. Фізико-математична освіта, 2016. Випуск 1(7). С. 39-47.
3. Величко С. П., Петриця А. Н. До проблеми вдосконалення навчального експерименту з фізики засобами новітніх інформаційних технологій. Наукові записки. Вип. 77. Серія: Педагогічні науки. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2008. Ч. 1. С. 339-344.
4. Заболотний В.Ф., Лаврова А.В. Навчальний фізичний експеримент з використанням цифрової лабораторії Nova5000. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Сер. : Педагогічна, 2013. Вип. 19. С. 82-85.
5. Заторський Р.А., Дудка О.М., Власій О.О. Роль інформаційно-комунікаційних технологій у візуалізації вивчення математики. Фізико-математична освіта, 2017. Випуск 3(13). С. 39-44.
6. Кислинська О.В. Використання інноваційних технологій на уроках фізики як засіб підвищення якості освіти : Методичні рекомендації. Харків, 2014. 44с.
7. Кудін А. П., Кархут В. Я. Мультимедійний навчально-методичний комплекс з вивчення теоретичної механіки. Інформаційні технології в освіті. Збірник наукових праць. 2013. Випуск 15. С. 52-59.
8. Логвіненко В.Г. Використання технології інфографіки для візуалізації навчального контенту. Фізико-математична освіта, 2018. Випуск 2(16). С. 79-85.
9. Осадчий В.В., Осадча К.П. Інформаційно-комунікаційні технології у процесі розвитку візуального мислення майбутніх учителів. Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Сер. : Педагогіка, 2014. № 1. С. 128-133.
10. Пінчук О. П. Формування предметних компетентностей учнів основної школи в процесі навчання фізики засобами мультимедійних технологій: автореф. дисертації на здобуття наукового ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02. «Теорія та методика навчання (фізика)» / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання Національної академії педагогічних наук України. К., 2011. 17 с.
11. Пяткова О.Б. Интеллект-карты как инструмент визуализации учебного материала на уроках естественно-математических дисциплин. Концепт, 2018. (V4). С. 81-87.
12. Рибалко О.О. On designing an electronic educational means "Geometrical designer" by using the Adobe Flash. Комп'ютер у школі та сім'ї, 2016. №4. С. 33-36.
13. Семеніхіна О., Білошапка Н. Про використання вчителями математики засобів комп'ютерної візуалізації. Гуманізація навчально-виховного процесу. Збірник наукових праць. № 1 (87). 2018. С. 289-302.

14. Семеніхіна О., Юрченко А. Уміння візуалізувати навчальний матеріал засобами мультимедіа як фахова компетентність учителя. Науковий вісник Ужгородського національного університету: Серія «Педагогіка. Соціальна робота». Ужгород : Видавництво УжНУ «Говерла», 2014. Випуск 33. С. 176-179.
15. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г., Хворостіна Ю. В. Використання хмарного сервісу GeoGebra у навчанні майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін. Інформаційні технології і засоби навчання. 2019. Т. 73. № 5. С. 48-66.
16. Семеніхіна О.В., Семеног О.М., Друшляк М.Г. Формування у майбутніх учителів умінь раціонально обрати програмний засіб: праксеологічний підхід. Інформаційні технології і засоби навчання. 2018. Т. 63. № 1. С. 230-241.
17. Шеховцова Д. Н. Использование компьютерных технологий для визуализации математического знания. Вестник ТГПУ №10. 2010. С. 99-103.
18. Karpov, A.V. Reflexivity as a psychological property and methods of its diagnostics. Psychological journal, 2003. Is. 5, P. 45-57.
19. Kelly R., Akaygun S. Visualizations and representations in chemistry education. Chemistry Education Research and Practice, 2019. Vol. 20(4). P. 657-658. doi:10.1039/c9rp90009h
20. Lehning H. Visualisation and Communication in Mathematics. Knowledge Visualization and Visual Literacy in Science Education, 2016. P. 122-140. doi:10.4018/978-1-5225-0480-1.ch006
21. Semenikhina E., Yurchenko A. Professional Readiness of Teachers to Use Computer Visualization Tools: A Crucial Drive. Journal of Advocacy, Research and Education, 2016. Vol.(7), Is. 3. Pp. 174-178.
22. Semenikhina O., Proshkin V., Drushlyak M. Mathematical knowledge control automation within dynamic mathematics programs. E-learning and STEM Education : Monograph / Scientific Editor Eugenia Smyrnova-Trybulska. Katowice-Cieszyn. 2019. P.224-240.
23. Semenikhina O., Drushlyak M., Lynnyk S., Kharchenko I., Kyryliuk H., Honcharenko O. On Computer Support of the Course “Fundamentals of Microelectronics” by Specialized Software: the Results of the Pedagogical Experiment. TEM Journal, 2020. Vol. 9(1), P. 309-316.
24. Semenog O., Yurchenko A., Udovychenko O., Kharchenko I., Kharchenko S. Formation of Future Teachers’ Skills to Create and Use Visual Models of Knowledge. TEM Journal, 2019. Vol. 8(1), P. 275-283. DOI: 10.18421/TEM81-38.
25. Wang F. Research on the Application of Knowledge Visualization in Information Technology Curriculum. Proceedings of the 2017 7th International Conference on Education, Management, Computer and Society (Emcs 2017), vol. 61, P. 433-437.

**References**

1. Bezuhlyi, D. (2019). Formuvannia hotovnosti vykorystovuvaty zasoby kompiuternoi vizualizatsii kriz pryzmu profesiinoi pidhotovky vchytelia informatyky [Formation of willingness to use computer imaging through the prism of computer science teacher training] [in Ukrainian].
2. Bilousova, L., & Zhytienova, N. (2016). Vizualizatsiia navchalnoho materialu z vykorystanniam tekhnolohii skraibinh u profesiinii diialnosti vchytelia [Visualization of teaching material using scribing technology in teacher's professional activity]. *Fizyko-matematychna osvita – Physics and Mathematics Education*, 1(7), 39-47 [in Ukrainian].
3. Velychko, S., & Petrytsia, A. (2008). Do problemy vdoskonalennia navchalnoho eksperymentu z fizyky zasobamy novitnikh informatsiinykh tekhnolohii [To the problem of improving the educational experiment in physics by means of the latest information technologies]. *Naukovi zapysky. Seriia: Pedahohichni nauky – Proceedings. Series: Pedagogical Sciences.* Kirovohrad: RVV KDPU im. V. Vynnychenka, 77, 1, 339-344 [in Ukrainian].
4. Zabolotnyi, V., & Lavrova, A. (2013). Navchalnyi fizychnyi eksperyment z vykorystanniam tsyfrovoi laboratorii Nova5000 [Physical training experiment using Nova5000 digital lab]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu im. Ivana Ohiienka. Ser. : Pedahohichna – Collection of scientific works of Kamenets-Podilsky National University. Ivan Ogienko. Avg. : Pedagogical*, 19, 82-85 [in Ukrainian].
5. Zatorskyi, R., Dudka, O., & Vlasii, O. (2017). Rol informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii u vizualizatsii vyvchennia matematyky [The role of information and communication technologies in visualization of mathematics study]. *Fizyko-matematychna osvita – Physics and Mathematics Education*, 3(13), 39-44 [in Ukrainian].
6. Kyslynska, O. (2014). Vykorystannia innovatsiinykh tekhnolohii na urokakh fizyky yak zasib pidvyshchennia yakosti osvity [Using innovative technologies in physics lessons as a means of improving the quality of education], Kharkiv [in Ukrainian].
7. Kudin, A., & Karkhut, V. (2013). Multymediinyi navchalno-metodychnyi kompleks z vyvchennia teoretychnoi mekhaniky [Multimedia educational-methodical complex for the study of theoretical mechanics]. *Informatsiini tekhnolohii v osviti. Zbirnyk naukovykh prats – Information technology in education. Collection of scientific works*, 15, 52-59 [in Ukrainian].
8. Lohvinenko, V. (2018). Vykorystannia tekhnolohii infohrafiky dlia vizualizatsii navchalnoho kontentu [Use of infographic technology to visualize educational content]. *Fizyko-matematychna osvita – Physics and Mathematics Education*, 2(16), 79-85 [in Ukrainian].
9. Osadchyi, V., & Osadcha K. (2014). Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii u protsesi rozvytku vizualnoho myslennia maibutnikh uchyteliv [Information and communication technologies in the process of development of visual thinking of future teachers]. *Naukovyi visnyk Melitopolskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. Ser. : Pedahohika – Scientific Bulletin of Melitopol State Pedagogical University. Avg. : Pedagogy*, 1, 128-133 [in Ukrainian].
10. Pinchuk, O. (2011). Formuvannia predmetnykh kompetentnostei uchniv osnovnoi shkoly v protsesi navchannia fizyky zasobamy multymediinykh tekhnolohii [Formation of subject competences of elementary school students in the process of teaching physics by means of multimedia technologies]. Extended abstract of candidate’s thesis. Instytut informatsiinykh tekhnolohii i zasobiv navchannia Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy. Kyiv [in Ukrainian].
11. Pyatkova, O. (2018). Intellekt-karty kak instrument vizualizacii uchebnogo materiala na urokah estestvenno-matematicheskih disciplin [Intelligence cards as a tool for visualizing educational material in the lessons of natural-mathematical disciplines]. *Koncept – Concept*, 4, 81-87 [in Russian].

12. Rybalko, O. (2016). On designing an electronic educational means "Geometrical designer" by using the Adobe Flash. *Kompiuter u shkoli ta simi – Computer at school and family*, 4, 33-36 [in English].
13. Semenikhina, O., & Biloshapka, N. (2018). Pro vykorystannia vchyteliamy matematyky zasobiv kompiuternoi vizualizatsii [n teachers' use of mathematics in computer visualization]. *Humanizatsiia navchalno-vykhovnoho protsesu. Zbirnyk naukovykh prats – Humanization of the educational process. Collection of scientific works*, 1 (87), 289-302 [in Ukrainian].
14. Semenikhina, O., & Yurchenko, A. (2014). Uminnia vizualizuvaty navchalnyi material zasobamy multymedia yak fakhova kompetentnist uchytelia [Ability to visualize educational material by means of multimedia as a professional competence of the teacher] *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu: Seriia «Pedahohika. Sotsialna robota» – Uzhgorod National University Scientific Bulletin: Series "Pedagogy. Social work",*33, 176-179 [in Ukrainian].
15. Semenikhina, O., Drushlyak, M., & Khvorostina, Yu. (2019). Vykorystannia khmarnoho servisu GeoGebra u navchanni maibutnikh vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin [The use of the GeoGebra cloud service in teaching future teachers of natural and mathematical disciplines]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information technology and training tools*, 73, 5, 48-66 [in Ukrainian].
16. Semenikhina, O., Semenog, O., & Drushlyak, M. (2018). Formuvannia u maibutnikh uchyteliv umin ratsionalno obraty prohramnyi zasib: prakseolohichnyi pidkhid [Forming future teachers the ability to rationally choose a software tool: a praxeological approach]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information technology and training tools*, 63, 1, 230-241 [in Ukrainian].
17. Shehovcova, D. (2010). Ispol'zovanie komp'juternyh tehnologij dlja vizualizacii matematicheskogo znanija [Using computer technology to visualize mathematical knowledge]. *Vestnik TGPU – Bulletin of TSPU*, 10, 99-103 [in Russian].
18. Karpov, A. V. (2003). Reflexivity as a psychological property and methods of its diagnostics. *Psychological journal*, 5, 45-57 [in English].
19. Kelly, R., & Akaygun, S. (2019). Visualizations and representations in chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 657-658. doi:10.1039/c9rp90009h [in English].
20. Lehning, H. (2016). Visualisation and Communication in Mathematics. *Knowledge Visualization and Visual Literacy in Science Education*, 122-140. doi:10.4018/978-1-5225-0480-1.ch006 [in English].
21. Semenikhina E., & Yurchenko A. (2016). Professional Readiness of Teachers to Use Computer Visualization Tools: A Crucial Drive. *Journal of Advocacy, Research and Education*, 3(7), 174-178. [in English].
22. Semenikhina, O., Drushlyak, M., Lynnyk, S., Kharchenko, I., Kyryliuk, H., & Honcharenko, O. (2020). On Computer Support of the Course "Fundamentals of Microelectronics" by Specialized Software: the Results of the Pedagogical Experiment. *TEM Journal*, 9(1), 309-316 [in English].
23. Semenikhina, O., Proshkin, V., & Drushlyak, M. (2019). Mathematical knowledge control automation within dynamic mathematics programs. *E-learning and STEM Education*. Katowice-Cieszyn, 224-240 [in English].
24. Semenog, O., Yurchenko, A., Udovychenko, O., Kharchenko, I., & Kharchenko, S. (2019). Formation of Future Teachers' Skills to Create and Use Visual Models of Knowledge. *TEM Journal*, 8(1), 275-283. DOI: 10.18421/TEM81-38 [in English].
25. Wang, F. (2017). Research on the Application of Knowledge Visualization in Information Technology Curriculum. *Proceedings of the 2017 7th International Conference on Education, Management, Computer and Society* (Emcs 2017), 61, 433-437 [in English].

**FORMATION OF SKILLS TO VISUALIZE OF FUTURE PHYSICS TEACHER: RESULTS OF THE PEDAGOGICAL EXPERIMENT**

***O. Semenikhina, A. Yurchenko, O. Udovychenko***

*Makarenko Sumy State Pedagogical University, Sumy, Ukraine*

***Abstract.***

***Formulation of the problem.*** *The problem of the formation of skills to visualize of future physics teachers is relevant for teachers of natural and mathematical specialties because their professional activity is related to the explanation of abstract concepts, the logic of reasoning or processes, and the explanation of natural phenomena at the micro and macro levels. Objective: To describe the results of a pedagogical experiment on the formation of skills to visualize of future physics teachers.*

***Materials and methods:*** *Theoretical and empirical methods were used to perform the research tasks: analysis of tools of specialized software in the field of physics for visualization of concepts, phenomena, processes; a survey to determine the needs of physics teachers to visualize; analysis of the content of the curricula for the training of future physics teachers; pedagogical design and modeling to build a model of formation of skills to visualize of future physics teacher; pedagogical experiment to determine the effectiveness of the model developed, Student's criterion for statistical evaluation of averages to confirm the reliability of the results obtained.*

***Results.*** *The developed model of formation of skills to visualize of future physics teachers bases on cognitive-visual approaches and provides the modernization of the content of vocational training by including in it a special course, which is studied before production practice using group and individual methods.*

***Conclusions.*** *The analysis of software that supports the teaching of physics makes it possible to divide it into three classes: software in physics (virtual and digital-physical laboratories), simulation software (mathematical and simulation), general-purpose software (office applications with Smart-Art-objects and animation software). An analysis of the needs of physics teachers to visualize training material based on a survey showed the priority of using the tools of the office suite of programs and the ability to create simulation models (static and dynamic) to explain physical phenomena and processes. The introduction of a model of formation of skills to visualize of future physics teachers ensures the achievement of the goal. Further research is directed to the study of the problem of forming skills in future teachers of natural and mathematical disciplines skills to use augmented reality in the educational process.*

***Keywords:*** *future physics teachers, ability to visualize, computer visualization tools, forming skills to visualize.*