

С. А. Кирилащук

ORCID:0000-0002-8972-3541

Вінницький національний технічний університет

З. В. Бондаренко

ORCID: 0009-0009-1032-1469

Вінницький національний технічний університет

В. І. Клочко

ORCID: 0000-0003-4100-1838

Вінницький національний технічний університет

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ВИВЧЕННЯ КУРСУ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

У статті досліджено проблему проектування технології візуалізації вивчення курсу вищої математики студентами інженерних спеціальностей. Виділено основні компоненти моделі технології візуального навчання: формування базових навчальних елементів; моделі образів об'єктів навчання; підвищення якості аналітичної підготовки студентів, формування знань, умінь та навичок застосування науково-методологічного апарату. Особливістю запропонованої педагогічної технології є те, що у ході її використання поряд із візуалізацією застосовуються сучасні інформаційні технології.

Проектування візуалізації навчального матеріалу з вищої математики пропонується реалізовувати у декілька етапів: відбір навчального матеріалу, структурно-логічний аналіз і побудова структурно-логічної схеми навчальної інформації; виділення методологічних і прикладних аспектів теми; розміщення візуального навчального матеріалу з урахуванням логіки формування навчальних понять; добір опорних образів (ключових понять, символів, фрагментів схем); пошук внутрішніх логічних взаємозв'язків та міжпредметних зв'язків; складання первинного варіанта, компонування матеріалу в блоки; критичне осмислення первинного варіанта, перекомпонування, перебудова, спрощення; заключна корекція опорного конспекту, схеми чи іншого візуального образу.

При доборі змісту враховується технологія професійної спрямованості вивчення курсу вищої математики, що реалізується в трьох напрямках: методологічні знання, уміння для здійснення дослідницьких функцій; міждисциплінарна взаємодія навчальних дисциплін, що дозволяє розкрити роль математики у якісному засвоєнні спеціальних дисциплін, а також в майбутній професійній діяльності; використання комплексу навчальних професійно-орієнтованих завдань, розв'язування яких істотно впливає на мотивацію вивчення курсу вищої математики.

Дослідження підтвердило, що використання візуального контенту значно покращує ефективність подання та засвоєння понять курсу вищої математики.

Ключові слова: курс вищої математики, проектування, візуалізація, сучасні інформаційні технології, структурно-логічної схеми, педагогічні технології, професійно-орієнтовані завдання, знаково-символьні засоби.

Постановка проблеми. Згідно з європейськими принципами та напрямками розвитку вищої технічної освіти слід впроважувати методики навчання, основами яких є принцип «створити» замість принципу «повторити». Ця методика особливо ефективна саме у технічній освіті, де компонента знання є лише основою для здійснення компоненти уміння, де створення нового є метою технічної освіти, якій підпорядковані всі завдання, етапи та структура навчання. Підготовка майбутніх інженерів спрямована на формування дослідницької діяльності студентів. В умовах сучасної освіти, особливо у галузі інженерних спеціальностей, виникає необхідність удосконалення методик викладання вищої математики. Традиційні підходи до викладання не завжди забезпечують достатній рівень засвоєння складних теоретичних концепцій та їх практичного застосування. Одним із можливих шляхів вирішення цієї проблеми є впровадження технологій візуалізації навчального матеріалу, що дозволяє більш наочно та зрозуміло подати складні математичні поняття і процеси.

Основна проблема полягає у розробці ефективної технології візуалізації, яка б не тільки покращувала розуміння та засвоєння навчального матеріалу, але й інтегрувала сучасні інформаційні технології для підвищення якості аналітичної підготовки студентів. У цьому контексті важливо визначити ключові компоненти моделі технології візуального навчання, що включає формування базових навчальних елементів, створення моделей образів об'єктів навчання та розвиток навичок застосування науково-методологічного апарату.

Аналіз актуальних досліджень. Аналіз наукової літератури з проблем візуалізації навчання свідчить про розмаїття публікацій у наукових часописах і монографіях, що з'ясовують проблеми візуалізації в різних контекстах.

У численній психолого-педагогічній літературі термін візуалізація пояснюється неоднозначно. У Великому тлумачному словнику сучасної української мови поняття «візуалізація» подано як «процес одержання видимого зображення яких-небудь предметів, явищ, процесів, недоступних для безпосереднього спостереження» [3]. Одні вважають візуалізацію, як подання числової та текстової інформації у вигляді графіків, діаграм, структурних схем тощо. Інші, розглядають візуалізацію, як процес подання даних шляхом зображення. Ще одне тлумачення терміну «візуалізація» полягає не стільки у демонстрації образу навчального об'єкта, скільки у створенні цього образу. Це зумовило тлумачення терміну «візуалізація» як специфічної і складнішої категорії дидактики у порівнянні з традиційним поняттям «наочності», оскільки ще включає у систему дій викладача конструювання образу об'єктів. З точки зору Ф. Джеймсона, візуалізація стає «знаком» нашого часу, «симптоматичним індексом духу часу» [5]. Дидактичні аспекти використання технологій візуалізації, з урахуванням психолого-педагогічних особливостей сприйняття сучасними учнями інформаційних потоків, детально розглянуто у роботі Л. Білоусової та Н. Житеньової [2]. Створено оригінальні прийоми комп'ютерної візуалізації навчального матеріалу, розроблено нові методики її застосування у навчанні деяких дисциплін. Зокрема, визначено технологічні напрями їх застосування в сучасній освіті, розкрито можливості їх застосування для візуального подання інформації.

Підходи до означення понять «наочність» і «візуалізація» розглянуто у статті О. Бабич, О. Семеніхіної [1]. За аналізом тлумачень цих термінів зроблено висновок про

хібність їх ототожнення. Поняття «наочність» є більш широким по відношенню до терміну «візуалізації», але поняття «візуалізація» не може «поглинутися» наочною через включення у цей термін додаткових вимог конструювання наочного образу. За аналізом підходів у тлумаченні терміну «візуалізація» можна стверджувати про одноставність у думках про сприйняття навчального об'єкту через зір, тобто наочний образ.

Г. Корицька [8] наголошує на застосуванні інноваційних підходів до реалізації основних завдань освіти. Водночас осмислює роль цифрової культури, яка впливає на соціалізацію сучасної особистості, акцентує на готовності викладачів ефективно використовувати новітні технології візуалізації в педагогічній діяльності.

Разом з цим, сам термін «візуалізація» і його походження від англійського слова *visualization* як похідні від дієслова вимагають дії, тому візуалізацію скоріше варто сприймати як процес унаочнення навчального матеріалу, що вимагає не тільки відтворення зорового образу, а й процес його конструювання.

Мета статті - створення візуального контенту як засобу ефективного подання понять, змісту курсу вищої математики, що вивчається у технічних закладах вищої освіти. Гіпотеза дослідження полягає в тому, що опанування студентами технічних закладів вищої освіти змістом курсу вищої математики буде ефективнішим, якщо супроводжуватиметься візуальною навчальною інформацією. Завдання дослідження зосереджується на тому, щоб виділити такі основні компоненти моделі технології візуального навчання: формування базових навчальних елементів (поняття, теореми, задачі, алгоритми розв'язування задач, засоби оцінювання набутих знань); моделі образів об'єктів навчання (графіки, тексти, образи об'єктів); підвищення якості аналітичної підготовки студентів, формування у них знань, умінь та навичок застосування науково-дослідницького апарату та інформаційних технологій у процесі обґрунтування та оцінювання розв'язків.

Виклад основного матеріалу. Процес проектування візуалізації навчання вищої математики згідно із запропонованою технологією реалізується з урахуванням нашого досвіду укладання навчальних програм. За нашими спостереженнями у зміст курсу вищої математики у технічних закладах вищої освіти може бути внесено матеріал, що не відноситься до навчальної програми курсу; матеріал, що відповідає потребам відповідних галузей інженерної науки; матеріал, що використовується лише для конкретної інженерної практики; матеріал, що звужує зміст курсу вищої математики уведенням питань, що стосуються певного технологічного змісту.

Серед задач математичної освіти у технічному університеті, з урахуванням візуального підходу, є:

- оволодіння конкретними математичними знаннями та методами, необхідними для вивчення спеціальних дисциплін;
- оволодіння навичками математичних досліджень: навичками будувати математичні моделі, оцінювати похибки розв'язків.

Проблема ілюстрації математичних понять і методів певними застосуваннями складна. У фундаментальних і спеціальних дисциплінах необхідність використання формули або методу намагаються обґрунтувати розрахунками для якої-небудь конкретної ситуації. Такий підхід зберігається і в математиці, коли наводяться

міркування щодо понять або математичних методів. Для ілюстрації застосування на практиці конкретного математичного поняття або моделі необхідно показати широту його можливостей при розв'язуванні різних інженерних, економічних чи інших задач. Отже, форма подачі ілюстративного матеріалу зовсім інша – в основному візуальна.

Подання змісту вищої математики має бути побудовано так, щоб не тільки давати студентам певний обсяг знань, який необхідний для засвоєння подальших дисциплін, але й систематично демонструвати на доступних прикладах можливість і необхідність застосування математичних методів для пізнання закономірностей реальних процесів. Через конкретні обчислення студентів простіше оволодіти абстрактними математичними конструкціями.

Запропоновані завдання мають дозволити студентам визначати свої стратегії.

Перша стратегія – це прийняття даних, коли студенти починають із статичної ситуації, що може бути виразом, таблицею, умовою, малюнком, схемою, реченням, розрахунком або просто набором даних, на основі яких вони формулюють запитання, щоб сформулювати проблему. Друга стратегія полягає у розширенні заданого завдання шляхом зміни того, що задано. З інформації, що міститься в проблемі, студенти формулюють запитання, визначають, що є відомим, що є невідомим, які є умови та обмеження, що собою представляє відповідь у розв'язанні задачі. Модифікація цих аспектів або запитань формулюють нові запитання.

Проектування візуалізації навчального матеріалу з вищої математики ми пропонуємо реалізувати у декілька етапів: відбір навчального матеріалу, структурно-логічний аналіз і побудова структурно-логічної схеми навчальної інформації; виділення методологічних і прикладних аспектів теми; розміщення візуального навчального матеріалу з урахуванням логіки формування навчальних понять; добір опорних образів (ключових понять, символів, фрагментів схем); пошук внутрішніх логічних взаємозв'язків та міжпредметних зв'язків; складання первинного варіанта, компонування матеріалу в блоки; критичне осмислення первинного варіанта, перекомпонування, перебудова, спрощення; заключна корекція опорного конспекту, схеми чи іншого візуального образу.

Візуальна здатність уявлення поєднана з формуванням образу, що розширює пізнавальні можливості людини. Створення мисленневих (ментальних) образів шляхом уявлення і вільне оперування ними є результатом творчого осяяння (інсайту). Він постає незвичним поєднанням образів, ідей, думок, елементів побаченого і мислимого. При цьому, важливо, щоб візуальні уявлення були інтерактивними, в яких студент міг би змінювати початкові умови, параметри перебігу процесів та спостерігати за змінами у поведінці образу об'єкта, що вивчається. Це дозволить висувати достовірні гіпотези, правильно визначати напрями дослідження та вносити корективи у побудовану модель.

При візуалізації умов численних теорем курсу вищої математики доцільно розглядати приклади, у яких теорема виконується. Прикладами є теореми Ролля, Лагранжа і Коші. Зупинившись на їх змісті слід наголосити на тому, що не завжди слід вважати, що менш загальне твердження є наслідком загальнішого (загальна теорема Коші є наслідком теореми Ролля).

Але особливого значення набувають приклади, де будь-яка умова теореми не виконується. На рис.1 наведено графіки функцій для яких не виконується висновок

теорема Ролля: кожна із умов теореми є необхідною умовою. Ця можливість візуального уявлення невиконання умов теорем виховує математичну і логічну культуру студента.

Обов'язковими є приклади, де інтуїція неспроможна нам підказати відповідну відповідь. Так, інтуїція каже, що якщо функція неперервна, то графік функції між двома різними досить близькими точками з'єднується відрізком і, тоді, у проміжних точках існує дотична, тобто похідна. Але, якщо функція всюди не диференційована, кожна точка є кутовою (наприклад, функція Вейерштрасса) рис.1.

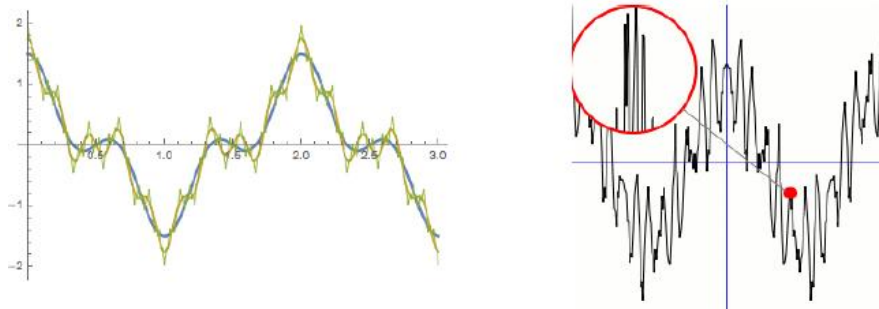


Рис.1 Функція Вейерштрасса (неперервна функція, яка ніде не має похідної)

При використанні комп'ютерної графіки для ілюстрації тих чи інших понять, методів, процесів необхідно оцінювати потрібний рівень візуалізації і у зв'язку з цим, будувати методикку застосування інформаційної технології навчання. Як показала практика вивчення похідної, визначеного інтегралу, значний обсяг візуалізації може мати негативний вплив на формування у студентів цих понять. Деякі студенти поняття похідної ототожнюють з прямою, тобто з дотичною до графіка функції, а визначений інтеграл з площею фігури. Ілюстрації виконують свою функцію тільки в тому випадку, коли вони ґрунтуються на свідомо засвоєних знаннях.

Вивчення неперервності функції в точці доцільно вводити на конкретних прикладах графіків функцій, які мають та які не мають таку властивість, активно залучаючи графічну ілюстрацію. У теорії систем та сигналів, в залежності від ситуації, поняття функції доводиться розуміти з різним ступенем загальності. В одних випадках розглядаються неперервні, гладкі, багато разів диференційовні функції. В інших – доводиться припускати, що функції диференційовні лише кілька разів або лише один раз. Опора на візуальні уявлення понять математичного аналізу дозволяють студентам глибше ними оволодіти.

Оскільки, у зміст образу входять основні ознаки системи образів, то демонстрація об'єктів, які належать даній системі особливо важлива. Візуальне розмаїття розвиває чутливість до відмінностей, що знадобиться під час роботи з об'єктами надалі. Аналітичною діяльністю під час дослідження функції студенти володіють на достатньому рівні. Проте перехід до відповідних графічних побудов здійснюється студентами з помилками. В основному це стосується характеру поведінки функції і відповідного графіка на проміжку. Студенти правильно формулюють умови монотонності за першою похідною та опуклості, угнутості за другою похідною, але виникають труднощі з графічним тлумаченням цих умов.

Проблема ілюстрації математичних понять і методів певними застосуваннями дуже складна. У фундаментальних і спеціальних дисциплінах необхідність використання формули або методу намагаються обґрунтувати розрахунками для якої-небудь конкретної ситуації. Такий підхід зберігається і в математиці, коли вводиться поняття або розглядається математичний метод (наприклад, метод невизначених коефіцієнтів). Для ілюстрації застосування на практиці конкретного математичного поняття або моделі необхідно показати обсяг її можливостей при розв'язуванні різних інженерних, економічних чи інших задач. Отже, форма подачі ілюстративного матеріалу зовсім інша – в основному візуальна. Спрчатку повинен бути аналіз графічного подання понять і лише після цього наводити його аналітичну форму. Такий підхід дозволить формувати системи понять, включати завдання, що розширюють рамки застосування теорії одного розділу в інший.

Математична мова - символічна, але, коли сприймаються не символи самі по собі, а їх зміст, що, по суті, і є уявним, то й використання цієї мови символів стає рівнозначним використанню власної мови. Оскільки, розв'язання задач потребує певної швидкості обробки інформації, ці фактори мають першорядне значення.

Зупинимось на проблемах: читання зображень просторових об'єктів, невміння їх зображати; сприйняття двовимірних графіків як просторових, визначення відношення між окремими елементами зображених двовимірних об'єктів, зокрема графіків функцій; подумки змінювати взаємне розташування елементів, розчленовувати об'єкт або скласти новий [5]. Використання систем комп'ютерної математики у навчальній діяльності дає можливість наблизити процес навчання до реального процесу пізнання понять з використанням різних програмних засобів, зазвичай деяких спеціальних програм для побудови зображення. На рис. 2 наведено приклади завдань щодо оцінювання рівня набутих знань, їх систематизації та змістовності за результатами вивчення функцій багатьох змінних. Візуалізація доповнює пізнавальний процес, дає змістовні знання про математичні об'єкти. Так, під час вивчення теми “Умовний екстремум” студентам не завжди зрозуміло, чому так називається цей екстремум, та що він собою являє. Якщо побудувати за допомогою систем комп'ютерної математики перерізи поверхні та площини, або двох поверхонь, то можна побачити точки екстремуму, що належать перерізу та задовольняють умову задачі.



Рис.2. Візуалізація поверхонь та їх перерізів

Головним стає питання про використання візуалізації для тлумачення математичних понять з використанням різних програмних засобів. Образами також можуть бути об'ємні фігури, тому використання даної технології під час вивчення “Аналітичної геометрії” створює можливості візуалізації формувати у студентів просторові уявлення, просторове мислення. Візуалізація і поєднання цифрових образів

реальних об'єктів надає можливість нового способу вирішення проблем формування фахово зорієнтованих знань та умінь з курсу вищої математики.

Відповідно до поставлених мети і гіпотези дослідження, педагогічний експеримент здійснювався зі студентами 1 курсу. Для проведення педагогічного експерименту з оцінки: рівня розуміння математичних концепцій, вміння застосовувати математичні методи, рівня критичного мислення було обрано експериментальну (150 студентів) та контрольну групи (150 студентів). В експериментальній групі проводилось навчання з використанням сучасних інформаційних технологій та візуалізації математичних концепцій, в той час як контрольна група вивчала матеріал традиційними методами.

Обидві групи були протестовані перед початком експерименту для визначення їхнього початкового рівня знань та навичок з математики. Результати показали, що не існує таких відмінностей.

Експериментальній групі було проведено навчання з використанням сучасних інформаційних технологій, таких як інтерактивні візуалізації, віртуальні лабораторії, інтерактивні відеоуроки. Контрольна група отримала традиційні уроки.

Після закінчення навчання в експериментальній і контрольній групах було проведено тестування для оцінки засвоєння матеріалу.

За допомогою t-критерію Стюдента порівняли результати тестування між експериментальною та контрольною групами. Для $\alpha = 0,05$ критичне значення t-статистики приблизно 1,64. Оскільки, наше розраховане значення $t = 3,96$ більше за критичне, ми можемо відхилити нульову гіпотезу і прийняти альтернативну гіпотезу. Це означає, що є статистично значуща різниця між середніми результатами тестування експериментальної та контрольної груп. У нашому випадку, експериментальна група (яка використовувала сучасні технології) показала кращі результати у порівнянні з контрольною групою.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Дослідження підтвердило, що використання візуального контенту значно покращує ефективність подання та засвоєння понять курсу вищої математики. Аналіз результатів свідчить про те, що студенти краще розуміють і запам'ятовують навчальний матеріал, коли він супроводжується візуальними елементами, такими як графіки, схеми, тексти і образи об'єктів.

Гіпотеза дослідження, яка стверджувала, що опанування змістом курсу буде ефективнішим за умови використання візуальної навчальної інформації, знайшла своє підтвердження. Студенти, які навчалися за візуальною методикою, показали вищі результати в аналітичній підготовці, здобутті знань, умінь та навичок застосування науково-дослідницького апарату та інформаційних технологій.

У процесі дослідження були виділені основні компоненти моделі технології візуального навчання, що включають формування базових навчальних елементів, створення моделей образів об'єктів навчання та підвищення якості аналітичної підготовки студентів.

Візуальне ознайомлення з математичними поняттями, зорове сприйняття їхніх властивостей, зв'язків та відношень між ними дозволяють візуально розгорнути перед студентами окремі фрагменти теорії, сформувані та поширити узагальнений алгоритм

операцій, застосувати набуті знання та вміння до пізнання змісту інших розділів курсу вищої математики та галузей знань.

Попередні дослідження вже показали, що проблема проектування та застосування візуалізації навчальної інформації у навчання математики в технічному ВНЗ вимагає додаткових пошуків, зокрема, в аспекті сучасних методичних підходів до навчання вищої математики майбутніх технічних фахівців під час дистанційного навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабич, О., Семеніхіна, О. В. (2014). До питання про співвідношення понять наочність і візуалізація. Фізико-математична освіта. Науковий журнал. Суми : СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2, 47-53. (Babich, O., Semenikhina, O.V. (2014). On the question of the relationship between the concepts of clarity and visualization. Physical and mathematical education. Scientific journal, Sumy: Sumy State University named after A.S. Makarenko, 2, 2014, 47-53).
2. Білоусова, Л. І., Житеньова, Н. В. (2017). Функціональний підхід до використання технологій візуалізації для інтенсифікації навчального процесу. Інформаційні технології і засоби навчання, 57, 38-49. (Bilousova, L. I., Zhytenyova, N.V. (2017). A functional approach to the use of visualization technologies for the intensification of the educational process/ Information technologies and teaching aids, 57, 38-49).
3. Бусел, В. Т. (2003). Великий тлумачний словник сучасної української мови. (2003). Ірпінь : Перун, 1440 (Busel, V. T. (2003). A large explanatory dictionary of the modern Ukrainian language, Irpin: Perun, p. 1440).
4. Вакалюк, Т.А., Спірін, О.М. (2021). Інформаційно-цифрові технології: сутність поняття. Звітна науково-практична конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : матеріали науково-практичної конференції, 16–17. (Vakalyuk, T. A. and Spirin, O. M. (2021). Information and digital technologies: the essence of the concept. Report of the scientific-practical conference of the Institute of Information Technologies and Teaching Aids of the National Academy of Sciences of Ukraine: materials of the scientific-practical conference, 16–17).
5. Джеймісон, Ф. (2008). Постмодернізм, або Логіка культури пізнього капіталізму. К.: Вид-во «Курс», 504. (Jamison, F. (2008). Postmodernism or the Logic of the Culture of Late Capitalism. Kyiv "Kurs" Publishing House, 504).
6. Дяденчук, А. Ф., Халанчук, Л. В. (2020). Візуалізація задач диференціального числення при підготовці студентів інженерних спеціальностей. Класичні та прикладні математичні проблеми у наукових дослідженнях здобувачів вищої освіти і молодих вчених: історичний та сучасний аспекти: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих вчених: Харків, 114-117. (Dyadenchuk, A. F., Khalanchuk, L.V. (2020). Visualization of differential calculus problems in the preparation of engineering students. Classical and applied mathematical problems in scientific research of higher education graduates and young scientists: historical and modern aspects: materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Higher Education Graduates and young scientists. Kharkiv, 114-117).

7. Кирилашук, С. А, Бондаренко, З. В., Ключко, В. І., Хом'юк, І. В. (2022). Застосування знаково-символічного підходу у процесі формування професійних компетентностей студентів вищих технічних навчальних закладів. ІТКІ, 53(1). 91–100. (Kyrylashchuk, S.A., Bondarenko, Z.V., Klochko, V.I., Khomyuk, I.V. (2022). Application of the sign-symbolic approach in the process of formation of professional competences of students of higher technical educational institutions", ІТКІ, 53(1), 91–100).
8. Корицька, Г. Р. (2015). Візуалізація освітнього процесу в умовах розвитку цифрового суспільства. Медіасфера и медіаобразование: специфика взаимодействия в современном социокультурном пространстве, 75-81. (Korytska, H.R. (2015). Visualization of the educational process in the conditions of the development of the digital society. Media sphere and media education: specifics of interaction in the modern sociocultural space, 75-81).

Kyrylashchuk S.A., Bondarenko Z.V., Klochko V.I. Designing visualization technology for teaching higher mathematics.

Summary. The article deals with the problem of designing a technology for visualisation of studying a course of higher mathematics by students of engineering specialities. The main components of the model of visual learning technology are allocated: formation of basic educational elements; models of images of learning objects; improvement of the quality of analytical training of students, formation of knowledge, skills and abilities to apply the scientific and methodological apparatus. The peculiarity of the proposed pedagogical technology is that in the course of its use, along with visualisation, modern information technologies are used.

The design of visualisation of educational material in higher mathematics is proposed to be implemented in several stages: selection of educational material, structural and logical analysis and construction of a structural and logical scheme of educational information; highlighting methodological and applied aspects of the topic; placement of visual educational material taking into account the logic of formation of educational concepts; selection of reference images (key concepts, symbols, fragments of schemes); search for internal logical relationships and interdisciplinary connections; preparation of the primary version,

When selecting the content, the technology of professional orientation of studying a higher mathematics course is taken into account, which is implemented in three areas: methodological knowledge, skills for research functions; interdisciplinary interaction of academic disciplines, which allows to reveal the role of mathematics in the quality learning of special disciplines, as well as in future professional activities; the use of a set of educational professionally oriented tasks, the solution of which significantly affects the motivation to study a higher mathematics course.

The study has confirmed that the use of visual content significantly improves the effectiveness of presentation and learning of higher mathematics concepts.

Keywords: *course of higher mathematics, design, visualisation, modern information technologies, structural and logical schemes, pedagogical technologies, professionally oriented tasks, sign and symbolic means.*