МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Колективна монографія

За заг. редакцією Т. М. Махомети, М. О. Медведєвої

Умань
Візаві
2021

УДК 5:001.895](02)
І-66

Авторський колектив: Возносименко Д. А., Декарчук С. О., Дубовик В. В., Ільніцька К. С., Махомета Т. М., Решітник Ю. В., Рудницький С. О., Тягай І. М.

Рецензенти:

Семенець С. П., доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри фізики та вищої математики Державного університету «Житомирська політехніка»;

Годованюк Т. Л., доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри вищої математики та методики навчання математики Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Дякон В. М., кандидат фізико-математичних наук, доцент, директор Уманської філії Європейського університету.

Затверджено вченою радою Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини протокол № 6 від 23.11.2021 р.

І-66 **Інноваційні** технології навчання природничо-математичних дисциплін : колективна монографія / [Д. А. Возносименко, С. О. Декарчук, В. В. Дубовик, К. С. Ільніцька, Т. М. Махомета, Ю. В. Решітник, С. О. Рудницький, І. М. Тягай] ; за заг. ред. Т. М. Махомети, М. О. Медведєвої ; МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини. – Умань : Візаві, 2021. – 262 с.

ISBN 978-966-304-444-6

Монографія присвячена проблемі інтеграції інноваційних технологій у процес навчання вищої школи, що є актуальним у світлі трансформації сучасної освіти. Висвітлено комплекс теоретичних питань, пов'язаних з обґрунтуванням дидактичних засад формування валеологічної компетентності майбутніх учителів математики засобами інноваційних технологій; використанням сучасних технологій візуалізації навчального матеріалу під час освітнього процесу з лінійної алгебри; використанню динамічного середовища Geogebra при вивченні змістового модуля «просторові криві» курсу диференціальна геометрія та топологія. Розглянуто питання інтеграції інноваційних технологій в освітній процес вищої школи, які окреслюють проблеми: теоретичних аспектів організації роботи учнів із дидактичними матеріалами підручника з фізики засобами електронних посібників; застосування STEM-технології як засобу формування технічної компетентності майбутніх учителів фізики; впровадженню інформаційних технологій під час проведення навчальних занять із загальної фізики тощо.

Наукове видання призначено для науковців та викладачів закладів вищої освіти, та всім, хто цікавиться інноваційними технологіями та питанням їх впровадження в освітній процес вищої школи.

УДК 5:001.895](02)

ISBN 978-966-304-444-6

© Авторський колектив, 2021

ЗМІСТ

ВСТУП…… 4
РОЗДІЛ 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН…….... 6
1.1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФОРМУВАННІ ВАЛЕОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ *(Возносименко Д. А.)*…… 6
1.2. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ПІД ЧАС ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ З ЛІНІЙНОЇ АЛГЕБРИ *(Дубовик В. В.)*……. 41
1.3. ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА GEOGEBRA ПРИ ВИВЧЕННІ ЗМІСТОВОГО МОДУЛЯ «ПРОСТОРОВІ КРИВІ» КУРСУ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ТОПОЛОГІЯ *(Рудницький С.О.)*……. 77
1.4. ТЕХНОЛОГІЇ ІННОВАЦІЙНОГО НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ *(Махомета Т.М., Тягай І.М.)*……. 112
РОЗДІЛ 2. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН……..... 184
2.1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ УЧНІВ ІЗ ДИДАКТИЧНИМИ МАТЕРІАЛАМИ ПІДРУЧНИКА З ФІЗИКИ ЗАСОБАМИ ЕЛЕКТРОННИХ ПОСІБНИКІВ *(Декарчук С.О.)*……. 184
2.2. STEM-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ *(Ільніцька К.С.)*……. 213
2.3. ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ ІЗ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ *(Решітник Ю.В.)*…… 240

ВСТУП

У представленому монографічному дослідженні представлено особливості використання інноваційних технологій навчання у процесі формування валеологічної компетентності майбутніх вчителів математики. На основі аналізу наукової, та навчально-методичної літератури розкрито термінологічний аспект даної проблеми. Визначено, що одним із раціональних засобів формування валеологічної компетентності у методичній підготовці студентів ЗВО є використання інтерактивних методів навчання на практичних заняттях. Продемонстровано на конкретному прикладі використання інтерактивних методів навчання, технології перевернуте навчання, навчальних тренінгів, методу проєктів у формуванні валеологічної компетентності майбутніх вчителів математики.

Розглянуто основні можливості застосування е-посібника поряд із традиційним підручником, як дидактичну систему та висвітлено методичні аспекти впровадження електронних посібників у освітній процес з фізики в основній школі. Розкрито дидактичні можливості інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) як інструменту освітньої діяльності і принципово нового засобу навчання, що приводить до появи нових методів, засобів, організаційних форм навчання і контролю. Зазначено, що впровадження в освітній процес електронних освітніх ресурсів, зокрема, електронних посібників, сприяє розвитку самостійної, пошукової, освітньої діяльності учнів, підвищенню їхнього пізнавального і навчального інтересу до вивчення предмету зокрема фізики. Встановлено, що підтримка високоякісних, інноваційних методів навчання та викладання за допомогою електронних освітніх ресурсів в освіті набуває сьогодні особливого значення у зв’язку з глобальним процесом інформатизації суспільства. Як приклад наведено використання методики організації продуктивної навчально-пізнавальної діяльності учнів під час роботи з окремими дидактичними матеріалами підручника з фізики на уроках різного типу з використанням електронного посібника.

Описано актуальність впровадження сучасних технологій візуалізації навчального матеріалу та обґрунтовано доцільність їх використання на заняттях з лінійної алгебри. Висвітлено зміст понять «ментальна карта», «мем», «інтерактивна стрічка часу», «хмара тегів», «електронний підручник». Проаналізовано особливості проведення занять за допомогою ментальних карт як альтернативного способу

запису лекцій студентами. Розглянуто принципи створення Інтернет-мемів для подальшого успішного використання на лекційних заняттях з лінійної алгебри. Висвітлено переваги інтерактивних стрічок часу та особливості використання хмари тегів під час навчання лінійної алгебри. Розглянуто сучасні інструменти візуалізації інформації під час формувального оцінювання в процесі навчання лінійної алгебри. Наведено методику проведення формувального оцінювання з використанням інструменту Draw.io у процесі вивчення модуля «Системи лінійних рівнянь». Розкрито особливості проведення практичних занять з лінійної алгебри за допомогою динамічного математичного середовища GeoGebra. Висвітлено структуру та методичні аспекти використання електронних підручників із лінійної алгебри.

Авторами досліджено питання модернізації курсу загальної фізики у закладах вищої освіти. Показано, що важливе значення при цьому відіграють інформаційні технології навчання, які спрямовані на удосконалення інформаційної культури майбутніх вчителів фізики та природничих наук. Здійснено аналіз досліджень проблем використання сучасних інформаційних технологій в навчальному процесі з фізики. Накопичений досвід переконливо свідчить про незаперечні переваги поєднання традиційних методичних систем навчання з інформаційними технологіями. Серед значної кількості комп'ютерних засобів особлива увага приділяється програмному забезпеченню та ресурсам, які дозволяють ефективно і наочно демонструвати моделі фізичних явищ на лекційних заняттях; виконувати розрахунки і будувати на їх основі графіки залежностей у процесі розв'язування задач, доповнювати завдання реальних лабораторних робіт з фізики віртуальними.

В роботі розглянуто можливості інструментів інтерактивної математичної системи GeoGebra, які можуть бути використані при навчанні диференціальної геометрії майбутніх вчителів математики. На основі проведеного аналізу виділено напрямки впровадження цієї системи в навчальний процес при вивченні просторових кривих, поверхонь та їх властивостей. Також викладено авторський підхід у використанні комп'ютерної візуалізації просторових кривих та подано методичні рекомендації щодо їх дослідження та засвоєння навчального матеріалу.

РОЗДІЛ 1
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Возносименко Д. А.
доцент кафедри вищої математики та методики навчання математики
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
daryakholod@ukr.net
orcid.org/ 0000-0002-7557-643X

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФОРМУВАННІ ВАЛЕОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

Анотація. *Метою роботи є висвітлення особливостей використання інноваційних технологій навчання у процесі формування валеологічної компетентності майбутніх вчителів математики. На основі аналізу наукової, та навчально-методичної літератури розкрито термінологічний аспект даної проблеми. Визначено, що одним із раціональних засобів формування валеологічної компетентності у методичній підготовці студентів ЗВО є використання інтерактивних методів навчання на практичних заняттях. Продемонстровано на конкретному прикладі використання інтерактивних методів навчання, технології перевернуте навчання, навчальних тренінгів, методу проєктів у формуванні валеологічної компетентності майбутніх вчителів математики.*

Зроблено висновок, що робота з використанням інноваційних технологій надає можливість не тільки підготовувати валеологічно компетентного фахівця та сформувати у нього відповідальне ставлення до власного здоров'я, а й сформувати вміння використовувати даний метод у роботі з учнями.

Ключові слова: *компетентнісний підхід, валеологічна компетентність, здоров'я, майбутні вчителі математики, інноваційні методи навчання, студенти.*

У важких сучасних умовах розвитку України проблема збереження та цілеспрямованого формування здоров'я дітей та молоді

виключно значима та актуальна. За останні роки в Україні відбулося значне погіршення здоров'я школярів. Для вирішення даної проблеми спрямовано науковий і педагогічний потенціал освіти, а до основної функції освіти XXI століття – давати знання – приєднується оздоровча функція, яка передбачає передусім створення здоров'язбережувального освітнього середовища.

На державному рівні актуальність проблеми формування у молодого покоління відповідального ставлення до свого здоров'я та здоров'я оточуючих як найвищої цінності, відображено у низці законодавчих і нормативно-правових документів, серед яких Національна доктрина розвитку освіти України у XXI столітті, закони України «Про освіту», «Про повну загальну середню освіту», «Про вищу освіту», Національна стратегія розвитку освіти в Україні, Національна стратегія з оздоровчої рухової активності в Україні на період до 2025 року «Рухова активність – здоровий спосіб життя – здорова нація», Концепція «Нова українська школа» тощо.

Крім цього, у Національній доктрині розвитку середньої освіти України в XXI столітті передбачено вирішення таких проблем як виховання морально та фізично здорової людини; формування в учнів наукового світогляду, уявлення і розуміння наукової картини світу живої природи на основі усвідомлення понять і закономірностей взаємозв'язку безпечної поведінки людини, здорового способу життя, цінування свого життя та інших. Тому, важливим аспектом сучасної освітньої діяльності є валеологічна освіта та виховання нового ставлення до власного здоров'я, орієнтація на престижність і значущість здорового способу життя.

У зв'язку з цим виникає стурбованість про занепад здоров'я серед студентської молоді через байдуже ставлення до власного здоров'я, неправильне харчування, відсутність потреби бережливого ставлення як до власного здоров'я, так і здоров'я інших людей.

Питання, пов'язанні з проблемою формування здорового способу життя учнів і молоді, висвітлено у працях Г. Апанасенка, В. Бабича, Л. Ващенко, М. Гончаренко, М. Гриньової, В. Кузя, С. Кириленко, В. Оржеховської, В. Сухомлинського, К. Ушинського, Н. Урум та ін. Культура здоров'я особистості була об'єктом дослідження низки науковців, серед яких В. Горащук, О. Дубогай, В. Колбанов, Л. Татарнікова, Е. Вайнер та ін.

Проблемі професійної підготовки вчителів присвячено багато досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів. Теоретичні та

методологічні основи даної проблеми знайшли відображення у працях класиків педагогічної науки С. Русової, В. Сухомлинського, К. Ушинського та у наукових дослідженнях сучасних вчених–педагогів і психологів А. Алексюка, Л. Артемової, Е. Вільчковського, О. Дубогай, І. Зязюна, О. Савченко, В. Семиченко, В. Сластьоніна, О. Щербакова та ін.

Професійній підготовці педагогів у ЗВО з питань охорони і зміцнення здоров'я школярів і студентів присвятили свої наукові праці О. Авдєєва, Т. Бойченко, Бондаренко, В. Бобрицька, С. Гаркуша, В. Єлізаров, Г. Жара, Т. Книш, В. Коваль, І. Поташнюк, В. Нестеренко, О. Омельченко, Н. П'ясецька, Н. Урум, О. Філіпп'єва та ін.

Підготовка майбутніх учителів до здоров'язбережувальної діяльності є предметом наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних учених, зокрема Б. Долинського, С. Барашкова, С. Грімблата, В. Зайцева, О. Ковальової, С. Крамської, М. Сентизової, І. Яковлєвої, Д. Вороніна, Л. Овчинникової, Г. Сєрикова та ін.

На даний час, держава потребує кваліфікованих, здорових фахівців, здатних мобільно реагувати та діяти в швидкозмінюваних умовах сьогодення. Молоде покоління є потенціалом розвитку нашої держави на перспективу. Тому, від того наскільки воно буде здорове у фізичному, психічному та соціальному аспектах – залежатиме наше майбутнє.

Важливу роль у формуванні здорового способу життя молоді відіграє сучасна школа. Державна політика, спрямована на забезпечення в кожному ЗЗСО відповідних умов для розвитку здорової особистості учня, реалізується перш за все через освітню діяльність учителя. Так, у навчальних програмах для закладів загальної середньої освіти зазначено, що завданням наскрізної лінії ключових компетентностей «Здоров'я і безпека» є становлення учня як емоційно стійкого члена суспільства, здатного вести здоровий спосіб життя і формувати навколо себе безпечне життєве середовище. Тому одним із чинників забезпечення якості освіти, на який має бути спрямована освітня діяльність учителя, є осучаснення та оздоровлення освітнього середовища.

На стан здоров'я підростаючого покоління, розвиток його здоров'язбережувальної компетентності в період навчання у ЗЗСО впливають не лише умови навчання, а й змістове наповнення навчального матеріалу. Математика як навчальний предмет має потужний потенціал для розвитку в учнів тих навичок і умінь, які

необхідні їм, щоб бути здоровими й успішними в сучасному житті. Математичне відображення проблеми збереження здоров'я учнів у вигляді завдань, у сюжеті яких містяться факти з реального життя, здатне чинити більший вплив, ніж довга лекція-настанова чи товста брошура про збереження та зміцнення свого здоров'я. Існує нагальна потреба у відповідній підготовці майбутніх учителів математики, які не лише готові реалізувати себе у мобільному світі та реформувати вітчизняну систему освіти, але й зобов'язані зберігати і підтримувати власне здоров'я й здоров'я учнів.

Проблемам підготовки вчителя математики присвячено роботи І. Акуленко, В. Ачкана, В. Бевз, Г. Бевз, М. Бубнова, М. Бурди, А. Воєводи, К. Гнезділової, В. Іванова, Н. Кугай, О. Лаврентьєва, О. Матяш, Г. Михайліна, О. Мосіюк, В. Моторіної, Л. Радзіховської, А. Теплицької, Н. Тарасенкової, О. Томащук, О. Чемерис, Г. Фесенко.

У науковому дослідженні В. Бевз установлено, що вдосконалення фахової підготовки майбутніх учителів математики є лише частковим вирішенням завдання вивести шкільну математичну освіту на новий рівень функціонування в умовах упровадження культурно-освітньої парадигми. Дослідниця вважає, що «використання історії математики у процесі підготовки майбутніх учителів математики сприяє формуванню цілісної системи наукових знань у студентів, дає їм можливість усвідомити ціннісний і гуманітарний потенціал математичних дисциплін та позитивно впливає на розвиток їхніх особистісних і професійних якостей, що, у свою чергу, підвищує рівень математичної і методичної культури студентів і забезпечує формування у них готовності до професійно-педагогічної діяльності в умовах сучасного суспільства».

У роботі В. Ачкана «Формування готовності майбутнього вчителя математики до інноваційної педагогічної діяльності у процесі вивчення дисциплін методичної підготовки» науково обґрунтовано концепцію формування готовності майбутнього вчителя математики до інноваційної педагогічної діяльності. Особливо важливими, на наш погляд, є визначені автором концептуальні засади: створення інноваційного освітнього середовища підготовки майбутнього вчителя математики; орієнтація інноваційного навчання на формування у студентів креативного та критичного мислення, інноваційного стилю діяльності, здатностей до експериментальної, пошуково-дослідницької діяльності; залучення студентів до навчально-пошукової та науково-дослідної діяльності з орієнтуванням тематики та процесу виконання

науково-дослідних завдань, курсових та дипломних досліджень студентів із методичних дисциплін на пошук, узагальнення, апробацію інновацій та створення власних інноваційних педагогічних продуктів та ін.

У процесі фахової підготовки майбутніх учителів математики А. Воєвода важливе значення надає педагогічній технології активізації пізнавальної діяльності майбутніх учителів математики. Така підготовка передбачає комплексне застосування різних форм, методів та прийомів навчання, способів організації навчально-пізнавальної діяльності студентів, які враховують внутрішню мотивацію, потреби майбутньої професійної діяльності, вибіркову активність студентів у навчанні, дозволяють розв'язати головні проблеми формування фахової компетентності майбутнього вчителя математики, створюють сприятливі умови для формування особистості фахівця. Організацію процесу навчання на основі технологій активізації пізнавальної діяльності майбутніх учителів математики автор розглядає як забезпечення їхньої освітньої підготовки в умовах розвитку нових пізнавальних цінностей, мотивації навчання, збагачення досвіду самостійного пошуку нових знань і творчого використання їх у майбутній професійній діяльності.

У науковому дослідженні В. Моторіної «Дидактичні і методичні засади професійної підготовки майбутніх учителів математики у вищих педагогічних навчальних закладах» розкрито теоретичні засади концепції професійної підготовки майбутніх учителів математики у системі вищої педагогічної освіти на основі інтеграції теоретичної, методологічної та практичної підготовки, цілісності змісту навчального матеріалу, використання принципу динамічності та діяльнісного підходу. Під професійною підготовкою майбутнього вчителя математики дослідниця розглядає систему, яка забезпечує єдність змісту, структури, цілей навчання і виховання, способів реалізації знань, умінь і навичок. Педагогом визначено та обґрунтовано педагогічні умови підготовки майбутніх учителів математики, а саме: майбутнього вчителя слід готувати до професійної праці не лише функціонально, але і як творчу особистість; зміст і структуру методичних дисциплін будувати відповідно до завдань і основних компонентів професійної підготовки майбутнього вчителя на основі ціннісно-гуманістичної спрямованості; процес формування професійно-технологічних умінь на основі викладання методики здійснювати цілеспрямовано, з урахуванням педагогічних умов, які

сприяють їх реалізації; процес включення майбутніх педагогів у навчально-дослідницьку і науково-дослідницьку діяльність має бути систематичним і цілеспрямованим.

Як зазначає Г. Фесенко, одним із ефективних підходів у професійній підготовці майбутніх учителів математики є компетентнісний підхід. Дослідниця стверджує, що саме цей підхід дав змогу визначити вимоги до навчання майбутніх учителів математики в контексті компетентнісного виміру якості професійної освіти, тим самим встановивши структуру професійної і математичної компетентності випускника закладу ЗВО.

У роботі О. Чемерис теоретично та методично обґрунтовано положення щодо організації фундаментальної підготовки майбутніх учителів математики. У побудові цієї технології автор передбачає поступовий розподіл освітніх цілей предметних технології фахових дисциплін на основі методів узагальнення та способів постановки цілей за (Б. Блумом); презентацію змістового компонента, вибір форм, методів та навчальних посібників відповідно до цілей із включенням знань, умінь та навичок, що забезпечують особистісне зростання майбутнього вчителя математики.

Особливу увагу пізнавальному інтересу в підготовці майбутнього вчителя математики приділяє Г. Михалін. Автор зазначає, що пізнавальний інтерес є одним із домінуючих навчально-пізнавальних мотивів у підготовці майбутнього вчителя математики, який виражається у прагненні до нових знань і дій. Учений стверджує, що на його формування суттєво впливає: зміст навчального матеріалу, який повинен бути професійно спрямованим; корисність набутих знань у повсякденному житті; методи активного навчання, використання яких сприяє зростанню пізнавального інтересу, розуміння необхідності пізнання.

1. Компетентнісний підхід – як важлива складова формування валеологічної компетентності у майбутніх учителів математики

Однією із актуальних проблем сьогодення є необхідність інноваційного розвитку та модернізації освіти відповідно до вимог сучасності. Компетентнісний підхід в освіті не є новим, але наразі він набирає якісно нового забарвлення, адже використовується у нормативно-правових, концептуальних документах, а також у наукових дослідженнях вітчизняних і зарубіжних науковців. Це свідчить про те,

що компетентнісний підхід стає реалією сучасної освіти та активно здійснюється в освітньому процес.

Компетентісний підхід відіграє значну роль, оскільки передбачає чітке визначення ключових компонентів компетентності (сукупності валеологічних знань, умінь, навичок, цінностей тощо) сучасного педагога, здатного забезпечувати освітній процес, підтримувати та примножувати власне здоров'я в синергії з постійним духовним розвитком, особистісним та професійним самовдосконаленням.

Якраз у стінах педагогічного університету можливе створення теоретичних та методичних основ ефективного формування валеологічної компетентності майбутніх фахівців, які мають здійснювати виховання валеологічної складової кожної особистості як у професійній діяльності так і в повсякденному життя [3].

Студенти, як майбутні фахівців повинні володіти культурою здорового способу життя, певним арсеналом знань, умінь та навичок щодо шляхів збереження, зміцнення та примноження здоров'я як свого, так й своїх вихованців.

Актуальні питання формування культури здоров'я досліджували В. Бароненко, В. Горащук, Г. Кривошеєва, С. Свириденко, В. Сокорєва, Б. Чумакова та ін.. Особливості реалізації педагогічних умов формування культури здорового способу життя розглянуто Л. Соколенко. У наукових дослідженнях В. Бобрицької, Т. Книш, В. Нестеренко, І. Поташнюк, О. Смакули висвітлено окремі аспекти професійної підготовки майбутніх вчителів до формування здорового способу життя.

У працях І. Бургун, О. Кобцева, І. Конельська, О. Ліскович, Л. Тимофєєва, О. Тутова, Т. Шаповалова, В. Шарко окреслено питання компетентнісного підходу до формування здорового способу життя.

Різні точки зору, щодо проблеми формування професійної компетентності педагогів, знайшли своє відображення у працях: С. Архангельського, В. Баркасі, В. Введенського, О. Дубасенюк, Е. Зеєра, Л. Добровольської, Н. Кузьминої, Ю. Кулюткіна, М. Левківського, О. Пупишевої та ін. Актуальні питання формування компетентностей школярів присвячені дослідження С. Бондар, А. Маркової, О. Овчарук, І. Родигіної, А. Хуторського, С. Шишова та ін.

Питання формування валеологічної компетентності в студентів, знайшла своє відображення у дослідженнях як вітчизняних так і зарубіжних учених В. Бобрицької, О. Жорнової, І. Коцана, Н. Новікової, В. Піщуліна, К. Абульханової-Славської, І. Гушлевської,

М. Кухарєва, Л. Лук'янової, А. Маркової, Л. Мітіної, А. Петрова, О. Пометун та ін.

В. Нестеренко вважає, що професійно–валеологічна компетентність майбутнього педагога є окремою складову його загальної професійної компетентності, що має когнітивний та операційний компоненти [12].

У сучасних умовах сьогодення проблема збереження здоров'я підростаючого покоління набуває державного значення і потребує негайного розв'язання. Цьому насамперед має сприяти компетентнісний підхід до формування здорового способу життя.

Запровадження компетентнісного підходу у систему освіти висвітлюється в державних освітніх документах. На законодавчому рівні це закріплено Законами України «Про освіту», «Про загальну середню освіту», Національною доктриною розвитку освіти України у XXI столітті, Державною Програмою «Діти України» та ін.

Компетентнісний підхід це спрямованість освітнього процесу на формування і розвиток ключових і предметних компетентностей особистості. Результатом такого процесу буде формування загальної компетентності людини, що є сукупністю ключових компетентностей, інтегрованою характеристикою особистості.

Науковець О. Пометун, вважає, що компетентність потрібно сприймати як об'єктивну категорію, що фіксує суспільно визнаний комплекс певного рівня знань, умінь, навичок, ставлень, завдяки яким педагог здатний здійснювати складні види діяльності [14].

Оскільки поняття «компетентність» не є новим, і не має однозначного визначення, то у науко-методичній літературі науковці цей термін трактують по-різному:

- це якість реалізації на практиці результату формування в суб'єктів навчання компетенцій, визначених нормативними джерелами для певної галузі діяльності (якість реалізації кваліфікації) [10].
- «...не тільки професійні знання, навички і досвід у спеціальності, але і ставлення до справи, визначені (позитивні) схильності, інтереси і прагнення, здатність ефективно використовувати знання й вміння, а також особистісні якості для забезпечення необхідного результату на конкретному робочому місці у конкретній робочій ситуації» [10];
- складна інтегрована характеристика особистості, під якою розуміється сукупність знань, умінь, навичок, а також досвіду, що разом дає змогу ефективно провадити діяльність або виконувати певні

функції, забезпечуючи розв'язання проблем і досягнення певних стандартів у галузі професії або виді діяльності [10].

Під професійною компетентністю педагога, у науково-методичній літературі, вчені розуміють особистісні можливості вчителя, які дозволяють йому самостійно й ефективно реалізовувати цілі педагогічного процесу. Для цього потрібно знати педагогічну теорію, уміти застосовувати її в практичній діяльності.

Дослідниця А. Маркова професійну компетентність розуміє як комплекс, який містить відповідні складові, які дослідниця кваліфікує як спеціальну компетентність, соціальну компетентність, особистісну компетентність та індивідуальну компетентність [11].

Ми погоджуємося із думкою Семенець Л., яка під професійною педагогічною компетенцією вчителя розуміє інтегральну професійно-особистісну характеристику педагога, що включає в себе теоретичну та практичну готовність виконувати професійні функції, суб'єктні властивості особистості, які забезпечують ефективність педагогічної діяльності в системі «вчитель-учень» [16].

В педагогіці під компетентністю розуміють рівень освіченості, достатній для самоосвіти та самостійного рішення виникаючих при цьому пізнавальних завдань, проблем та визначення особистісної позиції. Щоб мати можливість контролювати та порівнювати «кількість освіти» кожної людини, слід мати перелік компетенцій у вигляді особистісного ресурсу, якими оволодів майбутній фахівець.

Аналіз теоретичної літератури показав, що одним із магістральних напрямів реформування сучасної освіти є її компетенізація, яка передбачає високий фаховий рівень підготовки учителя, здатного встановлювати і підтримувати різного роду зв'язки, а також відповідати не лише за диференційоване застосування інформації, а також за виховання здорового підростаючого покоління.

Одним із важливих питань професійно-педагогічної підготовки сучасного вчителя математики є формування валеологічної компетентності, яка сприятиме формуванню здорової і гармонічно розвиненої особистості учня на уроках математики. В результаті цього, важливу роль відіграє підготовка майбутніх педагогів, яка забезпечила б формування валеологічної компетентності сучасної молодої людини.

На думку О. Бондаренко [2], «валеологічна компетентність студентів педагогічних університетів» – це складова їх життєвої компетентності, яка проявляється в знаннях, цінностях і мотивах, валеологічній позиції, діяльності щодо оздоровлення себе і своїх

вихованців. Валеологічна компетентність майбутніх учителів формується на основі позитивного ставлення до здорового способу життя, характеризується активною і свідомою пропагувально-просвітницькою діяльністю, спрямованою на передачу знань, прищеплення умінь і навичок раціональної організації життєдіяльності, здатністю нести особисту соціальну та правову відповідальність за прийняті рішення щодо вибору стратегії поведінки у суспільстві стосовно збереження свого здоров'я та здоров'я інших.

В. Піщулін, валеологічну компетентність випускника університету характеризує наявністю знань та вмінь збереження й дотримання здорового способу життя [13, с, 26]. Термін «здоров'язберігаюча компетентність особистості» введено Д. Вороніним [6]. Автор розуміє таку компетентність у веденні здорового способу життя, що проявляється у здатності організувати і регулювати свою діяльність.

Науковці В. Болотов та В. Суріков тлумачать валеологічну компетентність як складний синтез когнітивного, предметно-практичного й особистісного досвіду, що забезпечує процес здоров'язбереження [1].

Як сукупність валеологічних знань (валеологічну інформованість) і вмінь грамотно застосовувати їх на практиці (валеограмотність) визначає поняття «валеологічна компетентність» С. Симоненко [17, с. 56].

У своєму дослідженні О. Дворнікова валеологічну компетентність розглядає в кількох аспектах: як здатність майбутніх учителів володіти сумою валеологічних знань із науково обґрунтованими фактами, ідей, понять, накопичених людством у галузі збереження здоров'я; як наявність практичних умінь і навичок здоров'язбереження; як уміння встановлювати зв'язки між валеологічними знаннями і практичними діями у професійній діяльності на основі сформованих ціннісних орієнтацій на підтримку і зміцнення здоров'я, як власного, так і здоров'я дітей [8, с. 11].

Як бачимо, поняття «здоров'язбережувальна компетентність» і «валеологічна компетентність» за своєю сутністю дуже схожі. Переважна частина науковців розглядає означені терміни як певну сукупність знань, навичок, умінь та досвіду майбутніх учителів у галузі здоров'язбереження, що спрямовані на забезпечення здорового способу життя. Характерною рисою у поданих визначеннях також є те, що процес здоров'язбереження повинен бути спрямований на збереження і

зміцнення здоров'я не лише свого, а й оточуючих. У своїй роботі будемо використовувати поняття «валеологічна компетентність».

Повністю погоджуємося з думкою Н. Самойлової, що фахівець будь-якого профілю обов'язково повинен бути валеологічно компетентним з огляду на те, що він, як майбутній спеціаліст, повинен піклуватися не тільки про своє здоров'я, а й про здоров'я підлеглих [15]. У нашому випадку, таке піклування, перш за все, сприятиме збереженню майбутнім учителем математики як власного здоров'я, так і здоров'я оточуючих у процесі професійної діяльності, а також створить усі належні умови для успішного формування здорового способу життя учнівської молоді.

З позицій сьогодення проблема якісного формування у майбутніх учителів математики валеологічної компетентності набуває особливої ваги й потребує нагального розв'язання. Досягти належного рівня сформованості валеологічної компетентності студентів можна лише за умови удосконалення форм і методів навчання та осучаснення змісту фахової підготовки стосовно прикладних аспектів використання математики у галузі валеології.

Найбільш вдалим для реалізації цього етапу у фаховій підготовці майбутніх учителів математики є вивчення курсу «Методика навчання математики», зокрема, модуля «Загальна методика навчання математики». У ході розгляду теми «Підходи в навчанні математики» студентів варто ознайомити з нормативними документами, які визначають зміст навчального матеріалу з математики та вказують на актуальність упровадження в освітній процес компетентнісного підходу, зокрема:

- з Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти, який ґрунтується на засадах особистісно зорієнтованого, компетентнісного й діяльнісного підходів, що реалізовані в освітніх галузях і відображені в результативних складових змісту базової і повної загальної середньої освіти. При цьому в документі компетентнісний підхід трактується як спрямованість освітнього процесу на досягнення результатів, якими є ієрархічно підпорядковані ключова, загальнопредметна і предметна (галузева) компетентності;
- з Концепцією «Нова українська школа», де наголошується, що в рамках запровадження компетентнісного підходу буде створено нову систему вимірювання й оцінювання результатів навчання.

Також слід наголосити, що реалізацію компетентнісного підходу визначають «Загальні критерії оцінювання навчальних досягнень учнів

у системі загальної середньої освіти». У документі зазначено, що компетентнісний підхід до освіти передбачає вміння на основі знань розв'язувати проблеми, які виникають у різних життєвих ситуаціях.

Компетентнісний підхід у системі роботи вчителя математики з формування здоров'язбережувальної компетентності учнів має забезпечувати реалізацію основних складових:

– інформативної – оволодіння учнями основними уявленнями про здоров'я, його зв'язки з довкіллям, правила збереження і зміцнення власного здоров'я, правила здорового способу життя;

– діяльнісної – засвоєння знань та формування умінь і навичок із здоров'язбереження, подальше їх удосконалення, набуття досвіду ведення здорового способу життя, розвиток активної мотивації до дбайливого ставлення до власного здоров'я, удосконалення фізичної, соціальної, духовної і психічної складових здоров'я.

Студентам варто зауважити, що в умовах компетентнісного підходу здебільшого акцентують увагу на результатах навчання, і розглядають не як суму засвоєної інформації, а здатність діяти в різноманітних проблемних ситуаціях, застосовувати досвід успішної діяльності в певній сфері. Тобто йдеться про компетентність як про нову одиницю виміру освіченості людини. Особистість, у якої в сучасній школі сформовані всі життєві компетентності, зможе успішно самореалізуватися в соціумі як свідомий громадянин, відповідальний сім'янин, висококомпетентний професіонал, матиме здатність захищати свої життєві цінності.

Наступним кроком є конкретизація таких дефініцій, як «компетентність», «компетенція», «ключова компетентність», «предметна» й «надпредметна» компетентності, які є визначальними категоріями компетентнісного підходу, та визначення ключових компетентностей, які мають бути сформовані в учнів під час навчання математики в основній школі; ознайомлення з формулою формування компетентності, запропонованою вчителями-практиками.

Головним завданням сучасної системи освіти на сьогодні є формування та збереження здоров'я молодого покоління. На реалізацію цього завдання спрямовані Закон «Про освіту», Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти, Концепція «Нова українська школа», Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів «Математика 5 – 9 кл.» та ін.

У Державному стандарті визначено ключові компетентності, які мають бути сформовані в процесі освітньої діяльності в навчальному

закладі: громадянська, загальнокультурна, здоров'язбережувальна, інформаційно- комунікаційна, комунікативна, міжпредметна естетична, міжпредметна, предметна (галузева), предметна мистецька, проєктно-технологічна, соціальна.

Зміст концепції «Нової української школи» побудований на впровадженні компетентнісного підходу та визначенні 10 ключових компетентностей Нової української школи, серед яких «Екологічна грамотність і здорове життя», що реалізується у вмінні розумно та раціонально користуватися природними ресурсами в рамках сталого розвитку, усвідомленні ролі навколишнього середовища для життя і здоров'я людини, здатності й бажанні дотримуватися здорового способу життя.

Відповідно до Концепції розроблено нову програму з математики для учнів 5 – 9 класів, у якій виокремлено чотири наскрізних лінії ключових компетентностей, серед яких «Здоров'я і безпека». У програмі зазначається, що завданням наскрізної лінії «Здоров'я і безпека» є становлення учня як емоційно стійкого члена суспільства, здатного вести здоровий спосіб життя й формувати навколо себе безпечне життєве середовище.

Реалізація наскрізної лінії ключових компетентностей «Здоров'я і безпека» під час навчання математики спрямована на формування здоров'язбережувальної компетентності учнів.

Дослідниці Д. Васильєва та Н. Василюк здоров'язбережувальну компетентність розглядають як «здатність учня застосовувати в умовах конкретної ситуації сукупність здоров'язбережувальних компетенцій, дбайливо ставитися до власного здоров'я та здоров'я інших людей». Зокрема, вони зазначають, що здоров'язбережувальна компетентність включає: життєві навички, що сприяють фізичному здоров'ю; навички, що сприяють соціальному здоров'ю; навички, що сприяють духовному та психічному здоров'ю.

Теоретична підготовка студентів на цьому етапі надає майбутнім учителям математики не лише знання, необхідні для ефективного виконання їхніх професійних функцій, а й розвиток їх професійної свідомості.

Науковець Г. Акоповий професійну свідомість розглядає як «робочу структуру», що задається матрицею, елементи якої знаходяться на «перетині» основних функцій свідомості (цілепокладальної, когнітивної, афективної й емотивної) та компонентів професійної підготовки.

Професійна свідомість майбутнього вчителя математики є багатоаспектним психічним утворенням, яке репрезентує професійні знання, вміння, цінності та уявлення студента про себе як представника цієї професії у практичній та теоретичній діяльності.

Одним із аспектів удосконалення фахової підготовки майбутніх учителів математики в педагогічному університеті є практична підготовка студентів до впровадження компетентнісного підхіду в систему шкільної освіти. Практична підготовка майбутніх учителів математики є невід'ємним компонентом фахової підготовки, яка передбачає оволодіння студентами навичками, уміннями та способами організації майбутньої професійної діяльності.

Як зазначено в новій програмі з математики для учнів 5 – 9 класів, наскрізна лінія «Здоров'я і безпека» в курсі математики реалізується через завдання з реальними даними про безпеку й охорону здоров'я (текстові завдання, пов'язані із середовищем дорожнього руху, рухом пішоходів і транспортних засобів, відсотковими обчисленнями й графіками, що стосуються чинників ризику). Особливо важливий аналіз причин ДТП, пов'язаних із перевищенням швидкості. Варто звернути увагу на проблеми, пов'язані з ризиками для життя і здоров'я, при вивченні основ математичної статистики. Розв'язання проблем, знайдених з «ага-ефектом», розгляд красивих геометричних конструкцій, пошук оптимальних методів розв'язування задач тощо, здатні викликати в учнів чимало радісних емоцій.

Реалізація практичної підготовки майбутніх учителів математики щодо впровадження компетентнісного підходу до навчання учнів математики з метою забезпечення валеологічного супроводу має здійснюватися у трьох напрямах, які розглянуто у роботі: а) під час аудиторної роботи; б) під час позааудиторної роботи; в) під час проходження студентами педагогічної практики.

Під час аудиторної роботи ключову роль у системі фахової підготовки майбутніх учителів математики відіграє методична підготовка вчителя математики, зокрема, вивчення курсу «Методика навчання математики». Основними видами практичної підготовки студентів до впровадження компетентнісного підходу на практичних та лабораторних заняттях із методики навчання математики є:

✓ ***розробка планів-конспектів уроків та позакласних заходів із використанням здоров'язбережувальних та інтерактивних технологій;***

«Екскурсія до Національного дендропаку Софіївка»

Мета уроку: систематизувати та узагальнити набуті знання учнями впродовж навчального року; навчити учнів застосовувати свої знання та навички при розв'язуванні задач екологічного змісту; розвивати логічне мислення; пам'ять, вміння аналізувати отриману інформацію; виховувати розуміння стану екології навколишнього середовища та екологічну культуру поведінки людини, відповідальність за стан навколишнього середовища.

Тип уроку: урок-екскурсія

Хід уроку

І. Організація класу

Вчитель: Сьогодні ми проведемо нестандартний урок з математики: «Узагальнення вивченого матеріалу» у вигляді екскурсії стежинами нашого місцевого заповідника – дендропаку «Софіївка», обговоримо проблеми охорони природи, розв'яжемо приклади та задачі.

ІІ. Орієнтація

Ви вже знаєте з засобів масової інформації, з уроків природознавства та географії, з уроків охорони здоров'я, що проблема екології – це одна з найактуальніших проблем сучасного світу. Широке коло питань, пов'язаних з охороною природи, розв'язує та вирішує наука, що має назву «екологія» Проблема охорони природи не повинна проходи й повз нас! Вже сьогодні вчені довели, що на 20% здоров'я людини залежить від екологічного стану навколишнього середовища, де вона мешкає. Тому й ми з вами маємо зберегти все, чим пишаємося: красу наших дерев, унікальність пташиного світу, світ рослин, світ тварин, чистоту водойм. *(записали дату і тему уроку).*

ІІІ. Практика на прикладах

Початок маршруту

Перша зупинка: Головний вхід.

Національний дендрологічний парк «Софіївка» – парк, науково-дослідний інститут Національної академії наук України. На сьогодні – це місце відпочинку. Щорічно його відвідують близько 500 тисяч людей. Площа – 179,2 га.

«Софіївка» є пам'яткою краєвидного типу світового садово-паркового мистецтва кінця XVIII – першої половини XIXстоліть.

Завдання учням: якого року заснували Софіївку, якщо зараз її 221 рік.

2017-221=1796 (року заснована)

Друга зупинка «Павільйон флори»

Головна алея, від якої ми розпочинаємо нашу екскурсію, привела нас до павільйону Флори.



Флора – римська богиня квітів, юності і весни. На її честь весною святкували так звані Флоралії, під час яких відбувалися веселі ігри. Люди прикрашали себе квітами, жінки одягали яскраві сукні та вінки, співали, танцювали на честь богині квітів, вітали прихід весни. Павільйон Флори виглядає велично і водночас вишукано та граціозно завдяки своїм точним архітектурним формам, високим струнким колонам й ажурному барельєфу, що зображає листя і грона винограду.

Завдання учням :

1. Скільки вуглекислого газу вбирають зелені насадження. Софіївського парку площею 179,2 га і скільки при цьому буде виділено кисню, якщо 1га зелених насаджень вбирає за добу 280кг вуглекислого газу, виділяючи при цьому 220кг кисню? **Відповідь: 2640кг**

а) Людина робить за 1 хв 15 видихів, забираючи 0,55 л повітря за кожний вдих. Яку масу повітря вона вдихає за 1 год.? Яку масу повітря вдихають 28 учнів 8 класу за урок контрольної роботи з алгебри, якщо маса 1 л дорівнює 1,3 г? **Відповідь.** 10,73 г.

Третя зупинка. «Єлисейські поля».

Перед нами відкривається одне з найбільш мальовничих місць центральної частини парку – Єлисейські поля.



У міфах стародавніх греків Єлисейські поля – це прекрасні луки, оточені густим лісом різноманітних дерев, які легкою тінню покривають співрозмовників, коли вони відпочивають на ложі з квітів. Солов'ї та інші співучі пташки пурхають над ними і, ніби снігом, обсипають їх квітами, зібраними на сусідніх луках.

Колись у парку вздовж алеї по Єлисейських полях виставляли з оранжереї в діжках та горщиках рослини лимонів, апельсинів, кипариси та азалії.

Завдання учням. Скільки нараховував таксонів колекційний фонд парку в 2007 році якщо з них: 546 деревних, 1557 кущових, 115

ліан, 1212 трав'янистих рослин, з них 914 інтродукованих та 246 аборигенних.

Четверта зупинка. «Китайська альтанка».

Окрасою парку є китайська альтанка. Вона зроблена повністю з дерева і пофарбована в різні кольори. Тут, далеко від гомінкої багатолюдної центральної частини парку, можна відпочити, помріяти, милуючись Великим водоспадом і Площею зборів.



Китайська альтанка із заходу прикрита ажурним гіллям модрини, а трохи збоку красується старий дуб, якому близько 400 років, – німий свідок багатьох подій, що відбувалися в цих місцях. Народні перекази розповідають, що саме під цим дубом зустрічалися легендарні герої селянського повстання 1768 р. Максим Залізняк та Іван Гонта.

Завдання учням: Дуб вбирає 85 л води щодня, осика – 462 л за тиждень, а береза – 1800 л за 30 днів. Розмістити назви цих дерев у порядку збільшення кількості води, яку вони вбирають за один день.

Підсумок уроку.

Сьогодні ви дізналися багато цікавої інформації про заповідник «Софіївка», пройшли екологічною стежиною парку і розв'язали всі задачі. Ми всі повинні розуміти що, людина має ставитися з добротою, любов'ю до всього живого заради життя на Землі.

V. Домашньо-пізнавальна практика

Підготувати коротке повідомлення про екологічні проблеми парку Софіївка та скласти задачу екологічного змісту за даними історичної інформації парку.

✓ ***виконання навчальних проєктів валеологічного змісту;***

✓ ***ознайомлення з напрацюваннями вчителів-практиків.***

Значно підвищує рівень практичної підготовки студентів позааудиторна робота професійного спрямування, зокрема, участь у

роботі наукового гуртка «Елементи валеології у ШКМ», яка спрямована на: розширення й поглиблення знань студентів про здоров'язбережувальне освітнє середовище; формування практичних умінь і навичок здійснення валеологічного супроводу навчання учнів математики; розвиток пізнавальних інтересів і творчих здібностей; самовираження студентів.

У системі професійної підготовки учителів математики важливе місце посідає педагогічна практика. Педагогічна практика доповнює і збагачує теоретичну підготовку студентів, створює умови для вироблення в них умінь та навичок, необхідних для навчання учнів математики, зокрема, до реалізації наскрізної лінії «Здоров'я та безпека». Під час проходження педагогічної практики студентам створюються всі умови для:

- ✓ дослідження умов навчання та виховання учнів у ЗЗСО;
- ✓ проведення валеологічного аналізу організації уроків математики;
- ✓ вивчення закономірностей впливу умов навчання і виховання на працездатність і успішність учнів;
- ✓ оволодіння оздоровчими технологіями навчання;
- ✓ проведення оцінювання фізичного розвитку та рівня здоров'я учнів.

2. Тренінгові технології у формуванні валеологічної компетентності майбутніх учителів математики

На сучасному етапі модернізації освітнього процесу особливої популярності набуває впровадження в процес підготовки фахівців тренінгових технологій навчання. Як зазначає І. Бопко [4], тренінг – це форма соціально-педагогічної діяльності, що спрямована на набуття життєвої компетентності шляхом збагачення як знаннями, так і життєво-практичним та емоційно-особистісним досвідом завдяки використанню інтерактивних засобів навчання.

Тренінгові заняття сприяють підвищенню пізнавальної активності студентів, формуванню професійно-педагогічної компетентності, розвитку професійних та особистісних якостей, ціннісних орієнтирів, творчого мислення та креативності в процесі виконання завдань.

Упровадження навчальних тренінгів у процесі формування валеологічної компетентності майбутніх учителів математики, потребувало створення спеціального середовища для цілеспрямованого

впливу викладача на формування й розвиток необхідних особистісних і професійно важливих якостей студентів, а саме: забезпечення провідної ролі викладача в процесі реалізації тренінгової технології; вибору форм та методів проведення навчальних тренінгів, що відповідають потребам майбутніх фахівців із впровадження валеологічного супроводу у процесі навчання, сприяють розвитку професійної та здоров'язбережувальної компетентності, яка забезпечує їхню готовність до створення здоров'язбережувального середовища у процесі навчання.

З цією метою, нами розроблено навчальний тренінг «Ми за здоровий спосіб життя очима математики», який має на меті розширити та поглибити знання студентів про здоров'я, здоровий спосіб життя та фактори, що впливають на формування здоров'я; на основі наданої інформації, розвивати в майбутніх учителів математики вміння та навички формування здорового способу життя у підростаючого покоління; актуалізувати у студентів розуміння важливості здоров'я, складності його досягнення та збереження, а також відповідальності за збереження здоров'я учнівської молоді; продемонструвати можливості здоров'язбереження засобами математики.

Структура тренінгу передбачає наявність трьох частин: вступної, основної та заключної (див. рис.1.1). Варто зазначити, що структура тренінгу може змінюватись, оскільки залежить від його цілей, специфіки цільової аудиторії, тривалості тренінгу, рівня підготовки учасників.



Рис.1.1. Структура тренінгу

Розглянемо кожну з частин на прикладі розробленого нами тренінгу, більш детально.

Вступна частина тренінгу є важливим і обов'язковим елементом кожного тренінгового заняття, але займає не більше 10-20 хвилин. Вона передбачає використання методик, які спрямовані на актуалізацію проблеми і виявлення очікувань, створення дружньої та комфортабельної атмосфери для учасників тренінгу. Серед методик, які варто використовувати під час вступної частини ми відносимо: «Криголам», «Самопрезентація», «Знайомство», «Пісочний годинник», «Дерево сподівань», «Очікування» і т.д [7].

Основна частина тренінгу – це кілька тематичних завдань у поєднанні з руханками (вправами на зняття м'язового і психологічного напруження). В основній частині тренінгу іноді виокремлюють теоретичний і практичний блоки. Проте цей поділ є досить умовним. Адже знання (як і вміння та навички) на тренінгу набувають у процесі виконання практичних завдань.

З метою отримання дружніх відносин у колективах ми пропонуємо розпочинати основну частину з методики «Командоутворення», завдання якої спрямовані на самостійну роботу учасників у невеликих групах. Дана методика передбачає виконання вправ, які покращують відносини суб'єктів навчання у групі під час тренування. Це такі вправи як: «Знайди свого товариша», «Вузлик», «Вавилонська вежа» і т.д.

Сьогодні, як ніколи, стоїть проблема збереження здоров'я молодого покоління. За допомогою вчителя, учнів повинні усвідомити, що майбутнє кожного, як і держави в цілому – за здоровим поколінням. Щоб успішно навчатися, подорожувати, займатися спортом, бути організованим, стати конкурентним у майбутньому дорослому житті, необхідне міцне здоров'я.

Для того, щоб розкрити зміст поняття «здоровий спосіб життя» та фактори, що впливають на здоров'я, а також сформувати в учасників вміння робити добірку задач здоров'язберігаючого змісту ми скористалися методикою «Лото здоров'я».

Наприклад. Кожний учасник крутить лото та обирає папірець із запитанням.

Запитання 1. Від чого залежить здоров'я?

Запитання 2. Що шкодить здоров'ю?

Запитання 3. Від чого чи від кого залежить стан здоров'я?

Запитання 4. Що заважає людям бути здоровими?

До кожного питання учасникам поставлені відповідні завдання:

1. Дати відповідь на запитання.

2. Підібрати задачі, зміст яких пов'язаний із обраним питанням.

3. Визначити під час якої теми із якою метою варто запропонувати учням підібрану задачу.

Завдання тренера полягає в тому, щоб з'ясувати, які висновки роблять студенти. А саме, що ж впливає на здоров'я людини? Які складові здоров'я людини учасники тренінгу виділили?

Особливої актуальності у зв'язку із розвитком розвитком інноваційних технологій та їх упровадженням у різні сфери повсякденного життя перед працівниками освіти набуває питання залучення учнів до навчально-дослідницької діяльності. Методику «Дослідник» під час тренінгу пропонуємо використовувати, з метою ознайомлення студентів із використанням дослідницького методу у процесі навчання математики, який спрямований на розвиток у учнів логічного мислення, пізнавальної активності, вміння самостійно аналізувати математичні об'єкти та робити власні висновки.

Дана методика передбачає включення в навчання математики елементів дослідження, розв'язування математичних дослідницьких завдань та введення нових понять дослідницьким шляхом. Щоб ефективно сформувати в учнів здатності застосовувати знання й уміння в реальних життєвих ситуаціях у навчальних програмах, зокрема і з математики, виокремлено наскрізні лінії ключових компетентностей, однією із яких є «Здоров'я і безпека».

Реалізація наскрізних ліній ключових компетентностей здійснюється в переважно під час розв'язування задач прикладного змісту - задач, що виникають за межами математики, але розв'язуються з використанням математичного апарату. З метою розвитку мотивації в учнів формувати здоровий спосіб життя та необхідності формувати навколо себе безпечне життєве середовище, ми пропонуємо використовувати статистичні дані про шкідливі звички та їх вплив на розвиток молодого організму. Необхідні відомості можна брати, наприклад, з результатів «Європейського опитування учнів щодо вживання алкоголю».

Наведемо приклади таких завдань.

1. За даними, поданими на малюнку, проаналізуйте динаміку змін кількості людей, що хоч раз пробували палити в Україні. Порівняйте дані, подані для України, і загальні дані по 25 європейських країнах. Яку інформацію можна ще отримати з поданих наочно статистичних даних? (подається кілька діаграм) [5].

2. За даними, поданими на малюнку, знайдіть кількість людей із зазначеної вибірки, що користуються ременями безпеки під час керування автомобілем: а) у вашій області; б) в усій Україні; г) в області, у якій цей показник найменший. Побудуйте стовбчасту діаграму [5].

Сучасний вчитель математики повинен орієнтуватися на завдання системи освіти, що вимагають розвитку нових педагогічних технологій, а також орієнтуються на індивідуальний розвиток особистості, розвивавати навички самостійного навчання, формувати вміння чітко вирішувати поставлені завдання. Такий підхід спонукає до впровадження в освітній процес альтернативних форм і способів освітньої діяльності, зокрема «перевернутого» навчання.

Методику перевернуте навчання ми пропонуємо, під час тренінгу, з метою ознайомлення студентів із новітніми технологіями проведення сучасного уроку математики здоров'язберігаючого змісту. Така методика передбачає відмову від таких прийомів: виступи учнів біля дошки, фронтальне опитування, диктування конспектів, перегляд тривалих навчальних фільмів і презентацій тощо. Загалом, перевернуте навчання – це форма активного навчання, яка дозволяє «перевернути» звичний процес навчання таким чином: домашнім завданням для учнів є перегляд відповідних відео фрагментів з навчальним матеріалом наступного уроку, учні самостійно проходять теоретичний матеріал, а у класі час використовується на виконання практичних завдань.

На основі даних відомостей, варто запропонувати студентам наступні завдання:

1. «Відшукати в Інтернеті та запропонувати відео про особливості збереження здоров'я, яке на вашу думку можна використати під час «перевернутого навчання»

2. «Складіть добірку задач валеологічного змісту, або ж запитань, які дадуть можливість зрозуміти, чи володіють учні навчальним матеріалом, який пропонувався для самостійного опрацювання.»

3. «Назвіть переваги та недоліки «перевернутого навчання»?»

Заключна частина тренінгового заняття передбачає підведення підсумків заняття; отримання зворотного зв'язку від учасників; релаксацію тощо. З цією метою ми пропонуємо використовувати методику «Рефлексія». Для цієї методики доречними є вправи: «Незакінчене речення», «Оцінювання», «Моє відчуття часу», «Зворотній зв'язок» тощо.

3. Використання інтерактивних методів навчання та технології «перевернуте навчання» у процесі формування валеологічної компетентності

Одним із раціональних засобів формування валеологічної компетентності в ході методичної підготовки студентів спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика), на нашу думку, є використання інтерактивних методів навчання, зокрема, на практичних заняттях із методики навчання математики, що ґрунтуються на принципі активної участі самих студентів; серед яких – робота в парах і групах, рольові ігри, обговорення різних ситуацій із життя тощо. Використання інтерактивних методів передбачає систему правил організації продуктивної взаємодії між студентами, при якій відбувається засвоєння нового досвіду, отримання нових знань і надається можливість для самореалізації кожного студента як особистості.

Погоджуємося із думкою І. Тягай [18], що, упроваджуючи інтерактивне навчання в освітній процес, викладач тим самим демонструє студенту нетрадиційні форми проведення занять, учить майбутнього вчителя використовувати їх у своїй професійній діяльності.

Так, наприклад, використовуючи метод «Ажурна пилка» на практичному занятті з методики навчання математики «Методика розв'язування текстових задач», варто студентів об'єднати в «домашні» групи і запропонувати дібрати 2-3 текстові задачі здоров'язбережувальної тематики, продемонструвати методику роботи над ними та обґрунтувати їх валеологічну значущість:

Для формування валеологічної компетентності, на нашу думку, найбільш ефективними є такі інтерактивні методи:

- ✓ «Метод – прес»;
- ✓ «Ажурна пилка»;
- ✓ «Акваріум»;
- ✓ «Проблемні семінари»;
- ✓ «Спрощене судове слухання».

Для прикладу наведемо методику використання методу «Ажурна пилка». У методичній підготовці майбутніх вчителів математики, цей метод є одним із колективно-групових методів навчання. Метод «Ажурна пилка» вчить студентів працювати «у команді» для опрацювання значної кількості інформації за короткий проміжок часу. Позитивним ефектом «ажурної пилки» є заохочення учасників до

взаємодопомоги, конструктивного співробітництва та толерантності. Основний принцип цього методу «вчимося – навчаючи». Розглянемо особливості формування валеологічної компетентності на прикладі використання інтерактивного методу «Ажурна пилка» під час практичного заняття з методики навчання математики на червертому курсі на тему «Методика розв'язування текстових задач».

На практичному занятті перед тим як роздати завдання, потрібно об'єднати студентів в «домашні» групи. Під час роботи з використанням методу «ажурна пилка» студентам необхідно повідомити, що вони працюватимуть в різних групах.

Кожна «домашня» група отримує завдання: дібрати задачу на задану тему, продемонструвати методику роботи над задачею та обгрунтувати її валеологічну значущість.

1 група – Задачі на відсотки щодо раціонального харчування;

2 група – Задача на відсотки про здоровий спосіб життя;

3 група – Задача на відсотки на спортивну тематику;

4 група – Задача на відсотки про збереження довкілля;

5 група – Задача на відсотки про вітаміни.

Під час роботи студентів, викладач слідкує за ходом обговорення і роздає кожному студенту картку з номером 1, 2, 3, 4, 5, причому всі учасники кожної «домашньої» групи мають картки з різними цифрами. Через фіксований час викладач пропонує об'єднатися в «експертні» групи, тобто за номерами, де студенти стають експертами зі своєї частини інформації над якою працювали в «домашній групі» та отримають інформацію від представників інших груп.

У кожній «експертній» групі вислуховуються всі представники «домашніх» груп, аналізується матеріал у цілому.

Після завершення роботи студенти повертаються в «домашні» групи, і обмінюються інформацією, одержаною в експертній групі, та обговорюють її. За визначений час у «домашніх» групах відбуваються остаточні узагальнення та корекція всієї інформації.

Для прикладу наведемо фрагмент роботи студента в експертній групі № 2 «задача на відсотки про здоровий спосіб життя».

1. *Демонстрація методики роботи над задачею.*

Задача: Для зміцнення здоров'я та покращення дихання лікарі радять проходити в день 3 кілометри на свіжому повітрі. Це становить 0,1% довжини повітряних шляхів, що містять легені людини. Яка довжина дихальних шляхів?

Розв'язання

0,1% = 0,001

3:0,001=3000 км

Відповідь. 3000 км

2. *Приклади запитань валеологічного змісту, які доцільно задати учням під час розв'язування задач такого типу.*

— *Що забезпечує дихання людини?*

(Диханя людини забезпечує дихальна система і легені)

— *З яких повітроносних шляхів складається дихальна система людини?*

(Дихальна система людини складається з носової порожнини, носоглотки, глотки, гортані, трахеї, бронхів)

— *У чому полягає сутність дихання?*

(Сутність дихання полягає у використанні клітинами організму кисню і виділенні вуглекислого газу. Початковий етап дихання – обмін газів між кров'ю й атмосферним повітрям – здійснюється в органах дихання. Завдяки великій загальній площі альвеол легень кисень внаслідок дифузії швидко переходить у кров, а вуглекислий газ із крові – в легені. Повітря, що надходить до легень через носову порожнину, зігрівається, зволожується і зневажуються.)

3. *Приклади цікавих фактів валеологічного змісту, які доцільно надавати учням під час розв'язування задач такого типу.*

Кожен з нас, неодноразово здійснював звичайну неспішну прогулянку по вулиці. Але чи кожен з нас знає в чому полягає користь такої прогулянки для нашого організму. З'ясувалося, що користь дійсно дуже велика. Спочатку повільно, зовсім непомітно для нас підвищується частота дихання, а отже і частота серцевих скорочень і активізується обмін речовин. Так як це відбувається поступово, серце не відчуває навантажень. Тим самим ми тренуємо серцевий м'яз, отже, знижується ризик захворювань серцево-судинної системи. Повітряні ванни використовують для загартовування організму з дитинства. Даємо навантаження на м'язи ніг і всієї опорно-рухової системи, кровообіг улучають, розігріваються м'язи ніг Свіже повітря необхідний для хорошого сну, а повноцінний сон – запорука психічного здоров'я.

Таким чином, за допомогою методу «Ажурна пилка» за короткий проміжок часу можна отримати велику кількість інформації, однак цей метод вимагає дуже чіткої організації і розподілу функцій між

студентами. Якщо ці правила не виконуються, то ефективність методу різко знижується.

Використання інтерактивних методів на заняттях з методики навчання математики сприяє одночасному формуванню математичної, методичної та валеологічної компетентностей.

Серед інноваційних педагогічних технологій, яку доцільно також використовувати у процесі формування валеологічної компетентності студентів, є технологія «перевернуте навчання». Ця технологія є однією з поширених моделей змішаного навчання, яка сприяє підвищенню рівня засвоєння матеріалу, що вивчається, та якості освіти суб'єктів навчання.

Інноваційним під час такого виду навчання виступає те, що продивившись вдома відеолекції, які вчитель розміщує у Інтернеті, учні в класі витрачають час на вирішення завдань різної складності, на роботу у групах з оформлення проектів тощо. «Перевернуте навчання» – це така освітня модель, в якій традиційне представлення лекції перевтілюється у її обговорення, у якому розкриваються дискусійні питання, презентуються проекти, виконуються практичні роботи тощо, авідеолекція при такому підході є ключовим компонентом у технології перевернутого навчання. Перевернуте навчання – це педагогічний підхід, де наголос зміщується з колективного навчального простору до індивідуального навчального простору. Колективний навчальний простір відповідно трансформується в інтерактивне, динамічне, освітнє середовище де вчитель координує учнів до творчої діяльності в освітньому процесі. Педагоги виділяють переваги «перевернеого» навчання: поява інтересу до предмету, зростання активності учнів, розвиток педагогіки співпраці, персоналізація навчання, доступність інформаційно-комунікаційних технологій. За такого підходу не можна принести готове списане домашнє завдання. Також кількість переглядів відео є необмеженою. Завдяки такій моделі учні починають розуміти, що саме на них покладається велика відповідальність за навчання.

Під час навчання курсу «Вибрані питання методики навчання математики», у ході розгляду модуля «Особливості формування наскрізних ліній ключових компетентностей у процесі навчання учнів математики», варто скористатися технологією перевернутого навчання. Так, розглядаючи тему «Формування здоров'язбережувальної та екологічної компетентностей учнів під час використання різних форм освітньої діяльності у навчанні ШКМ», пропонуємо студентам,

об’єднавши їх у дві групи, заздалегідь як домашнє завдання виконати такі завдання:

- користуючись Інтернет-ресурсами та іншими інформаційними джерелами, опрацювати матеріал, який відображає:

• зміст наскрізних ліній ключових компетентностей «Екологічна безпека та сталий розвиток» та «Здоров’я і безпека»;

• методи, форми та засоби навчання, що сприяють реалізації наскрізних ліній ключових компетентностей «Екологічна безпека та сталий розвиток» та «Здоров’я і безпека»;

- з’ясувати, яка освітня діяльність учителя математики сприятиме:

• розвитку фізичного здоров’я учнів;

• розвитку соціального здоров’я учнів;

• розвитку духовного та психічного здоров’я учнів;

- підготувати презентацію (5 – 10 слайдів) на основі опрацьованого матеріалу.

Під час лекції-дискусії пропонуємо:

1) презентувати студентам опрацьований матеріал та підготовлену презентацію;

2) організувати викладачеві обговорення представленого студентами навчального матеріалу;

3) пояснити здобувачам освіти моменти, які викликали найбільше суперечностей або запитань тощо.

Під час використання технології перевернутого навчання студенти стають активними відповідальними учасниками освітнього процесу, що сприяє формуванню у них складників валеологічної компетентності.

4. Формування валеологічної компетентності майбутніх учителів математики шляхом проєктної діяльності

На сучасному етапі розвитку людства збереження здоров’я підростаючого покоління стає одним із пріоритетних напрямів функціонування суспільства. За цих умов у системі освіти виникає необхідність доповнити сукупність компонентів професійно-педагогічної компетентності, яка має бути сформована у майбутніх учителів математики, ще одним складником – валеологічною компетентністю.

Ми розглядаємо валеологічну компетентність майбутнього вчителя математики трактуємо як його готовність до діяльності зі

збереження і зміцнення власного здоров'я і здоров'я підростаючого покоління, здатність забезпечити належні умови для нормальної життєдіяльності учнів.

З позицій сьогодення проблема якісного формування у майбутніх учителів математики валеологічної компетентності набуває особливої ваги й потребує нагального розв'язання. Досягти належного рівня сформованості валеологічної компетентності студентів можна лише за умови удосконалення форм і методів навчання та осучаснення змісту фахової підготовки стосовно прикладних аспектів використання математики у галузі валеології.

Вагому роль у формуванні валеологічної компетентності майбутніх учителів математики в процесі фахової підготовки покладено, зокрема, на вивчення таких дисциплін, як «Методика навчання математики» та «Елементарна математика», які тісно пов'язані зі шкільним курсом математики.

Так, наприклад, вивчаючи модуль «Текстові задачі» у курсі «Елементарна математика», увагу студентів слід акцентувати на задачах, які мають валеологічний зміст і в подальшому можуть бути використані у їх професійній діяльності під час навчання учнів математики у школі. Така робота спрямована на формування у студентів, майбутніх учителів математики, навичок і вмінь добирати та складати задачі валеологічного змісту, а також на використовувати форми, методи і засоби навчання, спрямовані на формування та збереження здорового способу життя учнівської молоді.

Ефективність реалізації діяльнісного підходу до формування валеологічної компетентності в майбутніх учителів математики забезпечується шляхом використання у фаховій підготовці студентів як традиційних, так і інноваційних форм, методів та засобів навчання, науково-методичних досягнень. Це сприяє вихованню творчих спеціалістів, здатних створювати власні авторські проєкти, розробляти тести, проводити нетрадиційні уроки та позакласні заняття, які спрямованні на формування в учнів валеологічного мислення та культури. Такий підхід створює у студентів прагнення до творчості, інтерес до обраної спеціальності, розширює їхній професійний діапазон.

Особливого значення у підготовці майбутніх учителів математики до здоров'язбережувальної діяльності набуває використання активних методів навчання (методу проєктів, круглих столів, ділоих ігор, кейс-методу, методів «Ажурна пилка», «Мозковий штурм» «Навчаючи –

учусь» та ін.), що ґрунтуються на демократичному стилі взаємодії, ініціативі й творчості. Активні методи навчання зорієнтовані на саморозвиток студентів, отримання ними якісних знань, розвиток професійних умінь тощо.

Одним із шляхів вирішення проблеми формування валеологічної компетентності майбутніх учителів математики, на наш погляд, є залучення майбутніх учителів математики до проєктної діяльності. Ми повністю погоджуємося із думкою, І. Дмитрика [9], що для того, щоб випускник вищого навчального закладу мав можливість включитися в педагогічну діяльність на високому рівні, він повинен володіти всім інструментарієм проєктування та проєктувальними діями та вміннями – з аналізу, синтезу, цілепокладання, структурування, корекції, контролю та аналізу перспектив.

Проєктна діяльність завжди орієнтована на самостійну пошуково-творчу роботу студентів, як індивідуальну, так і групову. У процесі проєктної діяльності майбутній фахівець вчиться не тільки здобувати знання, а й як їх засвоювати та застосовувати на практиці у своєму житті [19].

У процесі формування валеологічної компетентності майбутніх учителів математики, важливим є залучення майбутніх учителів математики до проєктної діяльності.

Таку діяльність варто здійснювати як під час аудиторної роботи, зокрема при вивченні дисципліни «Методика навчання математики», так і під час позааудиторної роботи, зокрема, у рамках роботи гуртка «Елементи валеології у шкільному курсі математики».

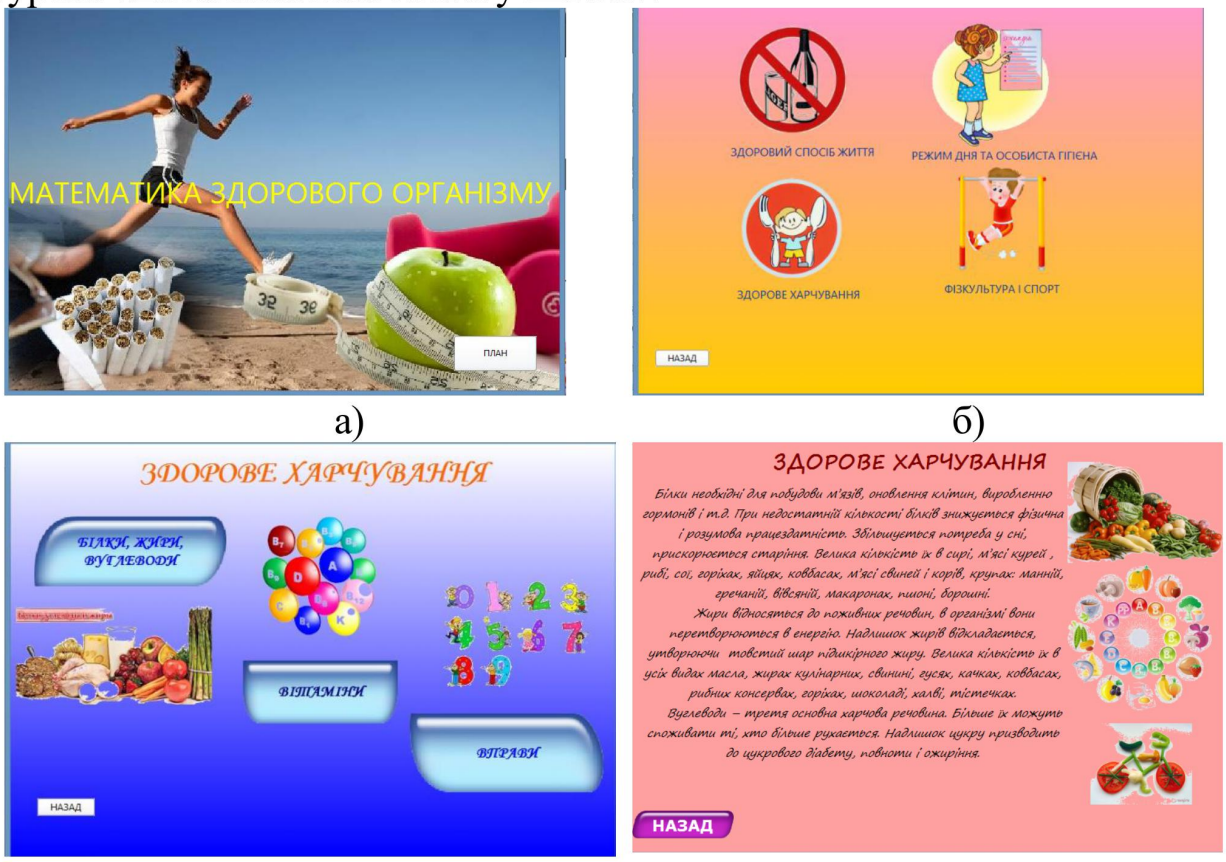
На лекційних заняттях з курсу «Методика навчання математики» студенти ознайомлюються зі змістом таких понять як «проєктна діяльність», «метод проєктів», типологією проєктів, вимогами до їх створення, способами організації роботи над проєктами на уроках математики, прийомами організації дослідницької діяльності учнів у рамках навчального проєкту тощо.

Під час практичних занять студенти аналізують розробки планів-конспектів уроків з математики, які виконані з використанням методу проєктів, аналізують методи і прийоми, що застосовують досвідчені вчителі у своїй роботі з організації проєктної діяльності учнів на уроках математики.

Найскладнішим та найважливішим етапом у розробці проєкту є виявлення проблеми та формулювання проблемного питання, оскільки саме проблема є рушійною силою всього проєкту, мотивує учнів до

роботи, викликає та підтримує їх інтерес. Тому, на практичних заняттях студентам варто запропонувати дібрати теми валеологічного спрямування для навчальних проєктів із шкільного курсу математики, сформулювати проєктну проблему, яка була б близькою та цікавою для учнів основної школи. Так, наприклад, під час вивчення методики навчання математики у 5-6 класах, студентам варто запропонувати виконати навчальний проєкт до теми «Відношення і пропорції», який в подальшому вони зможуть використати у своїй професійній діяльності, або ж під час проходження педагогічної практики. Темою даного проєкту може бути «Математика та вітаміни», одним із завдань якого є показати значення вітамінів для здоров'я людини та визначити кількість вітамінів яку отримує учень протягом дня у процесі харчування.

При обмеженні навчального аудиторного часу, а також з урахуванням психологічних особливостей студента, не вдається приділити достатньо часу на аудиторних заняттях елементам валеологічної підготовки майбутнього вчителя. Виникає необхідність залучати студентів до позааудиторної роботи, зокрема у рамках роботи гуртка «Елементи валеології у ШКМ».



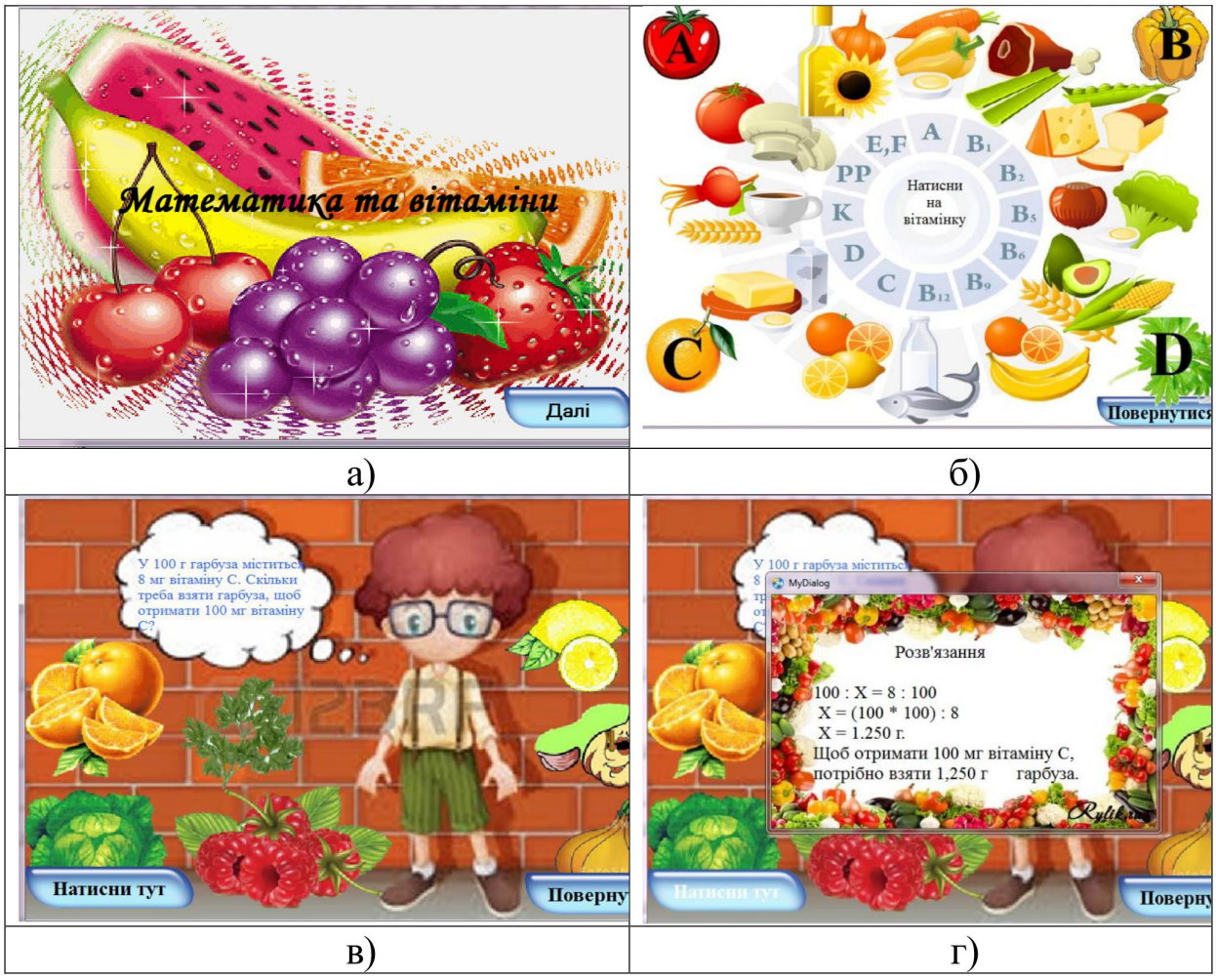
а) б)

в) г)

Рис. 1.2. Фрагмент презентації навчального проєкту «Математика здорового організму»

Однією з особливостей роботи даного гуртка є те, що студенти створюють навчальні проєкти, підвищують свою фахову компетентність, демонструють рівень своєї креативності, розвивають вміння презентувати себе як педагога-дослідника, науковця. Крім того, така робота сприяє формуванню і розвитку високоінтелектуальної, свідомої особистості майбутнього вчителя математики з громадською позицією, готової до конкурентного вибору свого місця у житті, який здатен в подальшому вирішувати проблему збереження та зміцнення фізичного й психічного здоров'я учнів.

Для прикладу наводимо фрагмент презентації навчального проєкту на тему «Математика здорового організму» розробленого у програмі AutoPlayMediaStudio8.0.7.0 студенткою IV курсу на заняттях гуртка «Елементи валеології у ШКМ» (рис. 1.2).



а) б)

в) г)

Рис. 1.3. Фрагмент презентації навчального проєкту «Математика та вітаміни»

Створюючи такі навчальні проєкти, студенти підвищують свою фахову компетентність, демонструють рівень своєї креативності, розвивають вміння презентувати себе як педагога-дослідника, науковця. Крім того, така робота сприяє формуванню і розвитку високоінтелектуальної, свідомої особистості майбутнього вчителя математики з громадською позицією, готової до конкурентного вибору свого місця у житті, який здатен в подальшому вирішувати проблему збереження та зміцнення фізичного й психічного здоров'я учнів.

Фрагмент презентації навчального проєкту на тему «Математика та вітаміни» розробленого у програмі AutoPlayMediaStudio8.0.7.0 студенткою IV курсу на заняттях гуртка «Елементи валеології у ШКМ» (рис. 1.3).

Висновки

Особлива увага на сучасному етапі розвитку освіти відводиться формуванню валеологічної культури учнів, її поширенню і утвердженню. Відповідальна роль у цьому належить майбутньому вчителеві, який має розуміти, що найважливішою метою в освітньому процесі є формування, збереження і зміцнення здоров'я учнів.

Реалізація компетентнісного підходу у формуванні валеологічної компетентності майбутнього вчителя математики зумовлена необхідністю реалізації якісної професійної підготовки фахівців відповідної галузі. Компетентнісний підхід, як засіб оновлення змісту освіти, не лише трансформує його, але й призводить до змін у технологіях реалізації освітнього процесу, зокрема, до використання ІКТ. Модернізація сучасного освітнього процес здійснюється шляхом впровадження компетентнісного підходу, який підтримуються чинним законодавством нашої країни.

Основний акцент здійснюється на інтеграцію навчальних предметів, посилення практичної складової навчання. В умовах наступності та неперервності навчання відбувається тісна взаємодія та співпраця закладів вищої та середньої освіти, що позитивно впливає на практичну зорієнтованість освіти.

Робота з використанням методу «Ажурна пилка» надає можливість не тільки підготовувати валеологічно компетентного фахівця та сформувати у нього відповідальне ставлення до власного здоров'я, а й сформувати вміння використовувати даний метод у роботі з учнями.

Можемо також зробити висновок, що тренінг має практичну спрямованість до майбутньої професійної діяльності майбутнього

вчителя математики. Він є досить дієвим та корисним в найрізноманітніших ситуаціях, оскільки надає студентам можливість для самостійного вироблення практичних вмінь і навичок та здатності застосовувати їх у подальшій професійній діяльності.

Залучення студентів ЗВО у процесі методичної підготовки валеологічного спрямування до проєктної діяльності, сприятиме формуванню валеологічної компетенції, яка впливатиме на формування здорової і гармонічно розвиненої особистості учня на уроках математики.

Таким чином, активне впровадження інноваційних методів навчання у практику є результативним та перспективним напрямком щодо формування валеологічно компетентного майбутнього спеціаліста, і, в першу чергу, майбутнього педагога, майбутнього вчителя математики.

Список використаних джерел

1. Болотов В. А., Сериков В. В. Компетентностная модель: от идеи к образовательной парадигме. *Педагогика*. 2003. № 10. С. 7–13.
2. Бондаренко, О. М. Використання інтерактивних методів навчання при формуванні валеологічної компетентності студентів педагогічних університетів. *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини*. Кам'янець-Полільськ, 2009. Т.1. С. 15-19 URL: http://www.nbuv.gov.ua/old_jrn/Soc_Gum/Vkpnui_fv/2009_2/1_03_Bondarenko.pdf
3. Бондаренко, О. М. Формування валеологічної компетентності майбутніх педагогів в умовах сучасного освітнього простору. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки.* Кіровоград, 2013. Випуск 121, Частина II. С. 216-220
4. Бопко І. З. Роль інноваційних технологій у формуванні педагогічної техніки майбутніх учителів іноземних мов. *Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України*. 2015. Вип. 2. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadps_2015_2_7 (дата звернення: 18.05.2017).
5. Васильєва Д. В., Василюк Н. І. Збірник задач з математики. 5–9 класи: наскрізні лінії компетентностей та їх реалізація. Київ: Освіта, 2017. 112 с.

6. Воронін Д. Є. Формування здоров'язбергаючої компетентності студентів вищих навчальних закладів засобами фізичного виховання: дис. … канд. пед. наук: 13.00.07. Херсон, 2006. 225 с.

7. Годованюк Т. Л. Тренінги у методичній підготовці майбутніх учителів математики: навч.-метод. посіб. Умань: Візаві, 2018. 142 с.

8. Дворникова О. Б. Формирование валеологической компетентности у студентов педагогического колледжа в процессе предметной подготовки: автореф. дис. … канд. пед. наук: 13.00.08. Екатеринбург, 2005. 179 с.

9. Дмитрик И. С. Теоретические основы обучения будущих учителей педагогической технологии : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. пед. наук : спец. 13.00.01. Киев, 1989. 23 с

10. Заблоцька, О. С. Компетентність, кваліфікація, компетенція як ключові категорії компетентнісної парадигми вищої освіти. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. Житомир, 2008. № 39. С. 52–56.

11. Маркова А. К. Психология профессионализма. Москва, 1996. 308 с.

12. Нестеренко В. Підготовка майбутніх педагогів до виховання у дошкільників навичок здорового способу життя: автореф. дис. … канд. пед. наук: 13.00.04. Одеса, 2003. 20 с.

13. Пищулин, В. Г. Модель выпускника университета. *Педагогика.* 2002. № 9. С. 22-27.

14. Пометун, О. І. Формування громадянської компетентності: погляд з позиції сучасної педагогічної науки. *Вісник програм шкільних обмінів.* 2005. № 23. С. 18–20

15. Самойлова Н. В. Сучасні підходи до визначення сутності валеологічної компетентності студентів. *Педагогічні науки*. Херсон, 2010. Вип. 56. С. 362–365.

16. Семенець, Л. М. Формування професійної готовності майбутніх учителів математики: компетентнісний підхід. *Вісник Житомирського державного університету*. *Педагогічні науки*. Житомир, 2009. Випуск 48. С. 120-123. URL: http://www.nbuv.gov.ua/old_jrn/Soc_Gum/VZhDU/2009_48/Vip_48_25.pdf.

17. Симоненко С. М. Содержание и способы формирования валеологической культуры будущего учителя в вузовской профессиональной подготовке: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. Уссурийск, 2002. 192 с.

18. Тягай І. М. Форми інтерактивного навчання математичних дисциплін майбутніх учителів математики: автореф. дис….канд. пед. наук: 13.00.02.Київ, 2017. 25с.

19. Шкільова Г. М. Підготовка майбутніх учителів початкових класів до організації проєктної діяльності молодших школярів на уроках математики : автореф. дис. канд. пед. наук : 13.00.04. Запоріжжя, 2011. 20 с.

Дубовик В. В.
викладач кафедри вищої математики та
методики навчання математики
Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини
vitalij.dybovuk@gmail.com
orcid.org/ 0000-0003-0717-4719

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ПІД ЧАС ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ З ЛІНІЙНОЇ АЛГЕБРИ

Анотація. *У роботі розкрито актуальність впровадження сучасних технологій візуалізації навчального матеріалу та обґрунтовано доцільність їх використання на заняттях з лінійної алгебри. Висвітлено зміст понять «ментальна карта», «мем», «інтерактивна стрічка часу», «хмара тегів», «електронний підручник». Проаналізовано особливості проведення занять за допомогою ментальних карт як альтернативного способу запису лекцій студентами. Розглянуто принципи створення інтернет-мемів для подальшого успішного використання на лекційних заняттях з лінійної алгебри. Висвітлено переваги інтерактивних стрічок часу та особливості використання хмари тегів під час навчання лінійної алгебри. Розглянуто сучасні інструменти візуалізації інформації під час формувального оцінювання в процесі навчання лінійної алгебри. Наведено методику проведення формувального оцінювання з використанням інструменту Draw.io у процесі вивчення модуля «Системи лінійних рівнянь». Розкрито особливості проведення практичних занять з лінійної алгебри за допомогою динамічного математичного середовища GeoGebra. Висвітлено структуру та методичні аспекти використання електронних підручників із лінійної алгебри.*

Ключові слова: *лінійна алгебра, інформаційно-комунікаційні технології, засоби візуалізації, освітній процес, інструменти оцінювання, ментальна карта, мем, інтерактивна стрічка часу, хмара тегів, електронні підручники, GeoGebra.*

Освіта є однією із стратегічно важливих сфер для розвитку держави, тому освітній процес завжди повинен вдосконалюватися та

оновлюватися задля того, щоб виконати вимоги до сучасних кваліфікованих спеціалістів, які спроможні швидко та критично реагувати на події. Таке оновлення, зокрема, передбачає впровадження в освітній процес інноваційних освітніх форм, методів та засобів навчання.

Оптимізація, індивідуалізація та інтенсифікація освітнього процесу в закладах вищої освіти потребує переходу від застарілих засобів навчання та методів викладу матеріалу до таких, які б представили навчальний матеріал у цікавій та зручній формі, робили б освітній процес захоплюючим та які мотивували б студентів до навчання. Особливе місце серед сучасних засобів навчання займають технології візуалізації інформації, які доцільно використовувати на заняттях з математичних дисциплін, зокрема з лінійної алгебри.

Проблемі впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у закладах вищої освіти свої наукові дослідження та праці присвятили науковці: О. М. Алєксєєв, В. Ю. Биков, Н. М. Білошапка, Ю. П. Біляй, С. Гавріловіч, С. М. Галецький, І. В. Герасименко, Н. Дені, М. Г. Друшляк, М. О. Ковальчук, В. С. Круглик, І. З. Лецюк , М. О. Медведєва, М. Мілованчевіч, В. Ніколіч, Д. Петковіч, С. І. Петренко, Н. В. Рашевська, О. В. Семеніхіна, К. І. Словак, О. М. Снігур, О. В. Співаковський, В. В. Ткачук, Г. В. Ткачук, О. Г. Федоренко, О. О. Цись, Б. В. Чернявський, Т. С. Шроль та інші.

Так, В. Ніколіч, Д. Петковіч, Н. Дені, М. Мілованчевіч, С. Гавріловіч зазначають, що використання інформаційно-комунікаційних технологій на лекційних заняттях відкривають значні можливості для моделювання, розширення способів представлення та візуалізації навчального матеріалу [7].

Різні аспекти впровадження засобів візуалізації в освітній процес широко розглядають у свої дослідженнях вітчизняні та зарубіжні вчені, зокрема, такі як: А. Аргюль, Білоусова Л. І., Б. Брюкер, Брянцева В. Г., П. Гер’єтс, Гуревич Р. С., Друшляк М. Г., Імбер В. І., Семеніхіна О. В., К. Шайтер, І. Ямет та інші.

Науковці Семеніхіна О. В. та Юрченко А. О. зазначають [26], що за допомогою використання технічних засобів навчання та прикладного програмного забезпечення для візуалізації реалізується основний дидактичний принцип наочності. Це сприяє підвищенню ефективності засвоєння навчального матеріалу, а також формуванню асоціативних зв’язків та глибинних внутрішніх взаємозв’язків. У своїй робота [3] науковці Б. Брюкер, К. Шайтер, П. Гер’єтс розглянули ефективність

застосування динамічної та статичної візуалізації і зазначили, що інформація подана за допомогою динамічної візуалізації краще сприймається та засвоюється ніж та, що була подана за допомогою статичної візуалізації. Науковці А. Аргюль, І. Ямет обґрунтували доцільність представлення навчального матеріалу за допомогою поєднання засобів відтворення статичної та динамічної візуалізації [1].

Теоретичні та практичні аспекти впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у процес навчання лінійної алгебри висвітлено в роботах О. В. Співаковського, В. С. Круглика та інших.

У навчально-методичних доробках науковців міститься досить цікава і корисна інформація стосовно ефективності і особливостей впровадження в освітній процес засобів візуалізації, проте використання таких засобів навчання саме під час освітнього процесу з лінійної алгебри мало досліджені і потребують додаткових розвідок.

Зважаючи на стрімкий розвиток технічних засобів навчання, а також програмних засобів, значно розширилися можливості візуалізації навчального матеріалу. Здебільшого це відкриває нові перспективи представлення навчального матеріалу у відповідності до суспільних потреб та інтересів підростаючого покоління. Науковці характеризуючи сучасне покоління звертають увагу на формування у молоді, під впливом різних факторів, нового типу мислення та способів сприйняття інформації. Така тенденція виникла через різке збільшення інформаційних потоків, різноманітність і насиченість інформації, що подана здебільшого у візуальній формі. Особливістю мислення сучасних студентів є не висока ефективність сприйняття текстової, лінійної та однорідної інформації, натомість інформація, яка подана графічним способом (у вигляді рисунків, картинок, схем, діаграм, відеороликів), швидше сприймається та обробляється. Тому використання сучасних засобів візуалізації навчального матеріалу останнім часом стає все актуальнішою проблемою в освітньому середовищі.

Загалом, поняття «візуальний» практично однаково визначається у різних словниках: візуальний – той, який здійснюється безпосередньо очима [11]; вироблений неозброєним оком або за допомогою оптичних приладів [21]; безпосередньо сприйманий зором, простим чи озброєним оком [10].

Учені А. Г. Баришкін та Н. О. Резнік під візуалізацією розуміють процес уявного перетворення сенсорних еталонів, виділення їх структурних особливостей з метою розв’язання проблемної ситуації,

оперування образами так само, якщо б вони були оригіналами [8]. Науковці Б. О. Душков, О. В. Корольов, Б. А. Смірнов візуалізацію розглядають як процес подання на пристрої відображення об'єктів у реальних або умовних зорових образах. Прикладом реального образа може бути фотокартка, а умовного – діаграма [18].

Поняття «технології візуалізації навчального матеріалу» відсутнє у педагогічних словниках, проте часто розуміється як система навчальних знань у поєднанні із сукупністю способів їх представлення за допомогою технічних засобів та програмного забезпечення візуалізації, а також набір психологічних прийомів використання й розвитку візуального мислення в процесі навчання.

Під час проведення лекційних, практичних занять або в процесі самостійного вивчення студентами лінійної алгебри сучасні технології візуалізації є досить ефективними у використанні. Це зумовлене такими чинниками:

- потребою відображати рисунки, графіки, формули тощо, виконання яких на дошці займе багато часу;
- інтенсифікацією освітнього процесу, у зв'язку із чим все більше годин на вивчення лінійної алгебри виділяється на самостійне опрацювання;
- необхідністю у деяких випадках швидко відобразити розв'язки не акцентуючи увагу на розв'язанні;
- потребою відображати динамічні чи просторові моделі тощо.

1. Використання інтерактивних стрічок часу, інтернет-мемів та хмар тегів під час викладання лінійної алгебри

На сьогоднішній день досить популярними формами візуалізації навчального матеріалу під час занять з лінійної алгебри є опорні конспекти, фрейми, логічно-символьні моделі, схеми, блок-схеми, динамічні моделі тощо. Крім того, зі стрімким розвитком програмного забезпечення та інтернет сервісів стало також можливим використання таких форм візуалізації як інтерактивні стрічки часу, інтернет-меми, хмари тегів тощо.

На перших заняттях з лінійної алгебри, студенти повинні чітко усвідомлювати, яку конкретно інформацію вони повинні засвоїти на лекціях, яку в процесі практичних занять та в процесі самостійної роботи. Одним із сучасних засобів, які можна ефективно

використовувати в процесі навчання лінійної алгебри на вступній лекції є інтерактивні стрічки часу. Загалом, стрічка часу – відображення подій у хронологічному порядку. Дослідження показали, що інтерактивну стрічку часу можна використовувати як своєрідний план навчання лінійної алгебри. З цією метою будо створено стрічку часу «Структура курсу «Лінійна алгебра». Вона передбачає чітку часову межу (з 1 вересня до закінчення навчального року) з відображенням на ній тем лекцій із коротким планом, а також тем практичних робіт із орієнтованими завданнями, які будуть розглядатися (рис. 1.4). Наприклад, на цій стрічці часу, сторінка проведення лекційного заняття на тему «Власні значення та власні вектори лінійного оператора» складається із наступного плану:

- поняття власних значень і власних векторів лінійного оператора;
- характеристичне рівняння лінійного оператора;
- алгоритм відшукання власних значень та власних векторів матриці;
- деякі властивості власних значень та власних векторів.

Сторінка практичного заняття на тему: «Власні значення і власні вектори лінійного оператора» відображає практичні завдання та орієнтовні приклади, які можуть розглядатися:

1. Складання характеристичного многочлена матриці лінійного оператора та знаходження власних значень.

Завдання. Скласти характеристичний многочлен матриці $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & -5 & 4 \end{pmatrix}$ лінійного оператора T, знайти всі власні значення.

2. Знаходження власних векторів лінійного оператора.

Завдання. Знайти всі власні значення та власні вектори лінійного оператора T, заданого матрицею $\mathrm{A} = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 3 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$.

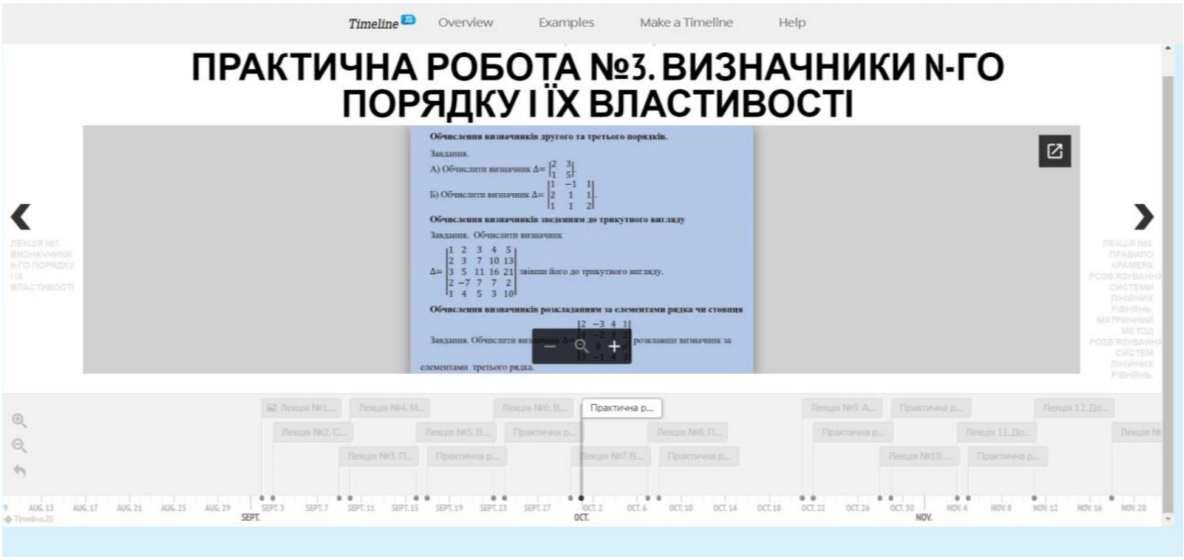


Рис. 1.4. Стрічка часу «Структура курсу «Лінійна алгебра»

Створена інтерактивна стріча часу корегується викладачем на початку кожного навчального року відповідно до кількості встановлених годин на лекційні і практичні заняття та відповідно до розкладу.

На вступному лекційному занятті за допомогою стрічки часу «Структура курсу лінійної алгебри» викладач може відкрити вкладку із першою лекцією та продемонструвати тему та план заняття, після чого візуально надати цілісне уявлення про завдання, зміст і структуру усієї навчальної дисципліни, її взаємозв'язки з іншими дисциплінами, значення у фаховій підготовці спеціаліста, зорієнтуви студентів у лекційних та практичних завданнях, а також ознайомити із навігацією та інтерфейсом стрічки часу. Для того щоб студенти самостійно користувалися цією стрічкою часу варто надіслати посилання їм на електронні пошти або, наприклад, розмістити на інформаційній сторінці системи дистанційного навчання.

Така попередня форма представлення структури і змісту майбутньої навчальної діяльності, визначеної у цілях і завданнях дуже важлива для прогнозування особистої діяльності під час навчання і пошуку необхідної інформації як серед наданої у курсі, так і за межами її. Така стрічка часу стане стимулом для організації навчання за технологією перспективно-випереджувального навчання, також надійним помічником для студентів, які навчаються на заочні формі навчання та за індивідуальним планом [9].

Вивчення лінійної алгебри у більшості закладах вищої освіти передбачає короткий історичний екскурс щодо розвитку цієї

дисципліни, ознайомлення із науковцями, які зробили значний внесок у розвиток лінійної алгебри, а також із датами відкриттів чи опублікування наукових праць тощо, тому інтерактивні стрічки часу також доцільно використовувати на заняттях з лінійної алгебри для відображення відповідних хронологічних подій (рис. 1.5).

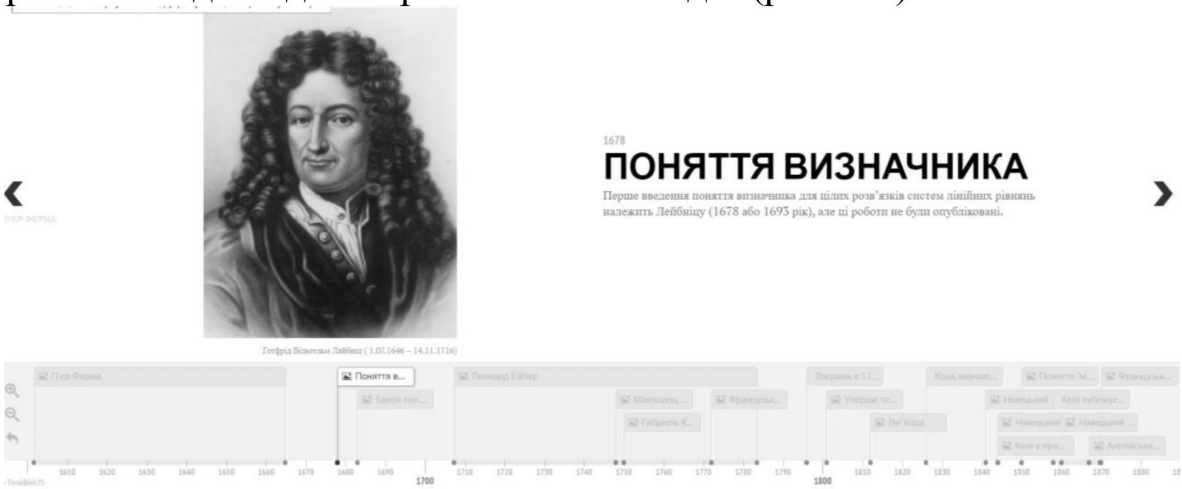


Рис. 1.5. Інтерактивна стрічка часу «Історія лінійної алгебри»

Для створення інтерактивних стрічок часу в процесі навчання лінійної алгебри є досить популярними наступні сервіси: Tiki-Toki, Sutori, Preceden, SmartDraw, Timeline JS.

Інтерактивна стрічка часу «Структура курсу лінійної алгебри» та «Історія лінійної алгебри» створена за допомогою сервісу Timeline JS, який має значну кількість переваг над більшістю інших сервісів, серед них:

- стрічка часу створюється за допомогою використання електронної таблиці Google Excel, яка згодом «конвертується» системою, що відкриває переваги користування Google документами (запобігання втрати даних, спільний доступ до проєкту);
- сервіс має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс;
- відображення шкали часу на українській мові;
- для відображення стрічки часу крім браузера не потрібно встановлювати додаткове програмне забезпечення;
- безкоштовний доступ та можливість створювати велику кількість стрічок часу;
- проєктом легко ділитися із іншими.

Проте є й недоліки створення стрічок часу за допомогою сервісу Timeline JS, які планують використовувати під час викладання лінійної алгебри:

- відсутність редактора формул;

- відсутність можливості вбудовувати гіперпосилання;
- відсутність можливості вбудовувати 3D моделі чи графіки;
- відображення одночасно не більше трьох подій одного часового проміжку;
- вузьке коло можливостей форматування тексту.

Активізує студентів упродовж занять із лінійної алгебри завдання повторити основні поняття, терміни чи теореми. Даний спосіб активізації діяльності студентів можна реалізувати за допомогою сервісу «хмари тегів». Хмара тегів (хмара слів, або «зважений список») – це візуальне подання списку категорій (або тегів, також званих мітками, ярликами, ключовими словами чи словосполученнями тощо). Теги найчастіше являють собою окремі слова чи словосполучення, які розміщені на одному екрані і відображені різним кольором та розміром. Чим частіше слово чи словосполучення записане під час створення хмари тегів або зустрічається в заданому тексті, тим більшим розміром шрифта вони відображаються.

Наведемо однин із методів використання сервісу «хмара тегів» на лекційному занятті із лінійної алгебри на етапі узагальнення і систематизації знань. Наприкінці заняття викладач або студенти визначають ключові слова, словосполучення, поняття, терміни які прозвучали на лекції та відразу вписуються їх у сервіс «хмару тегів», не генеруючи її. Наприклад, під час вивчення теми «Лінійний простір», в одному із середовищ створення хмари тегів можна записати такі ключові поняття: «лінійний простій», «лінійно залежні вектори», «лінійно незалежні вектори», «лінійна комбінація», «лінійна оболонка системи векторів», «підпростір», «базис», «стандартний базис» тощо. Після записування ключових слів чи словосполучень викладач пропонує студентам по черзі відтворити їх визначення чи розуміння. Оцінити правильність і повноту відповідей студентів може не лише викладач, а й самі студенти. Якщо відповідь не правильна, або частково правильна, викладач корегує її, а у сервісі для створення «хмари тегів» створює копію цього слова чи словосполучення. По закінченні опитування генерується «хмара тегів». Можна використати інший спосіб: визначається та записується у сервісі одне ключове слово чи словосполучення і студенти відтворюють його означення чи поняття, якщо відповідь задовольняє викладача, студентам пропонується визначити наступне слово чи словосполучення. Якщо студент не дав відповіді або були допущені неточності, викладач створює копію слова чи словосполучення і дає можливість відповісти іншому студентові до

тих пір, доки не буде дана правильна відповідь і так далі. По закінченню генерується хмара тегів.

Ті слова і словосполучення, які мають найбільше копій у списку, відображаються більшим шрифтом. Такий метод дозволить прослідкувати, які визначення, поняття чи теореми студенти менше запам'ятали чи в яких допустили найбільше помилок. Створену «хмару» можна надіслати студентам, наприклад на електронні скриньки та на наступних заняттях доповнювати.

Подекуди, під час лекцій з лінійної алгебри викладач зустрічається із проблемою низької зацікавленості студентами навчальним матеріалом та складністю підбору методів підтримання уваги.

Одним із ефективних засобів для вирішення цієї проблеми є інтернет-меми. Використання інтернет-мемів в процесі навчання лінійної алгебри є малодослідженим. Це спричинене впершу чергу тим, що саме поняття ввійшло в користування не так давно. Поняття «мем» (з англ. «*meme*») ввів британський учений-біолог Р. Докінз у 1976 році, називаючи цим терміном одиницю інформації та порівнюючи її із геном. Тобто мем – це ідея, образ, об'єкт культури (нерідко нематеріальної), який переймається та передається багатьма членами співтовариства. Мемами можуть бути мелодії, ідеї, модні слова, вирази, рецепти, способи будівництва тощо [28]. Соціальний філософ Д. Деннет уточнює визначення мему та зауважує, що це складне утворення, яке самоорганізується в окрему одиницю, що запам'ятовується. Вона розгортається за допомогою зовнішніх проявів, які є вираженням мему. Учений виокремлює дві сторони мему: невелику за обсягом зовнішню форму, що легко запам'ятовується, і складний, закоренілий у культурі внутрішній зміст [4]. Останнім часом поняття «мем» набуло дещо іншого розуміння – мемом називають будь-яку коротку інформацію (фразу, зображення, звук, мелодія, відео) іронічного або дотепного характеру, яка відтворює певне ставлення до подій чи обставин та поширюється в інтернеті. Згодом все частіше користувачі почали вживати термін «інтернет-мем», опираючись на те, що всі меми зручно створювати онлайн і відразу завантажувати у соціальні мережі. Найпопулярнішими є інтернет-меми у формі зображення із влучним жартівливим текстовим поясненням.

Інтернет-меми виконують широке коло освітніх функцій [23]:

- інформативну: передача інформації;

- комунікативну: реакція на ситуацію, яка породжує дискусію, а також створення особливого мовного простору, зрозумілого певній групі;
- репрезентативну: відтворення побаченого, прочитаного чи почутого з відповідним акцентом на певній інформації;
- креативну: відтворення подій дійсності у творчому форматі з використанням сучасних он-лайн інструментів.

Використання інтернет-мемів у процесі навчання лінійної алгебри має значну кількість переваг:

- підвищення ефективності засвоєння навчального матеріалу;
- стимулювання розвитку критичного мислення;
- активізація навчально-пізнавальної діяльності студентів;
- формування комунікативної компетентності.

Найбільш вдалими під час викладання лінійної алгебри є ті меми, які ілюструють незвичайні емоції, специфічний вираз обличчя зображуваної особи, що виражає ставлення автора до ситуації.

Так, наприклад, інтернет-мем Crampy cat (Сердитий кіт) з'явився завдяки кішки на ім'я Соус Тартар яка знялася у одному із рекламних роликів. Інтернет-мем Grumpy Cat розійшовся інтернетом у 2012 році і навіть до сьогодні відомий багатьом користувачам мережі. Зазвичай такий мем характеризує якесь хибне чи помилкове твердження (рис. 1.6).

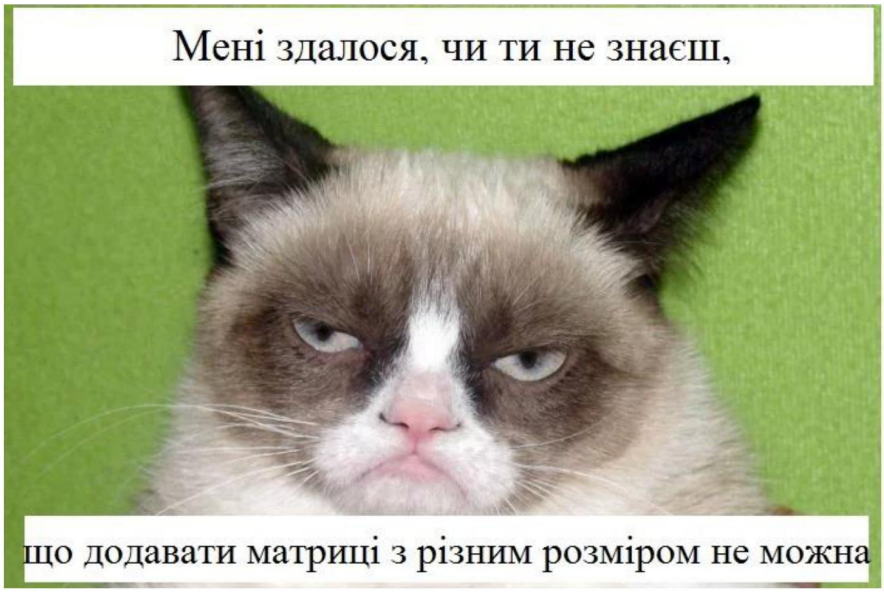
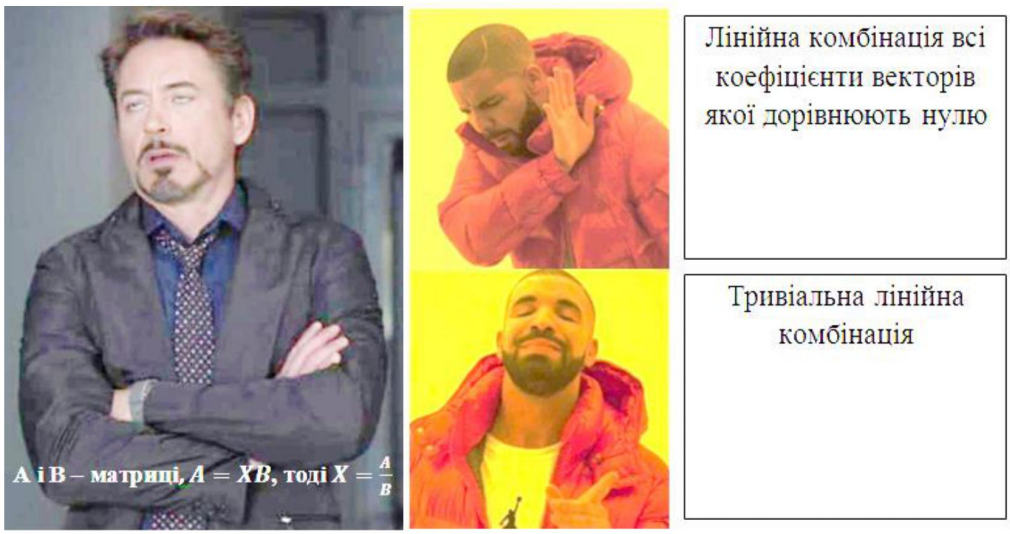


Рис.1.6. Інтернет мем «Crampy cat»

Досить популярним став мем на фоні якого відомий голлівудський актор Роберт Дауні-молодший із специфічним виразом обличчя, що

характеризує невдоволення чи сказане абсурдне твердження (рис. 1.7 (*a*)).



a) *b)*

Рис. 1.7. Приклади інтернет мемів

Значною популярністю в процесі навчання користуються меми, які відображають протирічні емоції людей, що означає, що якесь твердження можна було б сформулювати у більш зручній, доступнішій чи раціональнішій формі. За допомогою таких мемів у зручній формі можна подати чи ж повторити різного роду визначення (рис. 1.7 (*b*)).

Меми з тим же Робертом Дауні-молодший, який розводить руками, використовують щоб показати, що досягнено відмінний результат. Інколи мем набуває іронічного значення, коли досягнено результату і значення його виконання дещо перебільшене (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Приклад використання інтернет мему з лінійної алгебри

Впроваджувати інтернет-меми в процес навчання лінійної алгебри можна в двох аспектах: подати уже створений чи відомий мем під час заняття, або ж дати можливість студентам самостійно створити мем на запропоновану тему.

Досить вдало активізувати пізнавальну діяльність студентів та зацікавити їх до вивчення лінійної алгебри можна провівши конкурс на кращий інтернет-мем із математики, зокрема із рубрикою «Кращий інтернет-мем із лінійної алгебри», який, наприклад, було проведено й в Уманському державному педагогічному університеті імені Павла Тичини серед студентів факультету фізики, математики та інформатики.

Перш ніж проводити даний захід варто організувати анкетування для студентів для того щоб дізнатися чи зустрічалися вони раніше із мемами та переконатися, що студенти правильно розуміють поняття «інтернет-мем». Обов'язково перед проведенням такого заходу потрібно задати умови та правила для того щоб виключити незручні чи неприпустимі ситуації.

Так, розглянемо умови та правила, які були запропоновані студентам під час конкурсу на кращий інтернет-мем:

- інтернет-меми обов'язково мають стосуватися математичних дисциплін, зокрема і лінійної алгебри;
- дотримання загальнолюдських етичних норм та прав людини;
- прості, зрозумілі та грамотні написи українською мовою, без використання слів «паразитів» та русизмів;
- лаконічність у написах (проте допустимі окремі випадки);
- неприпустимі грубі, непристойні вирази та образи особистості;
- відсутність політичних написів чи картинок.

Також, студентам можна запропонувати посилання на вебсторінки на яких вони можуть створювати інтернет-меми онлайн, а також надати заздалегідь підготовлені шаблони.

Проведення такого заходу, або ж навчального заняття з лінійної алгебри з використанням інтернет-мемів, безумовно, краще запам'ятається студентам. Викликані у них позитивні емоції, будуть сприяти обговоренню побаченого та почутого і після заняття. Закладена в мем інтерактивність сприяє успішному запам'ятовуванню і поширенню навчального матеріалу. Мем загострює на собі увагу

незвичністю, оригінальністю, дотепністю, особливим стилем і манерою.

Загалом, інтернет-меми, які планують використовувати у навчальній діяльності, а зокрема під час викладання лінійної алгебри, створюються за наступними принципами [17]:

- інформаційна складова (в основі мему може бути певна фраза, спірне питання, формула, теорема тощо);
- емоційна складова (сенс мему – гумор, емоційна близькість поєднання зображення та текстової складової);
- парадокс, новий сенс загальновідомого (доцільно використовувати гру слів, оксюморони, метафори чи переносне значення слів, тобто ситуації, коли певне словосполучення набуває нового нетипового значення).

Проте, незважаючи на всю привабливість даного засобу, слід залишатися досить обачним, адже існують деякі недоліки використання мемів в освітньому процесі. Наприклад,

- надмірне використання мемів може спричинити не підтримку уваги, а навпаки її розсіювання та емоційне перезбудження;
- інколи меми можуть нести прихований підтекст, який викладач чи студент можуть відразу не зрозуміти тощо.

2. Ментальні карти та схеми – одні із ефективних засобів візуалізації навчального матеріалу з лінійної алгебри

Одним із сучасних та простих у використанні інструментів візуалізації навчального матеріалу під час занять з лінійної алгебри є ментальні карти. Ментальні карти відомі ще як карти пам’яті, mind map, інтелект-карти, карти розуму. Стрімко впроваджуватися у освітній процес вони почали лише останніми двома десятиліттями через можливості створення ментальних карт за допомогою різноманітного програмного забезпечення, проте саме поняття «ментальна карта» з’явилося ще у 70-х роках минулого століття.

Ментальні карти – спосіб відображення інформації за допомогою відокремлення значущих слів, ідей, завдань, або інших елементів, що розташовані навколо ключового слова або ідеї та які поєднані між собою відповідними зв’язками. Карти знань використовуються для створення, відображення, систематизації і класифікації ідей, а також як зручний засіб для формування нових знань, організації навчальної діяльності, розв´язання задач, складання алгоритмів, при написанні наукових праць. У основі техніки подачі навчального матеріалу за

допомогою ментальних карт лежить принцип «радіантного мислення», що належить до асоціативних розумових процесів [19].

Під час проведення, наприклад, лекційних занять, ментальні карти можуть виступати альтернативним способом записування навчального матеріалу. Студент може виокремити на його думку важливу інформацію, структурувати її за допомогою різноманітних зав'язків та представити за допомогою схеми із розгалуженнями. Наразі студенти мають можливість не записувати викладений матеріал в зошит, а за допомогою відповідного програмного забезпечення декількома рухами створити ментальну карту, представляти лише окремі ключові слова і зв'язки між ними, що дуже зручно робити відразу на ноутбуках, смартфонах чи планшетах.

Дослідження науковців свідчать про те, що студенти відгукуються позитивно про такий спосіб «особистісного конспекту лекції» у тих випадках, коли викладач виділяє основні терміни чи поняття що будуть розглядатися на початку заняття. Якщо ж перед викладом навчального матеріалу не акцентувалася увага на основних поняттях, то студенти не зможуть швидко та якісно опрацювати інформацію в такий спосіб. Позитивною стороною запису студентами лекції у вигляді ментальної карти є дотримання принципу активного слухання, адже виникає можливість пригадати чи повернутися до вже записаної інформації з метою її уточнення, редагування чи асоціювання. Причому, це можна зробити не лише тоді, коли відбувається безпосередній виклад, а тоді, коли з'являється думка. Такий процес запису стає для слухачів лекції корисним і тоді, коли викладач повертається чи посилається на навчальний матеріал, що розглядався раніше з метою висвітлення важливого аспекту проблеми або ж щоб встановити взаємозв'язок між темами. У тому випадку, якщо лекція записується класичним способом – студенти мають неодноразово перечитувати текст, щоб усвідомити необхідні зв'язки між його частинами. Якщо ж запис ведеться способом майндмеппінгу – автор ментальної карти просто повертається до раніше створеного вузла й доповнює його зміст ще однією гілкою [25]. Після створення ментальних карт за допомогою відповідного програмного забезпечення можна з легкістю зберігати, редагувати та відправляти матеріал.

Під час вивчення дисциплін природничо-математичного циклу, ментальні карти доцільно використовувати для візуалізації алгоритмів розв'язання типових задач. Так під час вивчення лінійної алгебри, студентам можна запропонувати ментальну карту для відображення

способів знаходження визначників матриць різного порядку, так як це запропоновано на рисунку 1.9.

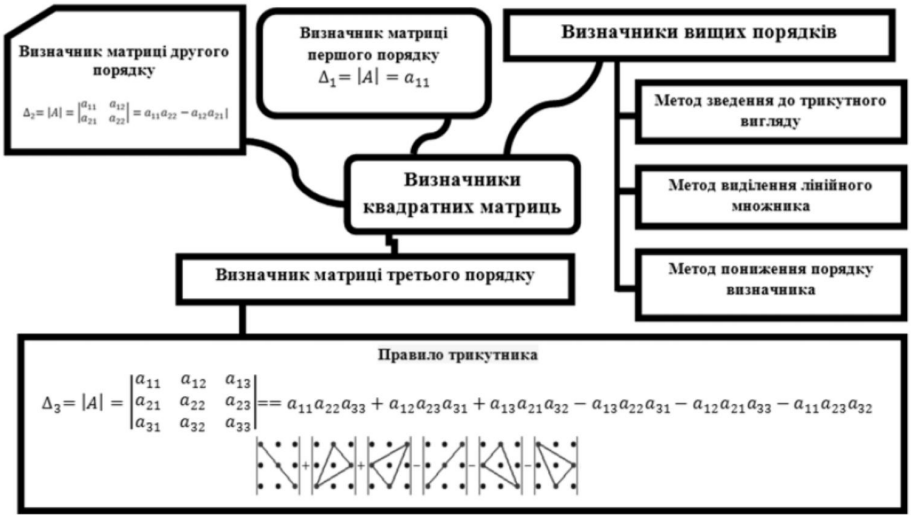


Рис. 1.9. Приклад ментальної карти з лінійної алгебри

Використання ментальних карт на заняттях з лінійної алгебри створених за допомогою сучасних інструментів сприяє:

– візуалізації та презентації інформації;

– швидкому опрацюванню великих об’ємів навчального матеріалу;

– ефективнішому запам’ятовуванню студентами основних понять, теорем, формул тощо;

– розвитку у студентів асоціативного мислення;

– розробці алгоритмів та планів дій;

– розвитку критичного мислення.

Сучасні засоби візуалізації є досить ефективними не лише під час пояснення нового матеріалу, а й в процесі оцінювання якості засвоєння навчального матеріалу, зокрема під час формувального оцінювання. Дослідження особливостей упровадження формувального оцінювання як перспективного шляху вдосконалення освітнього процесу знаходять своє відображення у роботах багатьох науковців, серед них: П. Блек., А. П. Вітковський, Д. Вілям, О. О. Марченко, М. А. Пінска, В. В. Тадіяна та інших. Так, у роботі [2], виданій у 1998 році, П. Блек і Д. Вільям проаналізували 21 дослідження і близько 580 статей та розділів книг про вплив формувального оцінювання на досягнення студентів. Ними було встановлено, що впровадження інновацій під час

формувального оцінювання сприяють значному покращенню результатів навчання. О. О. Марченко, досліджуючи особливості впровадження формувального оцінювання, зазначила, що цей новий спосіб педагогічної взаємодії є ефективним засобом реорганізації структури навчання, спрямованої на дослідження метакогнітивних процесів, які відбуваються у свідомості суб'єктів навчання, його концептуальних труднощів і налагодження з ним як із центральним суб'єктом освітнього процесу дієвого зворотного зв'язку [20].

На даний час існує багато сучасних інструментів для організації формувального оцінювання навчання лінійної алгебри, серед них: LearningApps.org; Plickers; Classroom screen; GO-LAB ecosystem: SpeakUp, Quiz and Quest Tools, Table Tool, Conclusion, Concept Mapper, Concept Mapper Dashboard, Padlet та інші.

Ефективним методом формувального оцінювання під час вивчення модуля «Системи лінійних рівнянь» є самостійне створення студентами ментальних карт, схем чи блок-схем. Вивчення цього модуля передбачене навчальною програмою з лінійної алгебри для підготовки студентів за спеціальністю 014.04 Середня освіта (Математика) і є однією з ключових у процесі вивчення лінійної алгебри.

Пропонуємо один із прикладів здійснення формувального оцінювання під час вивчення модуля «Системи лінійних рівнянь» за допомогою використання схем, створених сучасними інструментами. Це формувальне оцінювання включає три етапи: підготовчий, робота над складанням схеми і заключний.

1. Підготовчий етап передбачає визначення викладачем мети та завдань формувального оцінювання, вибір інструменту оцінювання та набуття навичок роботи із цим інструментом, розробку критеріїв оцінювання.

Для зазначеної роботи зручно обрати інструмент Draw.io, який відповідає вимогам використання прикладного програмного забезпечення (доступність української мови або можливості вибору мови, відсутність реклами, відсутність граматичних і семантичних

помилок, простота освоєння програми і простота роботи з нею, можливість виклику довідки, відповідність вимогам щодо якості інтерфейсу, відкритість, лаконічність, академічний стиль, обґрунтованість колірних рішень, оптимальність кількості інформації на екрані). Крім того, зазначений інструмент має низку переваг над іншими сервісами та програмами. Серед них:

- інструмент повністю безкоштовний;

- присутній широкий набір інструментів та функцій, що дозволяють створювати ментальні карти, організаційні діаграми, блок-схеми, мережеві діаграми, електросхеми;

- створені ментальні карти, схеми, діаграми можна зберігати у форматах *.jpg, *.png, *.svg, *.pdf, *.html, *.xml;

- є можливість інтеграції з Google Документами, Dropbox, OneDrive, JIRA, Confluence, Chrome та GitHub;

- онлайн-версія для синхронізації з Google Диском пропонується у двох варіантах – з підтримкою Google Apps та без неї. Крім веб-версії існує програма для встановлення на персональні комп'ютери, яка підтримується операційними системами Windows, MacOS і Linux.

- фігури (плоскі та об'ємні), тексти (заголовки, основні тексти), стрілки, значки – все це можна легко розмістити на робочому полі, а також присутні широкі можливості форматування тексту і об'єктів.

- за допомогою draw.io можна створювати прототипи інтерфейсу сайтів, додатків, електронних курсів завдяки готовим елементам (кнопки, списки, меню, що випадають, тощо).

Не менш важливим на етапі підготовки є розробка критеріїв оцінювання, які дозволять студентам визначити проблемні місця та поставити цілі щодо подальшого свого навчання, а викладачам визначити шляхи вдосконалення рівня викладання. Розглянемо критерії оцінювання роботи на складання схеми «Дослідження і розв'язання системи лінійних рівнянь» (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Критерії оцінювання виконання роботи на побудову схеми «Дослідження і розв'язання систем лінійних рівнянь»

Рівні				Критерії
Низький	Середній	Достатній	Високий	
Схему складено без логічних зв'язків або частково. Вказано лише методи розв'язування визначених або невизначених систем лінійних рівнянь (СЛР) без короткого опису цих методів.	Схему складено із деякими порушеннями логічних зв'язків. Вказано методи розв'язування визначених та невизначених СЛР із коротким описом кожного методу.	Схему складено із правильно встановленими логічними зв'язками між елементами. Вказано методи розв'язування визначених та невизначених СЛР із коротким описом кожного методу. Наведено приклади розв'язування СЛР відповідно до кожного методу.	Схему складено із правильно встановленими логічними зв'язками між елементами. Вказано методи розв'язування визначених та невизначених СЛР із коротким описом кожного методу. Наведено приклади розв'язування СЛР відповідно до кожного методу. Наведено приклади застосування СЛР у інших галузях життєдіяльності людини.	Фахові

Робота майже повністю скопійована в інших студентів.	Робота частково оригінальна, ідеї дещо запозичені або скопійовані в інших студентів чи з інших прикладів.	Створено оригінальну схему, яка цілковито відображає ідеї студента.	Створено оригінальну схему, яка відображає креативні ідеї студента.	Оригінальність роботи
При виконанні роботи студент потребує значної допомоги в опануванні комп'ютерними вміннями.	При виконанні роботи студент потребує незначної допомоги в опануванні комп'ютерними вміннями.	При виконанні роботи студент не потребує допомоги в опануванні комп'ютерними вміннями.	Студент вільно використовує запропонований інструмент для створення схеми, а також вільно використовує додаткове програмне забезпечення чи Інтернет сервіси.	Компю' терні навички
Вибір кольорів, розмір шрифту та інших деталей випадковий, відволікає від суті, змісту роботи.	Вибір кольорів, розмір шрифту та інших деталей є випадковим, проте не відволікає від виконаної роботи та не втомлюють при перегляді.	Вибір кольорів, розмір шрифту та інших деталей є вдалим та допомагають викликати при перегляді відчуття цілісності роботи, виразності, вдало використана симетрія та антисиметрія.	Вибір кольорів, розмір шрифту та інших деталей є вдалим та підсилює сприйняття виконаної роботи.	Дизайн

У таблиці вказано якісні дескриптори (описи) основних критеріїв виконання роботи для чотирьох рівнів її виконання, які відповідають загальноприйнятим в Україні рівням: початковому, середньому, достатньому і високому. Студенти впродовж виконання роботи можуть відслідковувати свій прогрес у навчанні, визначати, на який саме рівень вони виконують завдання [15].

2. Робота над складанням схеми «Дослідження і розв'язання систем лінійних рівнянь» відбувається у комп'ютерній або у звичайній аудиторії з використанням смартфонів або ноутбуків після проведення викладачем заняття.

У ході проведення такого заняття досить важливо, щоб студенти ознайомилися з критеріями оцінювання, а також були забезпечені достатньою кількістю часу та, за потреби, моделями та інструкціями для якісного виконання роботи.

3. Третій, заключний етап, передбачає: самооцінку студентами виконаної роботи відповідно до визначених критеріїв; самооцінку навчальних досягнень; самооцінку процесу навчання; обговорення результатів; обговорення критеріїв оцінювання з викладачем. З метою виявлення та аналізу допущених помилок викладач демонструє приклад схеми (рис. 7).

Самооцінку навчальних досягнень пропонуємо провести за допомогою, наприклад, так званої таблиці «З-Х-Д» використовуючи інструмент Google Sheets («знав/умів – хочу знати/уміти – дізнався/навчився») (табл. 1.2):

Таблиця 1.2

Таблиця виявлення навчальних досягнень студентів «З–Х–Д»

Знав/умів	Хочу знати/уміти	Дізнався/навчився
Наприклад, способи розв'язування двох лінійних рівнянь із двома невідомими.	Наприклад, розв'язувати систем лінійних рівнянь іншими методами.	Наприклад, розв'язувати систем лінійних рівнянь методом Гауса.
…	…	…

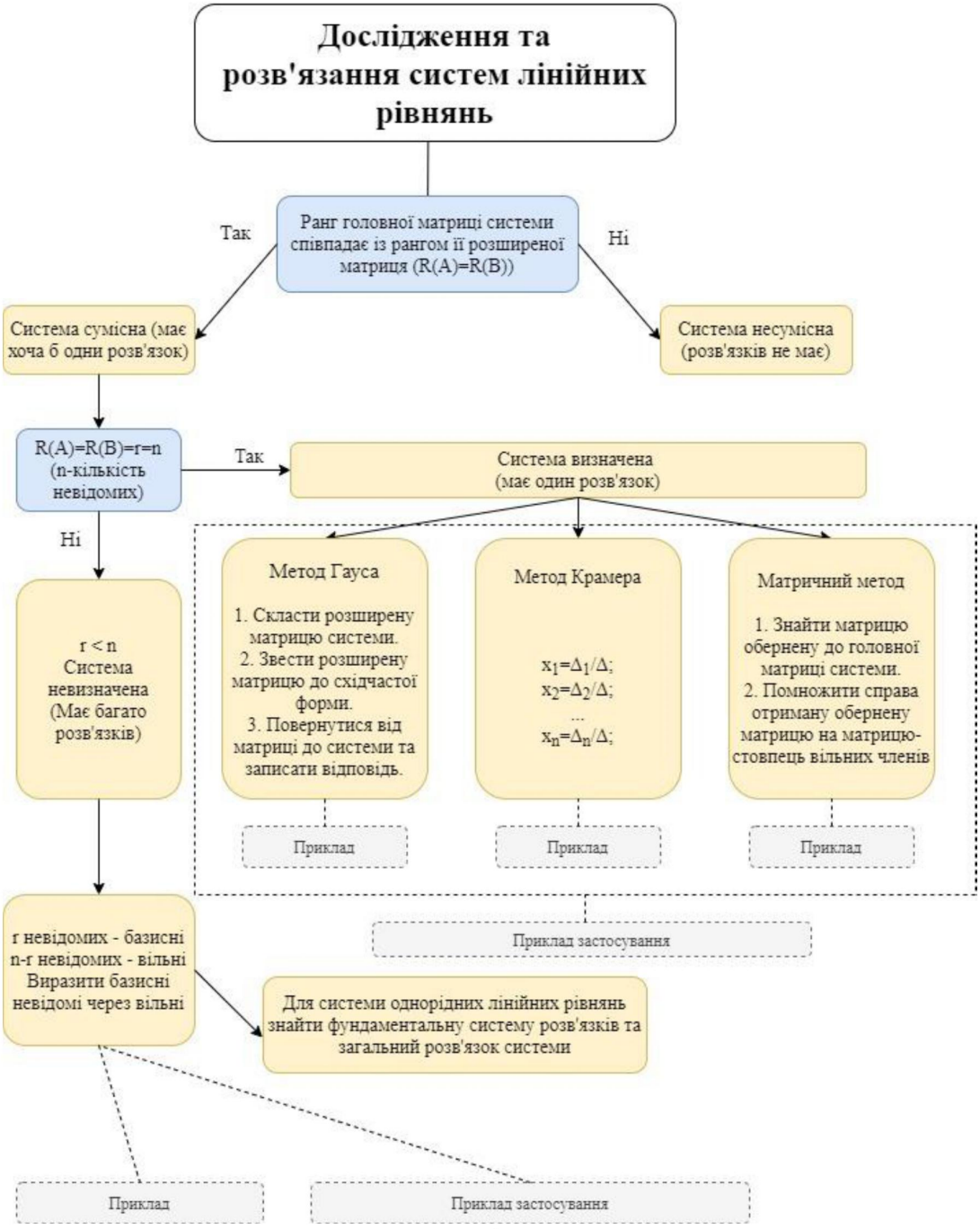


Рис. 1.10. Приклад схеми «Дослідження та розв’язання системи лінійних рівнянь»

Опрацьовуючи інформацію, подану в таблиці, викладач дізнається про індивідуальні особливості розуміння студентами навчального матеріалу, щоб за потреби на основі аналізу поданої інформації мати можливість реорганізувати структуру навчання, налагодити дієвий зворотний зв’язок, а також зрозуміти, як студенти активізували власну пізнавальну діяльність. Після заповнення такої таблиці студентам пропонують зробити аналіз допущених помилок,

обговорити шляхи вдосконалення їхніх умінь та навичок, з'ясувати, що заважало їм досягти гарного результату.

Досить важливо в процесі формувального оцінювання дотримуватися таких принципів: оцінювання навчальних досягнень студента, а не його особистості; наведення чіткого алгоритму для формування кінцевої оцінки, за яким студент може сам визначити свій навчальний рівень і підрахувати свою оцінку; акцентування уваги на навчальних успіхах, на персональному прогресі студента, а не на його оцінці; створення атмосфери відкритості та чесності; розуміння, що будь-які думки та пропозиції мають право на існування, обговорення і сприймаються з повагою; реалізація можливості для всіх учасників відкрито висловлювати власні думки [14].

Проте використання формувального оцінювання за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій під час навчання лінійної алгебри викликає низку проблем. У першу чергу, це пов'язано з неефективною організацією освітнього процесу, а також із відсутністю доступу до сучасних інструментів оцінювання, які дозволяють викладачам ефективно контролювати процес навчання, а студентам проводити самооцінювання. Під час формувального оцінювання слід використовувати не лише комп'ютерні засоби, які допомагають визначити обсяг вивченого матеріалу за певний період, а й ті, які застосовуються для отримання можливостей визначення найближчих кроків у напрямку покращення якості процесу навчання.

Використання цього методу формувального оцінювання під час навчання лінійної алгебри з використанням засобів візуалізації дозволяє:

– ефективніше оцінити викладачеві слабкі місця у студентів усієї групи загалом та в кожного студента зокрема;

– студенту самостійно визначити свій рівень засвоєння навчального матеріалу, з'ясувати, у яких напрямках йому потрібно більше працювати і які знання надолужити;

– розвивати інформаційну культуру тощо.

Формувальне оцінювання з використанням засобів візуалізації інформації особливо значуще в процесі підготовки майбутніх учителів, адже формуються наступні навички:

– відповідальності та адаптивності – особиста відповідальність і гнучкість у різних міжособистісних, професійних і соціальних ситуаціях, встановлення високих стандартів і цілей для себе і для інших, терпимість до інших точок зору;

– комунікативності – створення умов для ефективної усної, писемної та мультимедійної комунікації в різних формах і контекстах, управління нею та розуміння її;

– творчості та інтелектуальної активності – розвиток, застосування і доведення нових ідей до інших людей зручним і цікавим способом;

– критичного та системного мислення – розвиток мислення, що зумовлює вчинення обґрунтованого вибору; розуміння взаємозв'язків у складних системах;

– інформаційної та медіадіяльності – аналіз, доступ, управління, інтеграція, оцінювання і створення інформації в різних формах і різними засобами;

– міжособистісної взаємодії та співпраці – здатність працювати у команді, готовність приймати на себе різні ролі і відповідальність, продуктивно працювати з іншими людьми, поважати точки зору інших;

– виявлення, формулювання і вирішення проблем – здатність виявляти, аналізувати та вирішувати проблеми;

– самоспрямування у навчанні та діяльності – відстеження власного розуміння і власних навчальних потреб, пошук необхідних ресурсів, трансформація знань з однієї системи до іншої;

– соціальної відповідальності – уміння діяти відповідально, враховуючи інтереси громади; демонструвати етичну поведінку за особистої взаємодії, на робочому місці і в громаді [15].

3. Використання середовища GeoGebra на практичних заняттях з лінійної алгебри

Інтенсивність використання інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема засобів для візуалізації навчального матеріалу, залежить, насамперед, від форми проведення заняття. Так, серед викладачів педагогічних закладів вищої освіти України, які здійснюють підготовку майбутніх учителів математики, було проведено опитування з метою виявлення тих форм організації освітнього процесу, на яких вони найчастіше використовують сучасні засоби навчання. На запитання «Під час яких форм організації процесу навчання математичних дисциплін у ЗВО Ви надаєте перевагу у використанні ІКТ?» були отримані наступні результати (рис. 1.11):

- «Під час лекційних занять» – відповіло 33,3% респондентів;
- «Під час практичних занять» – 44,4%;

- «В позааудиторній роботі» – 22,2%.

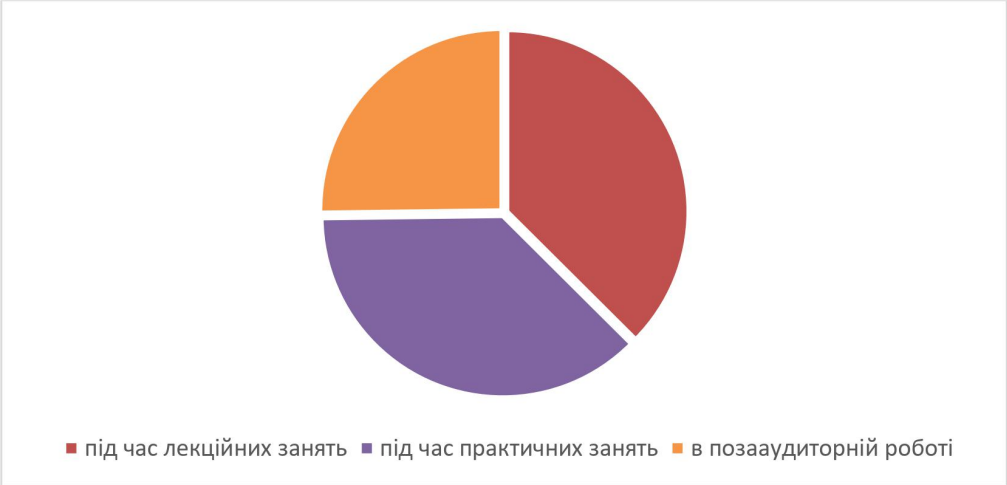


Рис. 1.11. Результати анкетування щодо використання ІКТ у процесі навчання математичних дисциплін

Результати проведеного анкетування засвідчили, що більшість респондентів використовують інформаційно-комунікаційні технології саме під час проведення практичних занять.

Сучасні засоби навчання, зокрема, математичні тренажери, тестові програм чи онлайн-сервіси, засоби візуалізації, можуть бути ефективно використані під час проведення практичних робіт з фундаментальних дисциплін природничо математичного циклу, зокрема, лінійної алгебри. Це зумовлене декількома факторами [16]:

- інтенсифікацією освітнього процесу, у зв'язку із чим все більше годин на вивчення лінійної алгебри виділяється на самостійне опрацювання. Так, наприклад, в Уманському державному педагогічному університеті імені Павла Тичини навчальна програма з лінійної алгебри на вивчення дисципліни передбачає 180 годин, зокрема з них, 94 годин відведено на самостійне опрацювання навчального матеріалу студентами;

- складністю вивчення студентами дисципліни лінійна алгебра, зокрема через необхідність вчити багато теоретичного матеріалу, тому виникає потреба в постійній активізації навчальної діяльності студентів та сприянні зацікавленості навчальною дисципліною;

- необхідністю візуалізувати навчальний матеріал, проводити швидко та ефективно оцінювання результатів навчальної діяльності тощо;

- запитом освіти на проведення навчальних занять у онлайн-режимі або використання змішаної системи навчання, в зв'язку із

різноманітними чинниками, зокрема епідеміологічною ситуацією спричиненою вірусною інфекцією Covid 2019.

Одним із сучасних та ефективних засобів підвищення ефективності навчання під час практичних занять з лінійної алгебри є вільно-поширюване динамічне геометричне середовище GeoGebra.

GeoGebra – вільно-поширюване середовище, яке поєднує динамічну геометрію, алгебру, математичний аналіз і статистику. Використання середовища GeoGebra сприяє інтерактивному поєднанні геометричного, алгебраїчного і числового моделювання змісту задачі, яке дозволяє організовувати цілеспрямоване спостереження за зміною та взаємозв'язком величин даної задачі, надає можливості для перевірки гіпотез, що виникають при цьому спостереженні та перевірити їх експериментально [22]. Функціональні можливості GeoGebra дають змогу виконувати лінійні операції над матрицями, знаходити визначник матриці, транспонувати її, знаходити обернену матрицю тощо [27]. Так, розробка «Matrix Multiplication» [6], яка знаходиться у вільному доступі може бути застосована у ролі математичного тренажера, завдяки якому студенти матимуть можливість відпрацювати навички множення матриць. Цей аплет містить бігунці для задання елементів матриць над якими виконується множення, значення яких може змінюватися від –5 до 5, вікно для відображення заданих матриць та кнопка для отримання результату (рис. 1.12).

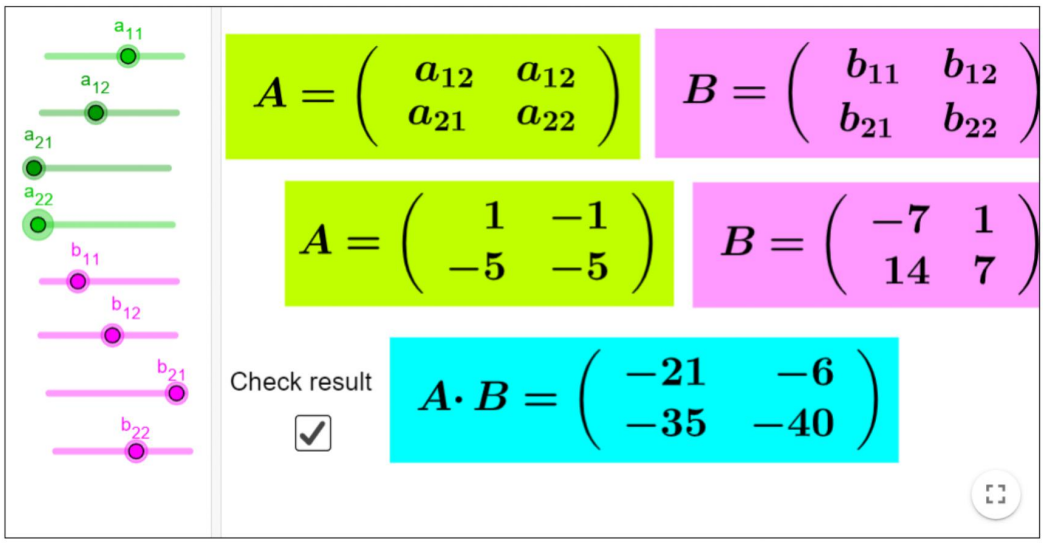


Рис. 1.12. Виконання множення матриць за допомогою системи Geogebra.

Робота із даним тренажером може відбуватися паралельно із роботою в зошиті. Наприклад, задавши елементи матриць над якими відбувається множення, студент в зошиті виконує обчислення, а потім робить перевірку отриманих результатів та виправляє помилки, якщо такі були допущені. В даному аплеті передбачено множення матриць, які мають розмір 2×2, що є головним його недоліком, тому після опрацювання навичок множення матриць розміру 2×2 викладач пропонує виконати множення матриць різних розмірів (наприклад, виконати множення матриць $A = \begin{pmatrix} 5 & -1 \\ 0 & 2 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ і $B = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$, $\mathrm{A} = (1\ 3\ 0\ -4)$ і $B = \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \\ -2 \\ 7 \end{pmatrix}$ тощо) та поступово перейти до розв'язування більш складних завдань, що передбачають множення матриць. Даний аплет є досить корисним для викладача, адже дозволяє задати завдання для самостійного опрацювання декільком студентам одночасно, та відразу ж перевірити правильність виконання, що значно економе час.

Під час формування практичних вмінь та навичок розв'язування систем лінійних рівнянь методом Гауса або Йордана-Гауса, досить вдало можна використати аплет «Gauss-Jordan» [5]. Даний аплет передбачає зведення розширеної матриці системи лінійних рівнянь до східчастої форми або зведеної східчастої форми.

За допомогою відповідних кнопок можна здійснювати наступні елементарні перетворення над матрицями системи (рис. 1.13):

- перестановку двох рядків місцями;
- множення рядка матриці на ненульовий елемент;
- додавання до одного рядка іншого, помноженого на деяке число.

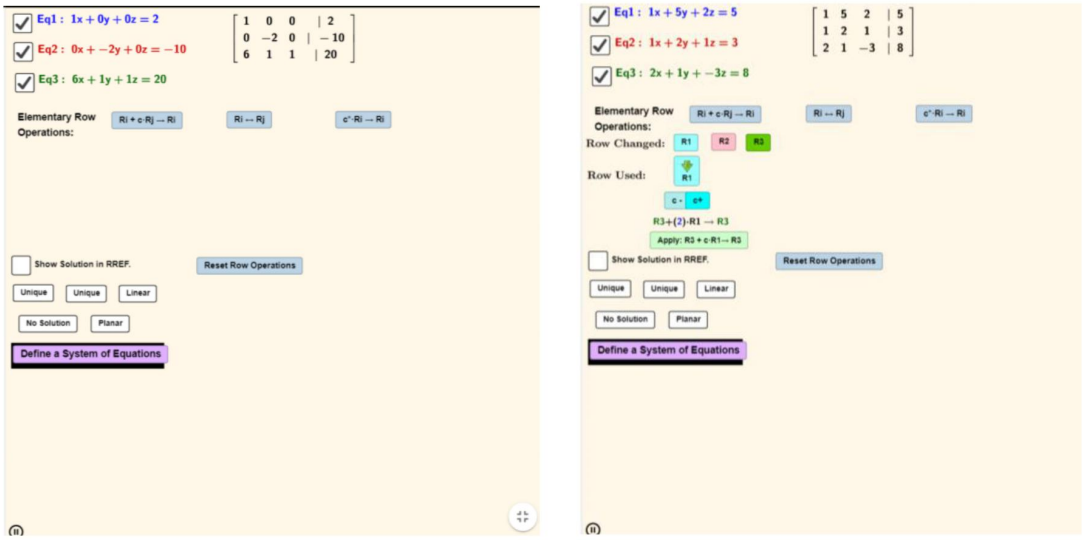


Рис. 1.13. Використання системи GeoGebra для розв’язування систем лінійних рівнянь

Викладач або студенти можуть задати систему лінійних рівнянь самостійно за допомогою кнопки *Define a System of Equation*, вписавши коефіцієнти у спеціальному вікні (див. рис. 1.14).

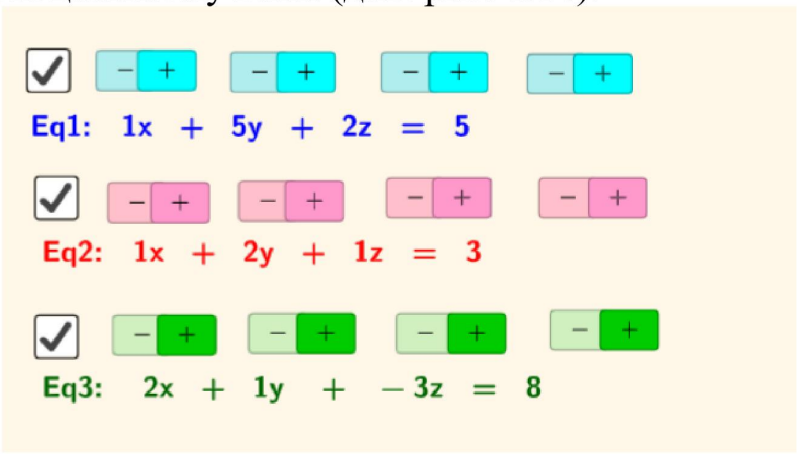


Рис. 1.14. Вікно для задання систем лінійних рівнянь

Формування практичних вмінь та навичок розв’язувати системи лінійних рівнянь за допомогою цього аплету, допоможе економити час завдяки відсутності потреб виконувати рутинні обчислення, що, в свою чергу, виключає допущення помилок та отримання неправильної відповіді.

Використання програми GeoGebra під час практичних занять з лінійної алгебри має значну кількість переваг. Зокрема:

- візуалізація дій користувача;
- надає можливість створювати завдання і відразу отримувати відповідь;

- дозволяє значно економити час за рахунок відсутності, у деяких випадках, потреби проводити рутинні обчислення, адже результат можна швидко обчислити практично одним натисканням кнопки;
- сприяє індивідуалізації та диференціації навчання;
- формує певні загальні компетентності, зокрема інформаційну, а отримані навички роботи із середовищем майбутній вчитель математики може використати у своїй професійній діяльності;
- сприяє здійсненню індивідуального підходу до навчання студентів;
- користуватися даним сервісом можна як із персонального комп'ютера, так і з смартфона чи планшета, що робить навчання більш зручнішим та ефективнішим;
- аплети GeoGebra можуть вбудовуватися у електронні посібники та підручники, чи стати частиною електронного навчально-методичного комплексу.

Проте слід відмітити і недоліки використання системи GeoGebra під час практичних занять з лінійної алгебри. Серед них:

- виникає потреба у технічних засобах за допомогою яких можна здійснювати роботу із сервісом, наприклад, персональному комп'ютері, смартфоні чи планшеті, а також підключенні до мережі інтернет, якщо програма Geogebra не була встановлена заздалегідь, а використовується онлайн за допомогою веб браузера;
- недостатній рівень комп'ютерної грамотності та методичної підготовки до проведення практичних робіт із використанням GeoGebra;
- використання студентами системи не за призначенням, що може призвести до неякісного засвоєння навчального матеріалу.

Отже, за допомогою сучасних засобів навчання, зокрема, за допомогою системи динамічної математики GeoGebra, можна ефективно проводити практичні заняття з лінійної алгебри, формувати вміння та навички студентів, активізувати пізнавальну діяльність та формувати загальні та фахові компетентності.

4. Використання електронних посібників під час освітнього процесу з лінійної алгебри.

Одними із багатофункціональних засобів, які використовуються в освітньому процесі і як додаткове джерело знань, і для візуалізації чи уточнення навчального матеріалу, і для посередництва між студентами

та викладачами є електронні підручники. Дидактичні можливості електронних підручників досить значні, що дозволяє одним електронним підручником замінити цілі навчально-методичні комплекси. Електронні підручники все частіше стають незамінними помічниками не тільки для учнів та студентів, а й для вчителів та викладачів.

В навчально-методичній літературі та нормативно-правових актах не існує однозначного підходу до тлумачення поняття електронного підручника.

У положенні Про електронний підручник (наказ МОН від 02.05.2018 р. №440 зі змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки № 748 від 29.05.2019) даний засіб визначається як «електронне навчальне видання із систематизованим викладенням навчального матеріалу, що відповідає освітній програмі, містить цифрові об'єкти різних форматів та забезпечує інтерактивну взаємодію» [24]. В цьому положенні також визначені вимоги до змісту електронного підручника, організації навчального матеріалу, інтерфейсу та дизайну, вихідних даних, технічні та функціональні вимоги, а також вимоги до взаємодії електронного підручника з Національною освітньою електронною платформою.

Дослідниця В. П. Вембер зазначила, що існує два прямо протилежних погляди на трактування поняття електронного підручника, а саме [13]:

1. Електронний підручник є окремим елементом електронного навчально-методичного комплексу, в який входять також довідники, глосарії, лабораторні практикуми, фонди тестів, комп'ютерні тренажери та ін. В цьому випадку електронний підручник підтримує лише функцію подання нового матеріалу, всі інші функції підручника покладаються на інші модулі навчально-методичного комплексу;

3. Електронний підручник сам являє собою програмно-методичний комплекс, що забезпечує і подання нового теоретичного матеріалу, і пакет навчальних, контролюючих та інших програм, методичні вказівки для роботи з електронним підручником і для організації практичних занять, тренувальну навчальну діяльність. В такому трактуванні повинні бути враховані функції, що покладаються на електронний підручник, і зазначені функції програмно-методичних комплексів, які не притаманні електронним підручникам.

Використання електронних підручників під час навчання лінійної алгебри майбутніх учителів математики набуває особливого значення.

Такі освітні засоби навчання сприяють не лише формуванню фахових вмінь та навичок, загальних та фахових компетентностей, а й забезпечують активізацію пізнавальної діяльності, розвиток критичного та логічного мислення, допитливості, уяви та самостійності через формування пошуково-дослідницьких умінь.

Наразі електронних підручників з лінійної алгебри є дуже мало, проте є такі, які, на нашу думку, можна вдало використати в освітньому процесі. Серед них електронний підручник «Лінійна алгебра. Частина І», який призначений для самостійного вивчення, розширення знань та формування практичних навичок та вмінь студентами, оцінювання результатів навчальної діяльності студентів а також для використання викладачем під час лекційних та практичних занять з лінійної алгебри з метою візуалізації навчального матеріалу.

Розглянемо особливості структури та методичні аспекти використання електронного підручника «Лінійна алгебра. Частина І» під час навчання лінійної алгебри студентів педагогічних університетів.

1. Зміст електронного підручника має ієрархічну структуру трьох рівнів: передбачено розділи, що розгалужуються на теми, які в свою чергу розгалужуються на екрани з теоретичним матеріал та прикладами розв’язання завдань, а також на екрани із завданнями для оцінювання та самооцінювання студентів, завданнями для самостійного опрацювання.

2. Кожна тема містить теоретичний матеріал, а також зразки розв’язування практичних вправ різного рівня складності. Таке подання навчального матеріалу дозволяє реалізувати принцип індивідуалізації та диференціації навчання. Це особливо корисно під час вивчення лінійної алгебри, адже ця дисципліна починає вивчатися вже на першому курсі, а базові знання першокурсників, як правило, значно різняться.

Також кожна тема містить рубрику «Історичні постаті» в якій відображено відомості про важливі дати та відкриття, відомих математиків та науковців, які творили історію лінійної алгебри.

Рубрика «Шпаргалка» також досить часто зустрічається на екранах, де поданий навчальний матеріал. Дана рубрика передбачає можливість завантаження картинок, які містять основні формули, теореми, властивості тощо. Таким чином студент може сформувати власний «банк знань», завантаживши файли на смартфон, і використовувати його за принципом «скрізь і всюди».

3. Кожна тема містить мультимедійний контент: картинки, анімації, відеоролики, вбудовані аплети, що є однією із основних ознак, які відрізняють даний електронний підручник від друкованого видання. Мультимедійний контент значно розширює функціональність даного засобу. Так, викладач може використовувати його під час проведення лекційних і практичних занять, зокрема для візуалізації навчального матеріалу. За допомогою вбудованих аплетів Geogebra студенти можуть відпрацьовувати практичні вміння та навички.

Наприклад, під час проведення практичного заняття на тему «Системи лінійних рівнянь», перед самостійним розв'язуванням вправ, студентам можна запропонувати аплет «Розв'язування систем лінійних рівнянь методом Жордана-Гауса» [5]. За допомогою даного аплету студенти можуть навчитися розв'язувати системи лінійних рівнянь методом Жордана-Гауса, зокрема виконувати безпомилково елементарні перетворення систем рівнянь. Завдання передбачають оволодіння навичками перетворення системи до зведеної східчастої форми та виключають можливість допустити помилку під час обрахунків. Таким чином студент не боїться експериментувати, має можливість у будь-який момент повернути виконану дію назад та бути впевненим в обрахунках. Після розв'язування прикладів на тренажері, потрібно запропонувати розв'язати декілька систем без допомоги аплету.

4. Навігацію та користування електронним підручником спрощує наявність віртуального помічника. Замість традиційного інформаційного меню та випливаючих підказок, автором було прийнято рішення допомагати студенту в оволодінні підручником за допомогою коротких відеоінструкцій, де анімаційний персонаж Людмила пояснює особливості інтерфейсу та навігації, правила користування, правила виконання завдань, вказує на корисні посилання та додаткову літературу, створюючи ефект надійного помічника при засвоєнні навчального матеріалу.

5. В електронному підручнику забезпечується високий рівень інтерактивності під час роботи із навчальним матеріалом за рахунок наявності різнорівневої допомоги при виконанні практичних завдань, тестів для здійснення контролю та самоконтролю, серед яких тести на вибір відповіді «Так» / «Ні», вибір однієї правильної відповіді із чотирьох запропонованих та тестів на встановлення відповідностей. Таким чином студент може самостійно визначити рівень засвоєння

навчального матеріалу і будувати дорожню карту подальшого вивчення дисципліни.

6. Електронний підручник «Лінійна алгебра. Частина І» розроблено відповідно до сучасних технічних та функціональних вимог, зокрема розроблена мобільна версія цього підручника, яка підтримується на всіх смартфонах з операційною системо Android. Використання мобільної версії електронного підручника дає можливість зробити навчання гнучким, доступним і персоналізованим. Кожний має можливість навчання з будь-якого місця, в будь-який час. Мобільна версія електронного підручника пропонується у форматі *.apk, тому для його користування не потрібно встановлювати додаткове програмне забезпечення.

7. Електронний підручник містить глосарій навчального курсу та глосарій термінів у межах кожної теми.

Використання електронного підручника має значну кількість переваг над відповідним друкованим виданнями. Серед них виділимо наступні [29], [17]: надання можливості використання мультимедійного навчального матеріалу; сприяння активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів; сприяння формуванню інформаційної культури; економія часу як для студентів, так і для викладачів за рахунок автоматизованої перевірки правильності розв’язання завдань; широкий діапазон використання; можливість навчання в будь-якому темпі та в будь-який зручний для студентів час; зручний інтерфейс, який дозволяє змінювати масштаб сторінки, виконувати пошук у тексті, копіювати текст тощо; наявність гіперпосилань, які дають можливість миттєво переходити до потрібної інформації та забезпечують інтерактивну взаємодію під час роботи із навчальним матеріалом; нижча вартість виготовлення, ніж друкованого посібника.

Проте існує декілька факторів, які сповільнюють темпи розробки і впровадження та знижують ефективність електронних підручників, серед них [29], [12]:

- технічна складність проектування та розробки електронного підручника, а також оновлення та доповнення навчального матеріалу. Ця складність зумовлена насамперед малою кількістю доступних візуальних конструкторів для розробки електронних підручників. Ті конструктори які існують, зазвичай, мають обмежений функціонал, зокрема, для введення математичних формул;

- потреба у чіткому плануванні і постійному контролі за часом роботи студентів з електронним підручником у відповідності до санітарно-гігієнічних вимог;

- значна кількість педагогічних програмних засобів, зокрема електронних підручників, передбачають подання матеріалу переважно у вигляді тексту, що дублює друковані засоби навчання, однак сприйняття тексту з екрану менш зручне та ефективне, ніж читання книги;

- форми контролю, які реалізуються з використанням ІКТ, зменшують час живого спілкування, що не сприяє збільшенню словникового запасу та може призвести розвитку «комплексів» при спілкуванні з однолітками та дорослими, а також призвести до переходу від розвивального до більш пасивного навчання.

Якісно організований освітній процес викладачем дозволяє усунути або мінімізувати недоліки використання електронних підручників. Зокрема, ці недоліки можуть бути усунені: проектуванням електронного підручника таким чином, щоб був присутній мультимедійний інтерактивний навчальний матеріал; поданням матеріалу у вигляді опорних схем, ментальних карт тощо; використанням електронного підручника у поєднанні із інтерактивними технологіями навчання («Мозковий штурм», «Мікрофон», «Незакінчені речення», «Навчаючи – вчусь»); використанням індивідуальних та групових форм роботи під час роботи з електронним підручником тощо.

Висновки

Отже, інтенсивне впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в освітній процес сприяє використанню різноманітних сучасних технологій візуалізації навчального матеріалу. Багато можливостей відкривають технології з використанням ментальних карт, інтерактивних стрічок часу, мемів, хмарів тег, електронних підручників, математичних програм тощо, що сприяє забезпеченню якості викладання лінійної алгебри в закладах вищої освіти, зокрема в педагогічних університетах, кращому засвоєнню знань студентами та підвищенню інтересу до навчального предмета. Використання сучасних технологій візуалізації допомагає викладачеві постійно вдосконалювати та урізноманітнювати освітній процес, а студентам, в свою чергу, надає можливість робити процес навчання більш комфортним, цікавішим та результативнішим.

Список використаних джерел

1. Arguel A., Jamet E. Using video and static pictures to improve learning of procedural contents. *Computers in Human Behavior*. Amsterdam, 2009. Vol 25(2). P. 354–359.

2. Black Paul, Wiliam Dylan. Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*. 1998. Vol. 5, № 1. P. 7–74.

3. Brucker B., Scheiter K., Gerjets P. Learning with dynamic and static visualizations: Realistic details only benefit learners with high visuospatial abilities. *Computers in Human Behavior*. 2014. Vol. 36. P. 330–339.

4. Dennett D. The Evolution of Culture : вебсайт. URL: http//www.edge.org/3rd_culture/dennett/dennett_p1.html. (дата звернення 18.01.2021).

5. Gauss-Jordan - Latest – GeoGebra : веб-сайт. URL: https://www.geogebra.org/m/v2daxnv2 (дата звернення: 14.09.2021).

6. Matrix multiplication – GeoGebra : веб-сайт. URL: https://www.geogebra.org/m/WajmZtzK (дата звернення: 14.09.2021).

7. Nikolić V., Petković D., Denić N., Milovančević M., Gavrilović S. Appraisal and review of e-learning and ICT systems in teaching process. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. Amsterdam, 2019. Vol. 513. P. 456–464.

8. Барышкин А. Г., Резник Н. А. Основные параметры визуализации учебной информации. *Компьютерные инструменты в образовании.* 2005. №3. С. 38–44.

9. Бевз В. Г., Годованюк Т. Л. Дубовик В. В. Реалізація технологічного підходу у навчанні майбутніх учителів математики. Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. 2019. №3. С. 182–195.

10. Бибик С. П., Сюта Г. М. *Словник інфомовних слів: тлумачення, словотворення та слововживання* / за ред. С. Я. Єрмоленка; худож.-оформлювач Б. П. Бублик. Харків, 2007. С. 107.

11. Бусел В. Т. *Великий тлумачний словник сучасної української мови* (з дод. і допов.) / уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. Київ, 2005. С. 186.

12. Вембер В. П. Методичні основи проектування та використання електронного підручника з інформатики для

загальноосвітньої школи : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2008. 20 с.

13. Вембер В. П. Навчально-методичні вимоги до електронного підручника. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2006. № 4 (11). С. 50–56.

14. Веремей Є. Р. Використання формуючого оцінювання в електронному навчальному курсі. *Open educational e-environment of modern University*. 2019. № 6. С. 10–100.

15. Дементієвська Н. П. Формуюче оцінювання в курсі з допрофільної підготовки за програмою Intel «Шлях до успіху». *Інформатика і інформаційні технології в навчальних закладах.* 2011. Вип. 6(36). URL: http://lib.iitta.gov.ua/641 (дата звернення: 14.09.2021).

16. Дубовик В. В. Електронний посібник як ефективний засіб організації самостійної роботи студентів педагогічних університетів з лінійної алгебри. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу – «ІТМ*плюс–2020» Форум молодих дослідників* : зб. матеріалів доп. учасн. І Всеукр. наук.-метод. інтернет-конференф. Суми, 2020. С. 32–34.

17. Дубовик В. В. Електронні посібники як засіб навчання лінійної алгебри. *Фізико-математична освіта.* 2017. Вип. 4 (14). С. 166–169.

18. Душков Б. А., Королев А. В., Смирнов Б. А. Энциклопедический словарь: Психология труда, управления, инженерная психология и эргономика. Москва: «Академический проект, Деловая книга», 2005. 848 с.

19. Кобися А. П. Використання технологій майндмеппінгу у педагогічній діяльності. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2015. Вип. 41. С. 346–351.

20. Марченко О. М. Формуюче оцінювання як перспективний шлях розвитку нового педагогічного мислення. *Нова педагогічна думка*. 2015. № 2. С. 50–54.

21. Мельничук О. С. *Словник іншомовних слів* / уклад. і голов. ред. О. С. Мельничука. Київ, 1974. С. 160.

22. Ніколаєнко М. С., Синько Л. С. Використання програмного засобу GeoGebra на уроках математики. *Електронні інформаційні*

ресурси: створення, використання, доступ : зб. матеріалів Міжнародної наук.-практ. Інтернет конф. Вінниця, 2016. С. 291–303.

23. Освітній тренд: використання інтернет-мемів на уроках // Naurok: вебсайт. URL: https://naurok.com.ua/post/osvitniy-trend-vikoristannya-internet-memiv-na-urokah (дата звернення 18.01.2021).

24. Про затвердження Положення про електронний підручник: Наказ Міністерства освіти і науки України від 02 травня 2018 р. № 440. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0621-18 (дата звернення: 14.09.2021)

25. Романовський О. Г., Гриньова В. М., Резван О. О. Ментальні карти як інноваційний спосіб організації інформації в навчальному процесі вищої школи. *Інформаційні технології і засоби навчання*: електрон. наук. фахове вид. 2018. Т. 64, № 2. С. 185–196.

26. Семеніхіна О. В., Юрченко А. О. Уміння візуалізувати навчальний матеріал засобами мультимедіа як фахова компетентність учителя. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Педагогіка. Соціальна робота. 2014. Вип. 33. С. 176–179.

27. Федонюк А. А., Юнчик В. Л. Порівняльна характеристика функціональних можливостей систем комп'ютерної математики в процесі розв'язування задач. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Інформаційні системи та мережі.* Львів. 2019. № 6. С. 90–102.

28. Чемеркін С. Інтернет-мем – що це? *Культура слова*. 2015. Вип. 82. С. 113–116. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kuls_2015_82_19 (дата звернення 14.09.2021).

29. Ястребов М. І., Полях О. О. Електронний підручник — компонент сучасного освітнього середовища. *Вісник Національного технічного університету України «КПІ». Серія — Радіотехніка. Радіоапаратобудування*. 2010. № 40. С. 161–164.

Рудницький С.О.
викладач кафедри вищої математики
та методики навчання математики
Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини
s.o.rudnytskyi@udpu.edu.ua
orcid.org/0000-0001-7798-5715

ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА GEOGEBRA ПРИ ВИВЧЕННІ ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ “ПРОСТОРОВІ КРИВІ” ТА “ПАРАМЕТРИЗОВАНІ ПОВЕРХНІ” КУРСУ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ТОПОЛОГІЯ

Анотація. *В роботі розглянуто можливості інструментів інтерактивної математичної системи GeoGebra, які можуть бути використані при навчанні диференціальної геометрії майбутніх вчителів математики. На основі проведеного аналізу виділено напрямки впровадження цієї системи в навчальний процес при вивченні просторових кривих, поверхонь та їх властивостей. Також викладено авторський підхід у використанні комп’ютерної візуалізації просторових кривих та подано методичні рекомендації щодо їх дослідження та засвоєння навчального матеріалу.*

Ключові слова: *диференціальна геометрія, GeoGebra, просторова крива, гвинтова лінія, параметризована поверхня, радіус-вектор, навчання геометрії.*

До числа основних задач успішного проведення цифровізації математичної освіти, входять:

- створення конкретних дидактичних матеріалів для електронного супроводу навчального процесу різних математичних дисциплін;
- розробка технологій їх методично грамотного використання;
- підготовка вчителів математики, що гарно оволодіють цими технологіями та готових адаптуватись до освоєння технічних та технологічних новинок.

Важливе місце в підготовці майбутніх вчителів математики повинно бути відведено формуванню навиків роботи з електронними

середовищами візуалізації математичних об'єктів та автоматизації числових та символьних обчислень. У закладах вищої освіти, що їх готують, інструментальні математичні середовища головним чином вивчаються в рамках факультативних або вибіркових курсів і поки що досить рідко використовуються при викладанні спеціальних математичних дисциплін.

Останнім часом серед вчителів математики найбільшою популярністю користується система динамічної геометрії GeoGebra. Глобальна мережа Internet постійно поповнюється все новими та новими навчально-методичними розробками, виконаними на базі цієї системи. Це насамперед обумовлено тим, що GeoGebra є вільно розповсюджуваною, багатоплатформною системою, має україномовний інтерфейс та легка в освоєнні.

Система GeoGebra відноситься до числа систем динамічної геометрії нового покоління, яка містить не тільки інструменти геометричних побудов, але і аналітичний модуль для чисельних та символьних обчислень. Наявність в GeoGebra аналітичного модуля дозволяє вчителям використовувати її не тільки для наглядного супроводу шкільного курсу математики, але і складних розділів математичних дисциплін університетських курсів.

Останнім часом значно зріс інтерес до використання Geogebra зі сторони викладачів математики у закладах вищої освіти. Практика використання цієї системи при навчанні геометрії описана в роботах Жалдака М.І. [3], Семеніхіної О.В. [7], Ушакова А.В. [8], Зіатдінова Р.А. [2] та ін. Публікацій, що знайомлять з досвідом використання інтерактивних математичних систем при навчанні диференціальної геометрії, присвячено дуже мало. Але разом з тим, саме в цьому геометричному курсі проблема візуалізації понять, що вивчаються, являється найбільш актуальною.

Метою викладання навчальної дисципліни "Диференціальна геометрія і топологія" є навчання студентів прийомам та методам розв'язування задач, ознайомлення з основними теоретичними положеннями та геометричними фактами для дослідження їх зв'язку з основними задачами диференціального та інтегрального числення, із шкільним курсом геометрії.

Теорія просторових кривих та параметризованих поверхонь розглядається в курсі нормативної навчальної дисципліни "Диференціальна геометрія та топологія" студентами математичних спеціальностей педагогічних університетів. Знання про криві дозволяє

моделювати різноманітні процеси, об'єкти та явища. За їх допомогою визначають форму нового об'єкта, траєкторію космічної ракети, руху електронів, переміщення ураганів, описують гірські маршрути й орбіти планет, прогнозують різноманітні процеси в науці, техніці та повсякденному житті [6; 10; 11; 12]. У процесі вивчення студентами просторових кривих можна поглиблювати раніше отримані знання, отримувати нові, порівнювати різні способи розв'язання задач. Дослідження кривих та поверхонь передбачає наявність інтегрованих знань із багатьох розділів математики: лінійної алгебри, аналітичної, диференціальної, проективної, комп'ютерної геометрії, математичного аналізу, диференціальних рівнянь, обчислювальної математики.

При цьому мала кількість аудиторних годин, що відводиться на вивчення цього курсу, не дозволяє зберегти наглядно-геометричний підхід у викладанні диференціальної геометрії в таких умовах. Вимога вичерпного подання теоретичного змісту курсу "Диференціальна геометрія та топологія" згідно навчальної програми змушує викладачів формально визначати значну частину диференціально-геометричних понять, що вивчаються без належної геометричної інтерпретації. Цю тенденцію можна простежити в ряді класичних начальних посібників з цієї дисципліни [1; 4; 5], які на теперішній час залишаються основними для багатьох закладів вищої освіти, що ведуть підготовку майбутніх вчителів та викладачів математики.

При навчанні диференціальної геометрії спостерігається така ситуація, що студенти користуються відомими формулами та рівняннями, успішно обчислюють для заданої кривої (поверхні) значення її диференціально-геометричних інваріантів, знаходять рівняння зв'язаних з нею прямих та площин, але нічого не можуть сказати про форму досліджуваної кривої (поверхні), – і це звичайне явище. Такий формальний підхід до навчання майбутніх вчителів математики може в подальшому негативним чином проявитися в їх професійній діяльності.

Ми покажемо ефективність застосування програми GeoGebra при вивченні змістових модулів "Просторові криві" та "Параметризовані поверхні" курсу диференціальна геометрія та топологія. Для цього розглянемо можливості основних інструментів цієї системи та виділимо перспективні напрямки впровадження її в навчальний процес.

1. Задання та зображення кривих в системі GeoGebra

Розглянемо способи представлення в інтерактивній математичній системі GeoGebra просторових кривих та точок, що їм належать [9].

Просторові криві в диференціальній геометрії найчастіше задають параметрично:

$$x = x(t),\ y = y(t),\ z = z(t)$$

або одного векторного рівняння

$$\vec{r}(t) = (x(t),\ y(t),\ z(t))$$

Цей спосіб є найкращим для задання та розпізнання в системі GeoGebra. Для цього в додатку GeoGebra 3D використаємо команду *Крива*(<*Expression*>, <*Expression*>, <*Expression*>, <*Parameter Variable*>, <*Start Value*>, <*End Value*>). На прикладі звичайної (циліндричної) гвинтової лінії розглянемо зображення кривої, в рівняння якої входять буквені коефіцієнти (*a* та *b*). Введемо команду *Крива*(*a**cos(*t*), *a**sin(*t*), *b***t*, *t*, -10, 10) для її коректного відображення. Тепер після введення натискаємо *Enter* на клавіатурі і в системі GeoGebra 3D автоматично з'являться повзунки для коефіцієнтів *a* та *b* (рис. 1.15), змінюючи їх можна побачити в реальному часі, як зміна одного числового коефіцієнта при фіксованому іншому впливає на зображення кривої (при зміні параметра *a* змінюється радіус циліндра, що вміщує гвинтову лінію, при зміні параметра *b* – змінюється її крок), дослідити деякі вироджені випадки (наприклад, коли один з коефіцієнтів нульовий). Крім цього, натиснувши на піктограму *Грати* напроти кожного параметра та коригуючи швидкість "програвання", можна запустити динамічний рух утворення гвинтової лінії при одночасній зміні обох коефіцієнтів. Також для збільшення кількості витків гвинтової лінії, можна збільшити швидкість зміни параметра *t*.

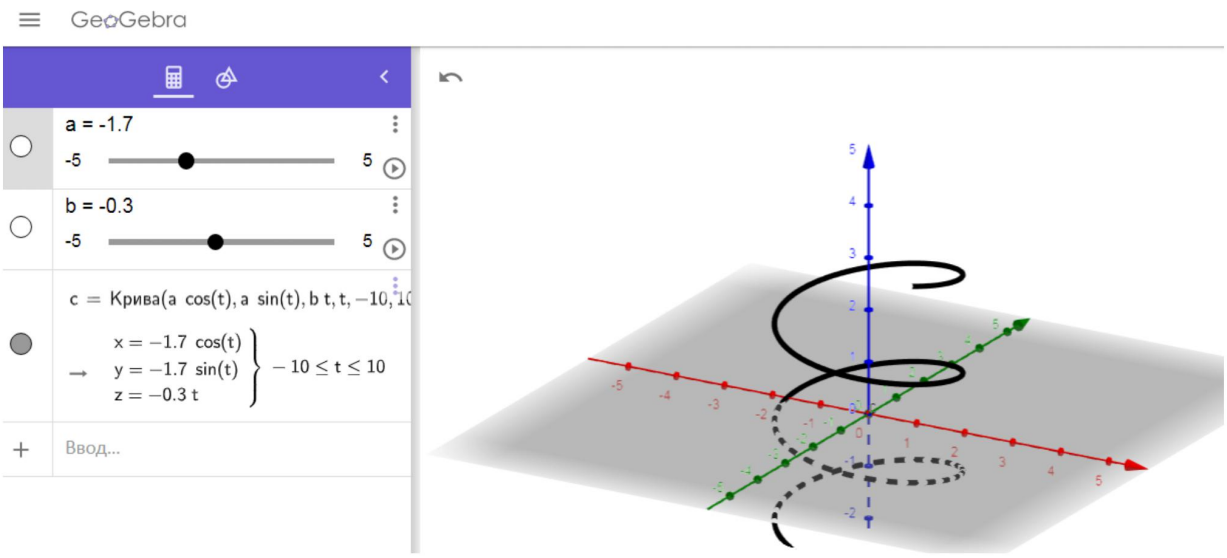


Рис. 1.15. Зображення гвинтової лінії

Також в системі можна побудувати замкнені просторові криві, що містять точку самоперетину, наприклад криву Вівіані (рис. 1.16). Для цього в GeoGebra 3D введемо команду *Крива*(*a* / 2 (1 + cos(*t*)), *a* / 2 sin(*t*), *a**sin(*t* / 2), *t*, -2pi, 2pi)

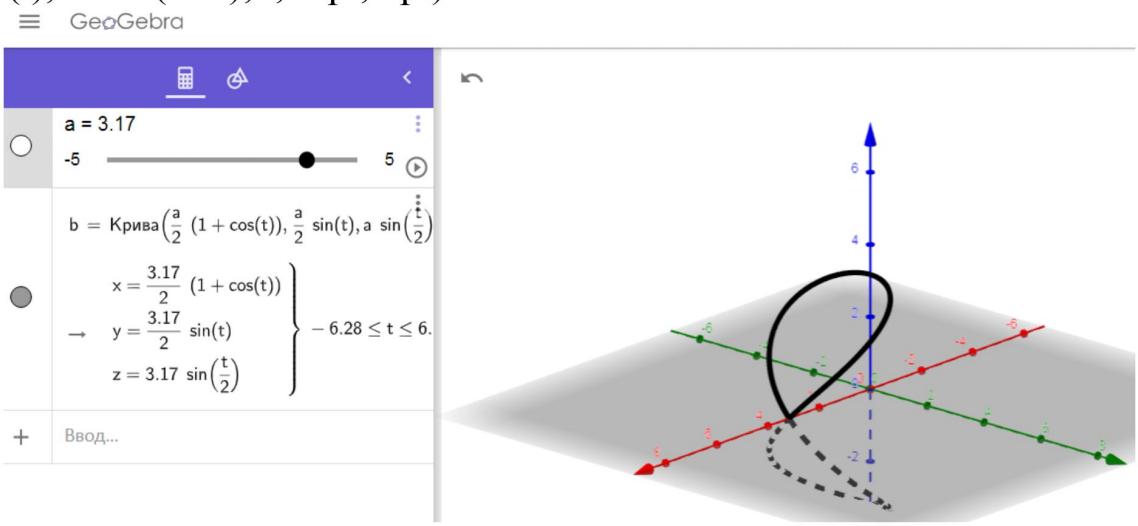


Рис. 1.16. Зображення кривої Вівіані

Не тільки зображення просторових кривих може викликати труднощі у студентів. Багато ліній на площині також становлять великий інтерес для досліджень в прикладних аспектах математики. Деякі з них не завжди просто зобразити “на папері”. Окрім просторового зображення система GeoGebra звісно передбачає можливість зображення плоских кривих за аналітичним її заданням. Продемонструємо, наприклад, зображення деяких цікавих відомих кривих на площині в системі GeoGebra 2D.

Крива “метелик” (рис. 1.17.). На *Полотні 2D* вводимо команду *Крива*(sin(*t*) (*e*^cos(*t*) - 2cos(4*t*) - sin^5(*t* / 12)), cos(*t*) (*e*^cos(*t*) - 2cos(4*t*) – sin^5(*t* / 12)), *t*, 0, 12pi), щоб одержати її зображення.

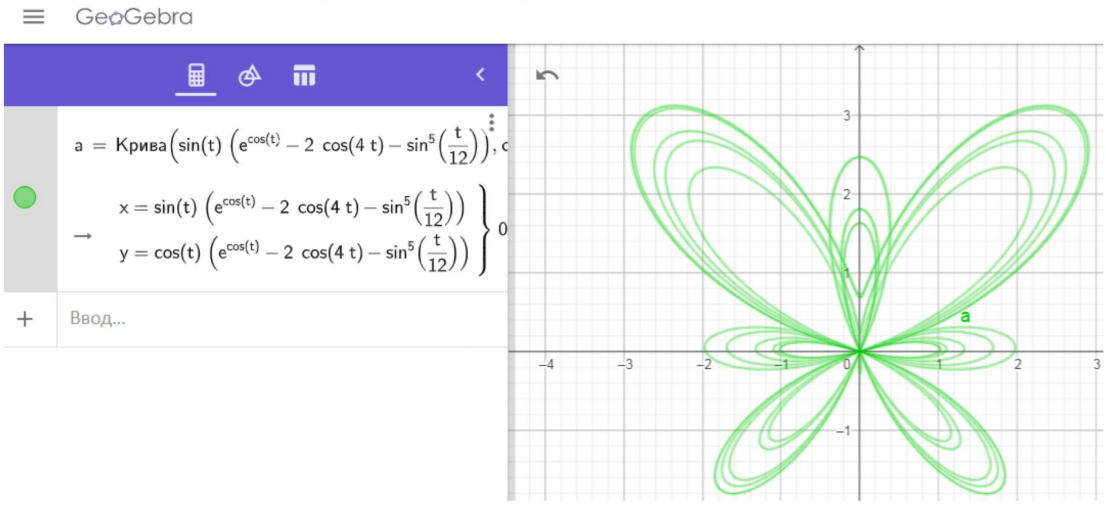


Рис. 1.17. Зображення кривої “метелик”

Дворога крива (рис. 1.18). На *Полотні 2D* вводимо команду *Крива(a sin(t), cos²(t) (2 + cos(t)) / (3 + sin²(t)), t, -pi, pi)*, щоб одержати її зображення.

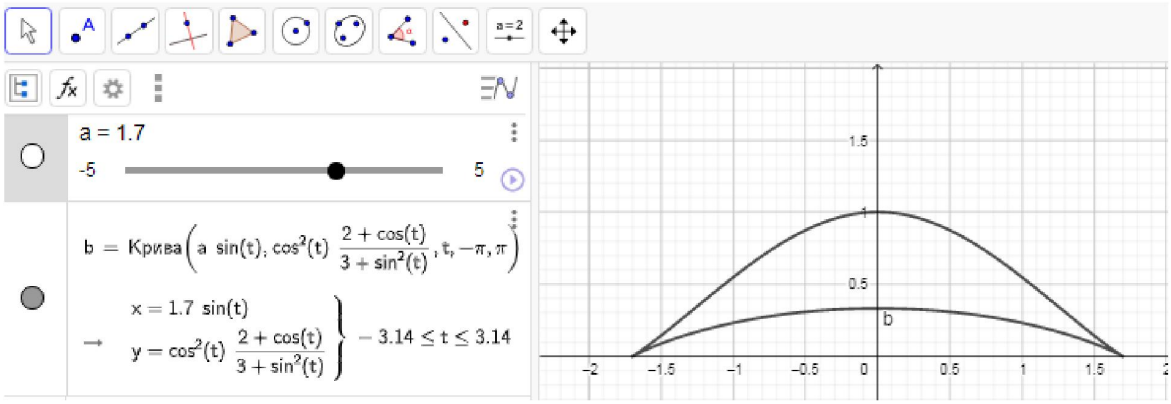


Рис. 1.18. Зображення дворогої кривої

Циклоїда (рис. 1.19). На *Полотні 2D* вводимо команду *Крива*(*a t* - *h* sin(*t*), *a* - *h* cos(*t*), *t*, -2pi, 2pi), щоб одержати її зображення.

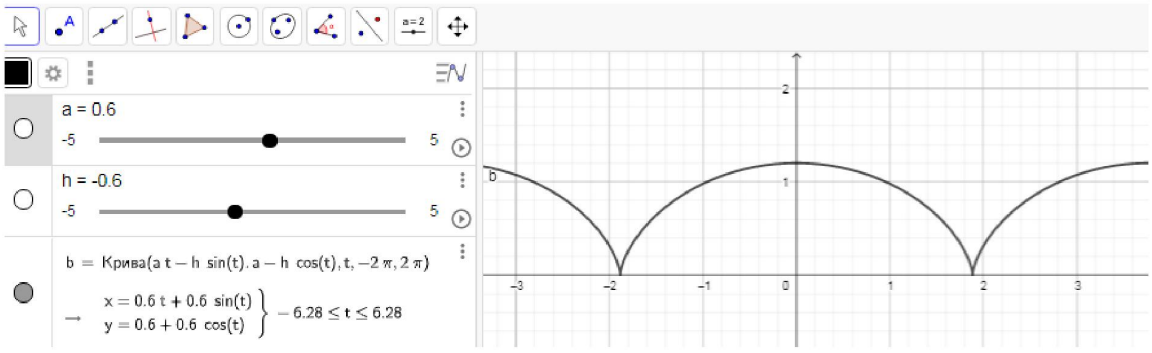


Рис. 1.19. Зображення циклоїди

Епітрохоїда (рис. 1.20). На *Полотні 2D* вводимо команду *Крива*((*a* + *b*) cos(*t*) - *c* cos((*a* / *b* + 1) *t*), (*a* + *b*) sin(*t*) - *c* sin((*a* / *b* + 1) *t*), *t*, 0, 2pi), щоб одержати її зображення.

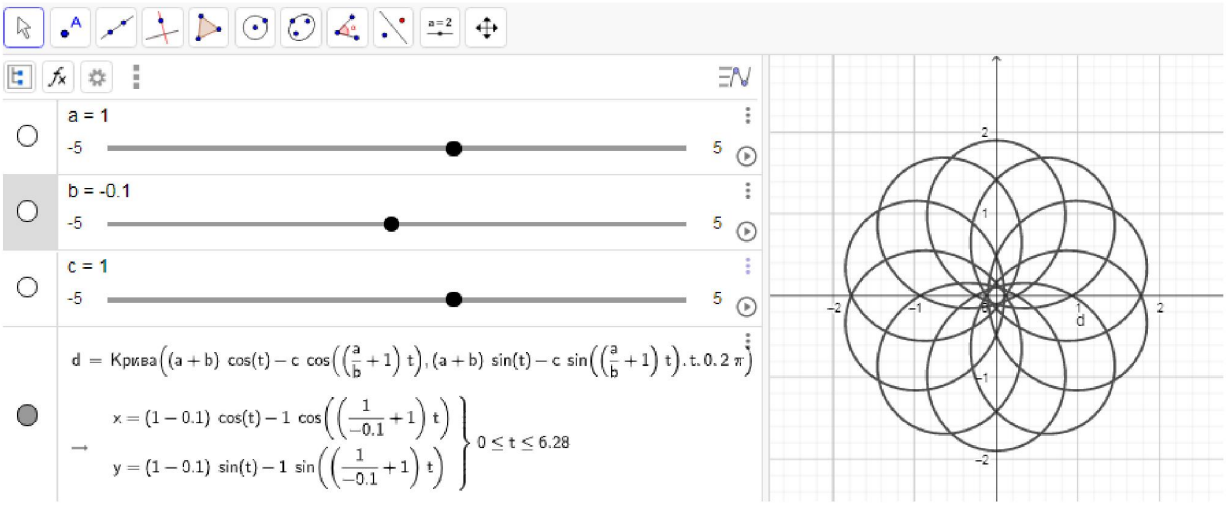


Рис. 1.20. Зображення епітрохоїди

Спіраль Ферма (рис. 1.21). На *Полотні 2D* вводимо команду *Крива*(sgn(*a*) abs(*a*) sqrt(*t*) cos(*t*), sgn(*a*) abs(*a*) sqrt(*t*) sin(*t*), *t*, 0, 10pi), щоб одержати її зображення.

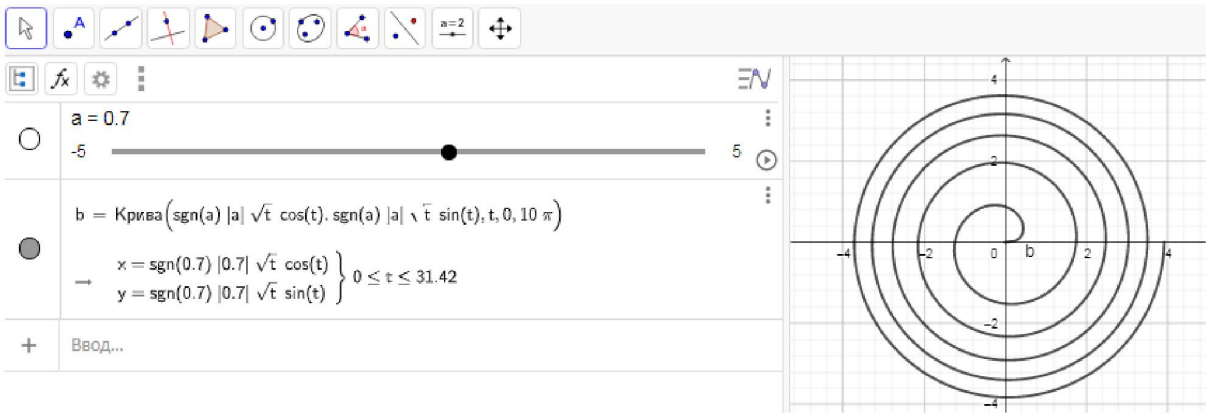


Рис. 1.21. Зображення спіралі Ферма

Дельтоїда (рис. 1.22). На *Полотні 2D* вводимо команду *Крива*((*b* - *a*) cos(*t*) + *a* cos((*b* - *a*) / *a t*), (*b* - *a*) sin(*t*) - *a* sin((*b* - *a*) / *a t*), *t*, 0, 2π), щоб одержати її зображення.

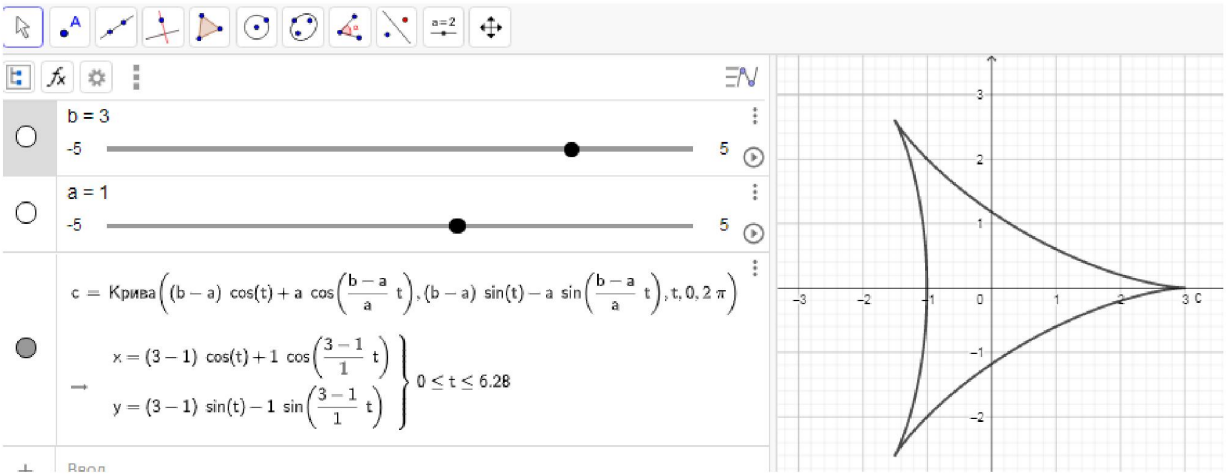


Рис. 1.22. Зображення дельтоїди

Зауважимо, що дослідження подібного роду кривих може бути запропоноване студентам для виконання у вигляді індивідуальної дослідницької роботи. Предметом дослідження може стати історія їх відкриття, застосування на практиці, знаходження подальших характеристик цих кривих, зокрема за допомогою системи GeoGebra.

Багато класичних просторових кривих з курсу диференціальної геометрії утворюються в результаті перетину двох поверхонь, тому окрім їх безпосереднього зображення, в системі GeoGebra 3D, можна будувати такі поверхні, змінювати їх колір і т.д. для одержання наглядного представлення таких ліній. Наприклад, згадана нами крива Вівіані визначається як перетин сфери $x^2 + y^2 + z^2 = a^2$ та кругового циліндра $\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + y^2 = \frac{a^2}{4}$ з твірними, паралельними вісі Oz, які вносимо до стрічки *Введення* в системі (рис. 1.23.).

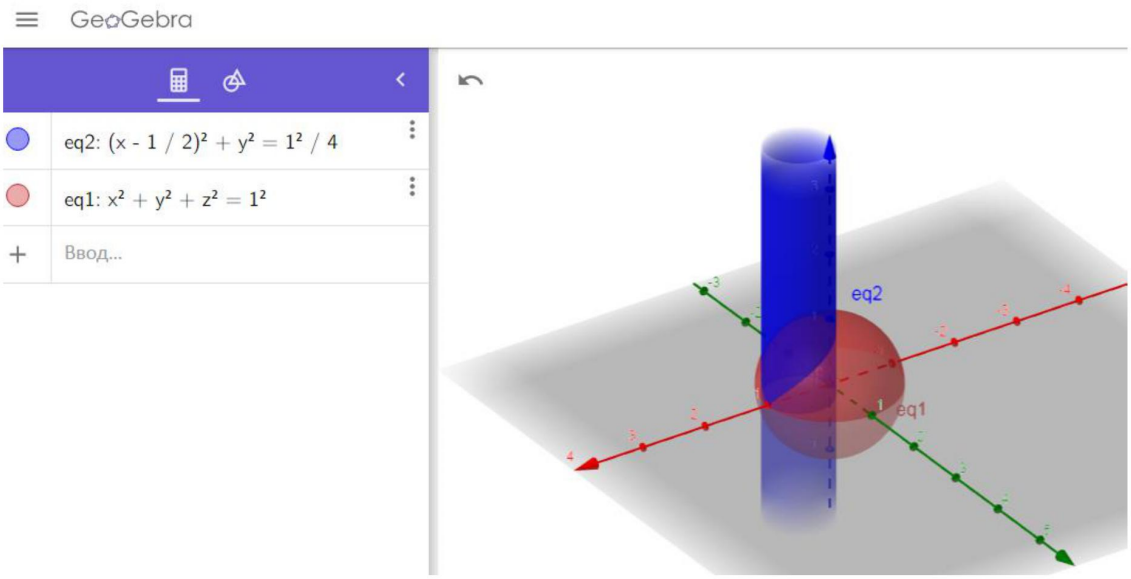


Рис. 1.23. Зображення кривої Вівіані в результаті перетину сфери та циліндра.

Великі труднощі виникають у студентів при зоровому сприйнятті та подальшому описі деяких періодичних кривих, наприклад кривої

$$\vec{r}(t) = (8t - sin\,8t, 1 - cos\,8t, 5\,cos\,4t).$$

На рис. 1.24.(*а*) показано цю криву при зміні параметра від -10 до 10.

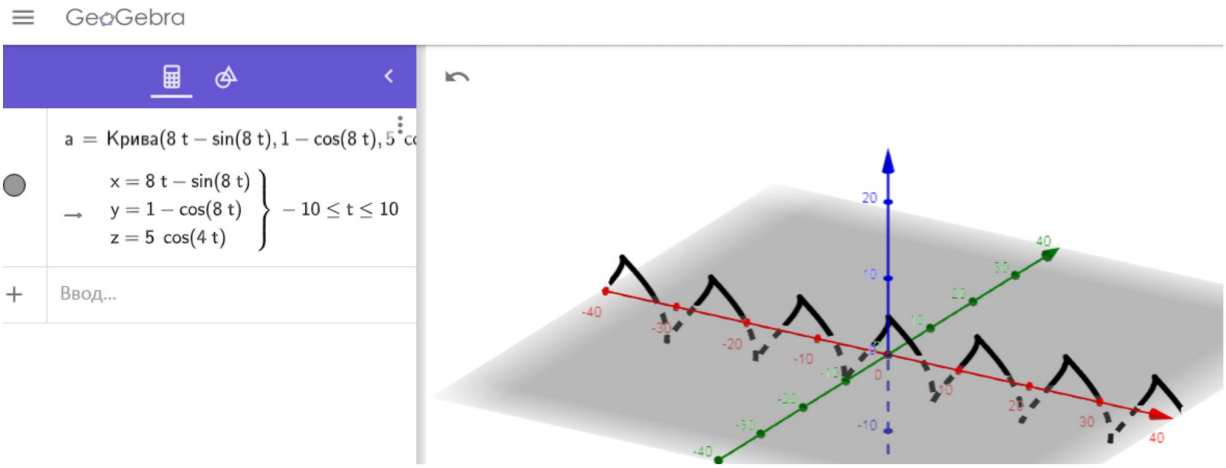


Рис. 1.24.(*а*) Зображення періодичної кривої

$$\vec{r}(t) = (8t - sin\,8t, 1 - cos\,8t, 5\,cos\,4t)$$

Побудова за нею проекцій на координатні площини – є нелегким завданням. Разом з тим при обертанні зображення кривої в системі GeoGebra 3D, можемо одержати наглядне зображення її проекцій рис. 1.24.(*б*)

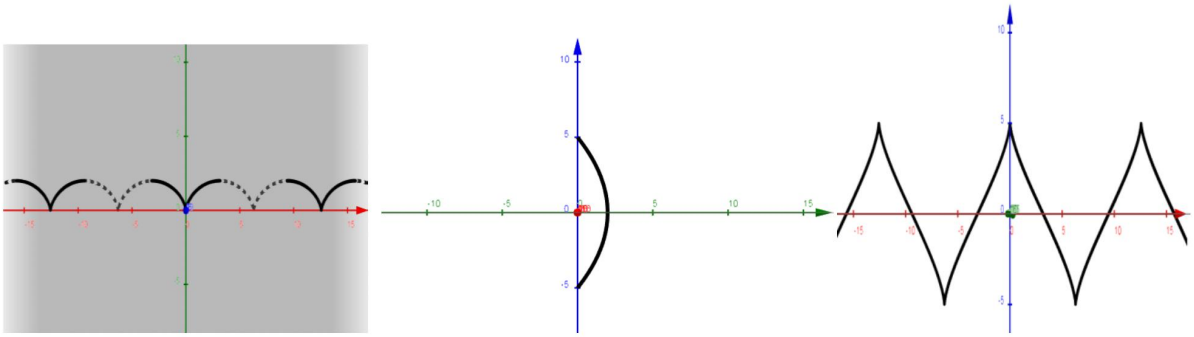


Рис. 1.24.(*б*) Проекції кривої $\vec{r}(t) = (8t - sin8t, 1 - cos8t, 5cos4t)$ на координатні осі

2. Задання точок на кривій

Після того, коли ми задали параметрично деяку криву в системі, можна проводити аналітичні операції з функціями, що входять до її представлення, та виконувати додаткові побудови на зображенні кривої. Пояснимо сказане на прикладі гвинтової лінії (рисунки 6-8 виконані для $a = 3$ та $b = 2$).

Почнемо із зображення точок, що належать побудованій лінії. Їх можна будувати як геометрично на рисунку в GeoGebra 3D, так і задавати аналітично в стрічці *Введення (Ввод)*.

Точка *A* на рис. 1.25 побудована безпосередньо на зображенні в системі. Для цього використовується команда *Точка на об'єкті* із вікна *Точка* панелі інструментів. Після активації команди необхідно встановити курсор на вибрану точку кривої та клацнути лівою кнопкою миші. Одночасно з точкою на *Панелі об'єктів* з'являються її координати з автоматичним найменуванням. Опція *Анімувати* дозволяє відслідковувати в автоматичному режимі рух точки по кривій.

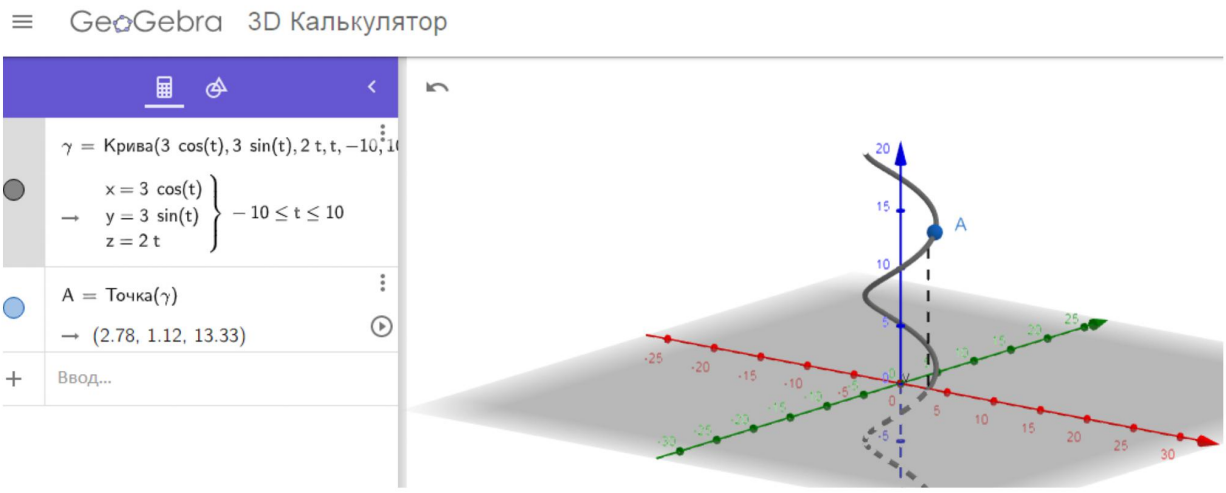


Рис. 1.25. Побудова точки геометричним способом

Точка B на рис. 1.26 відповідає параметру $t_0 = \pi/3$ та задана аналітично в стрічці *Введення*: *B* (3*cos(pi / 3), 3*sin(pi / 3), (2*pi) / 3). Після обробки запису на *Панелі об'єктів* з'являються позначення точки та її координат, а на рисунку праворуч – її зображення.

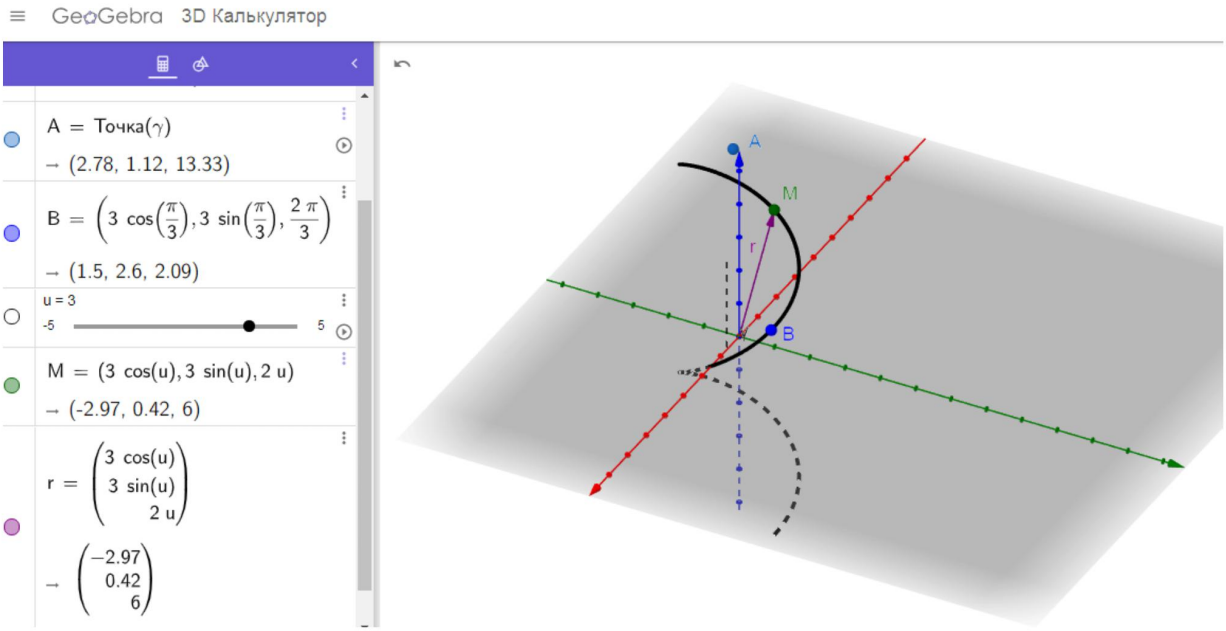


Рис. 1.26. Задання та побудова точок аналітично

Поточна точка кривої також позначається великою літерою латинського алфавіту, але зараз її координати повинні бути задані параметрично. Тому спочатку створюємо повзунок для параметра точки. Як показує практика, цей параметр треба перепозначити новою літерою, тому що в подальшому можуть виникнути проблеми при роботі з такою точкою в системі. На рис. 1.26 це літера *u*:

$$M = (3\cos u, 3\sin u, 2u).$$

Якщо в записі точки M використати малу літеру (наприклад r), то замість поточної точки буде задано її радіус-вектор. Координати цього вектора на *Панелі об'єктів* будуть записані у матрицю-стовпець, при цьому на рисунку в системі з'являється зображення вектора.

Якщо клацнути правою кнопкою миші на кружечку у параметра u, точка M буде пробігати криву γ. Якщо при цьому у точки M активувати опцію *Показати слід*, то вона буде викреслювати задану криву (рис. 1.27.).

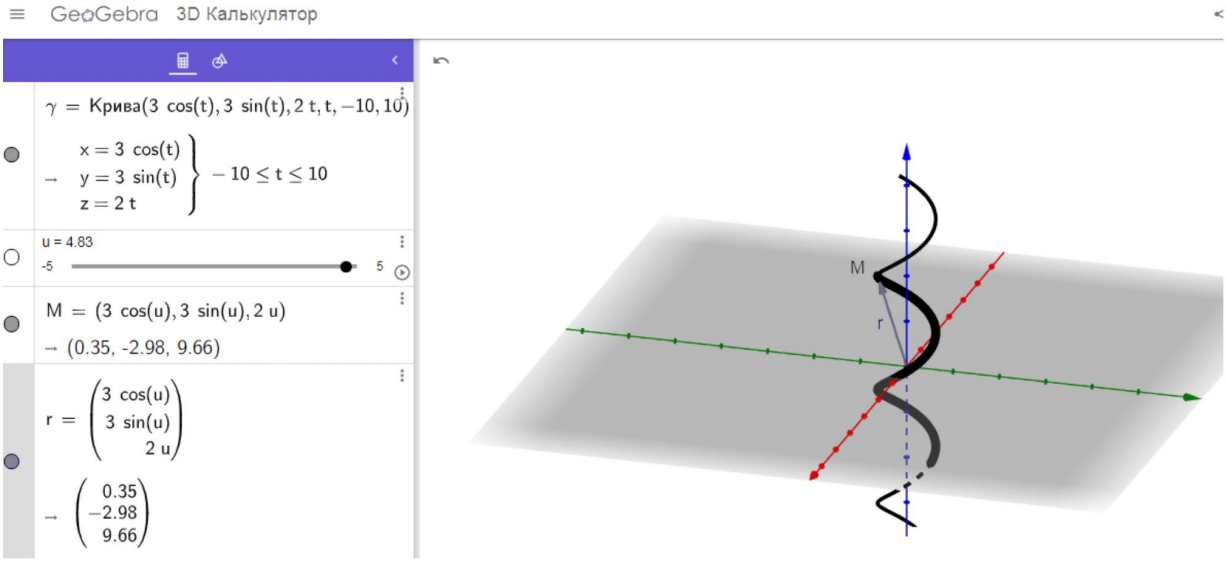


Рис. 1.27. Момент побудови гвинтової лінії на динамічному рисунку

3. Диференціювання в системі GeoGebra 3D

Властивості кривих в курсі диференціальної геометрії досліджуються через операції з похідними радіус-вектора деякої точки на кривій. Система GeoGebra передбачає наявність необхідних команд для таких операцій. Розглянемо можливості цих команд при роботі з параметрично заданими кривими.

При обчисленні похідних функцій $x(t), y(t), z(t)$, що входять до параметричних рівнянь кривої, по параметру t можна використати команду *Похідна* (<*Крива*>) та внести її до стрічки *Вводу*, де замість запису *Крива* прописуємо літеру, якою вона названа (в нашому випадку γ). В результаті виконання команди створюється нова параметрична крива, координатами якої є перші похідні координат заданої кривої. Рівняння нової кривої з'являється на *Панелі об'єктів*, а на рисунку справа – її зображення.

Проілюструємо сказане на прикладі кривої $\gamma = (3\cos t, 3\sin t, 2t)$ (рис. 1.28.). Перша похідна параметрична крива γ' та її зображення – це коло радіуса 3 з центром на вісі Oz, що лежить в площині $z = 2$, а друга похідна γ'' та її зображення – коло радіуса 3 з центром в початку координат, що лежить в площині xOy.

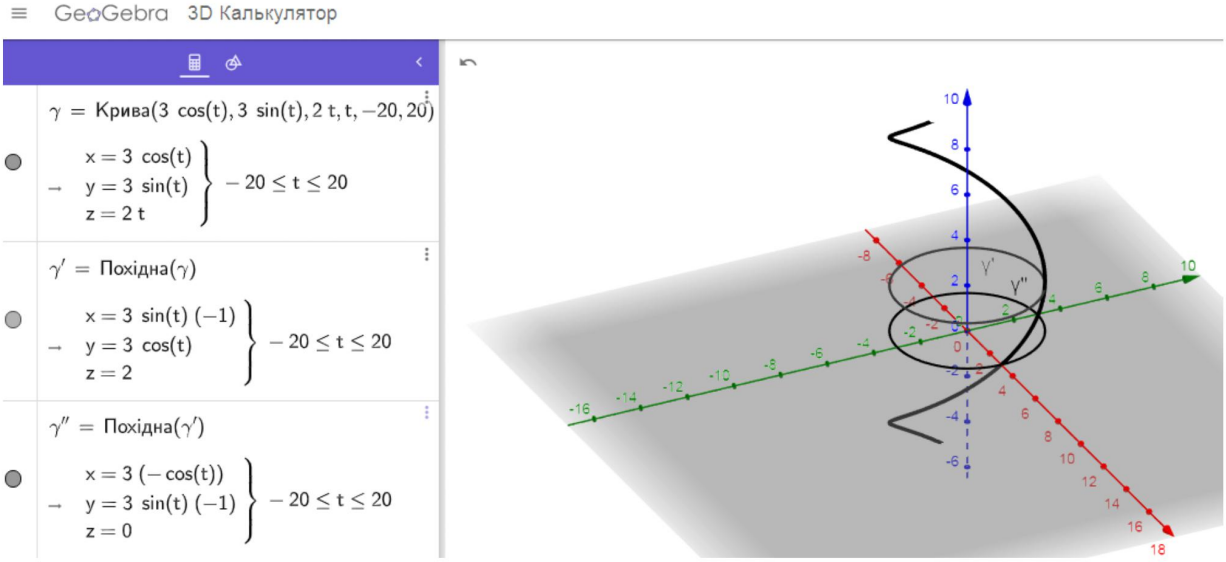


Рис. 1.28. Обчислення похідних параметричної кривої та їх зображення

Оскільки в системі GeoGebra параметризована крива та радіус-вектор – різні об'єкти, тому не можна, наприклад, до γ та γ' застосувати команду *Cross* для знаходження векторного добутку. Щоб скористатися цим інструментом, необхідно створити радіус-вектори як заданої кривої, так і її похідних.

Рисунок 1.29 демонструє створення радіус-вектора $\vec{r} = \overrightarrow{OM}$ заданої точки M кривої $\gamma = (3\cos t, 3\sin t, 2t)$, радіус-векторів $\vec{r}' = \overrightarrow{OM'}$ та $\vec{r}'' = \overrightarrow{OM''}$, її похідних кривих $\gamma' = (-3\sin t, 3\cos t, 2)$ та $\gamma'' = (-3\cos t, -3\sin t, 0)$. Крім цього, на рисунку показано результат обчислення вектора $\vec{v} = [\vec{r}', \vec{r}'']$ за допомогою команди *Cross* (треба перемкнути мову на англійську перш ніж вводити цю команду). Додатково можна динамічно запустити переміщення точок M' та M'' по дугам відповідних кривих та спостерігати як змінюється вектор $\vec{v} = [\vec{r}', \vec{r}'']$ при їх переміщенні.

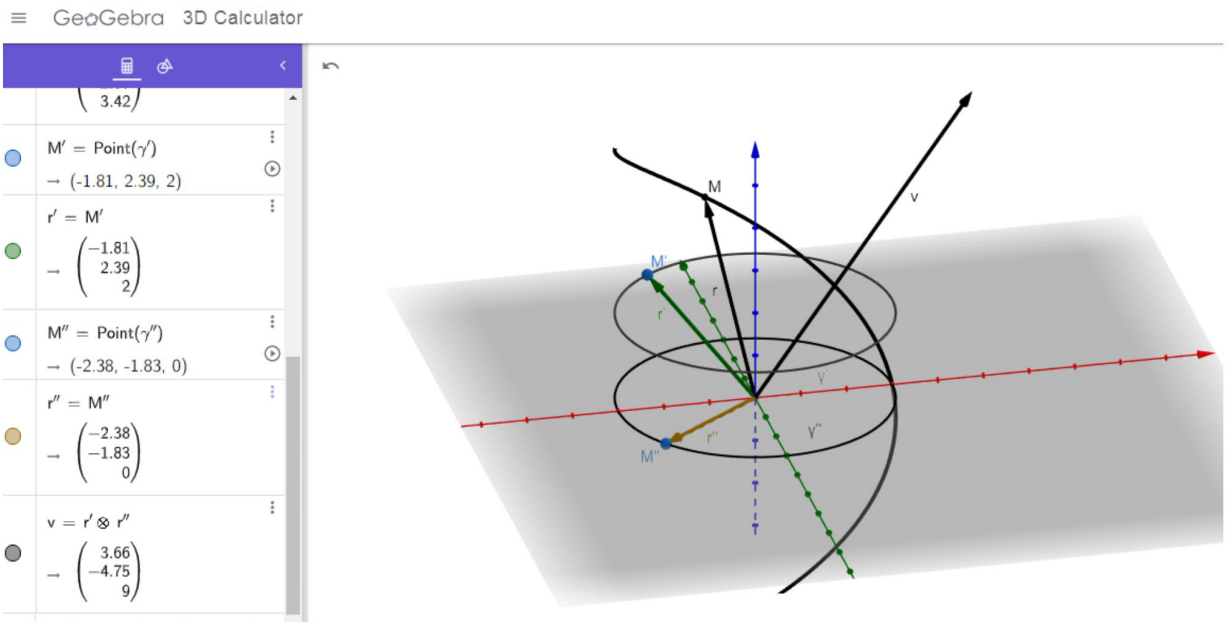


Рис. 1.29. Створення векторів $\vec{r} = \overrightarrow{OM}$, $\vec{r}'$ та $\vec{r}''$ та $\vec{v} = [\vec{r}', \vec{r}'']$

4. Супроводжуючий тригранник та репер Серре-Френе кривої

Для вивчення властивостей кривих перш за все вводять поняття дотичної прямої та нормальної площини кривої в даній точці. Дотична у вказаній точці параметрично заданої кривої будується за допомогою команди *Дотична* (<*Точка*>, <*Крива*>), де вводимо відповідні позначення точки та кривої, наприклад M та γ. В результаті обробки команди на *Панелі об'єктів* з'являється параметричне рівняння дотичної, а на *Полотні 3D* – її зображення. Обираючи на панелі інструментів команду *Перпендикулярна площина* із в заданій точці кривої можна побудувати ще й нормальну площину кривої (рис. 1.30). При цьому на *Панелі об'єктів* з'являється рівняння цієї площини.

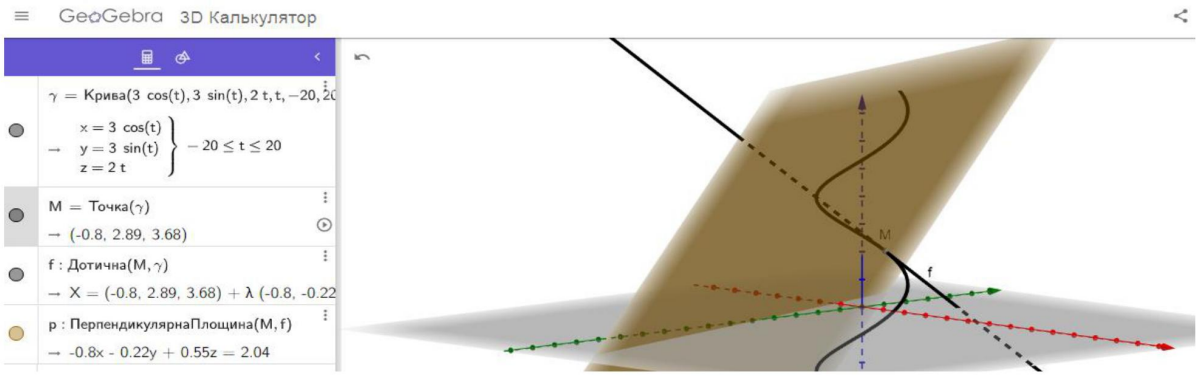


Рис. 1.30. Побудова дотичної та нормальної площини кривої в заданій точці

Можна задавати дотичну пряму та нормальну площину в заданій точці кривої аналітично в стрічці вводу. Для цього спочатку необхідно знайти їх рівняння в просторовій декартовій системі координат. Подібним чином легко будуються решта прямих та площин супроводжуючого тригранника кривої в цій точці, зокрема стична та спрямна площини. Цього разу раціонально запропонувати записати ці рівняння “на папері”, використовуючи відомі загальні рівняння. Для циліндричної гвинтової лінії, на прикладі якої ми демонструємо майже всі розглядувані побудови, нормальна, стична та спрямна площини кривої в довільній її точці мають рівняння:

$$(a\sin t)x-(a\cos t)y-bz+b^2t=0,$$
$$(b\sin t)x-(b\cos t)y+az-abt=0,$$
$$x\cos t+y\sin t-a=0.$$

Для гвинтової лінії $\varsigma=(3\cos t,3\sin t,2t)$ результат побудови цих площин в точці M, що відповідає параметру $t_0=\pi/3$ представлено на рисунку 1.31. Крім цього за допомогою інструмента *Перетин двох поверхонь* в точці M побудовані: дотична (пряма перетину стичної та спрямної площини), головна нормаль (пряма перетину нормальної та стичної площин), бінормаль (пряма перетину нормальної та спрямної площин).

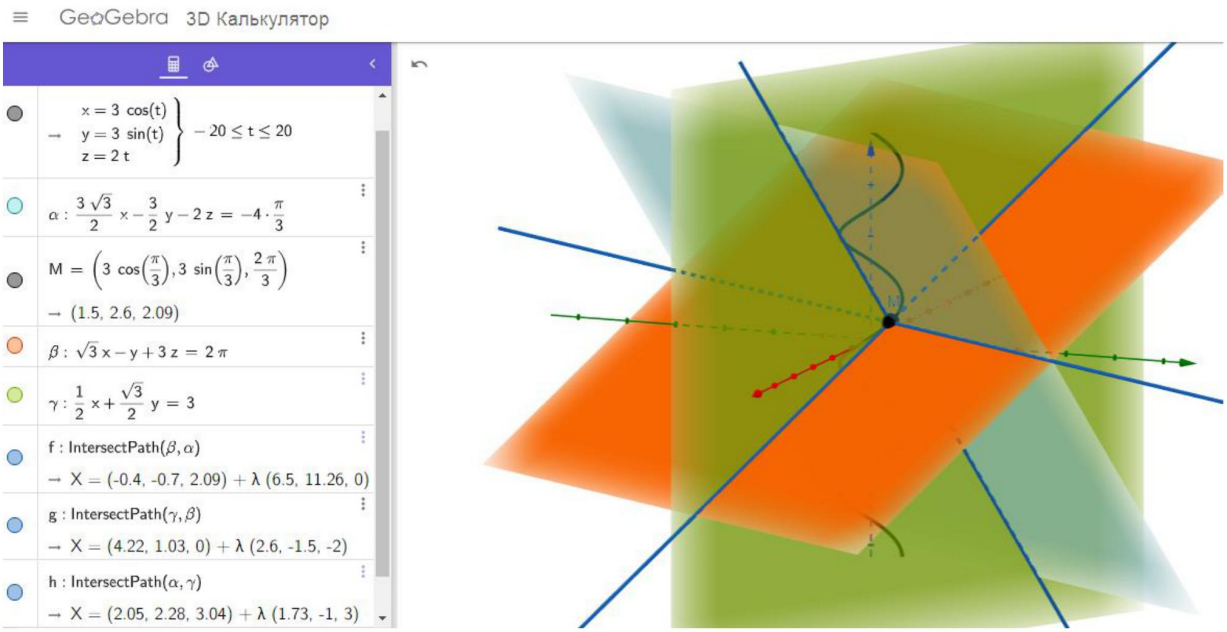


Рис. 1.31. Нормальна, стична та спрямна площини циліндричної гвинтової лінії в точці, що відповідає параметру $t_0=\pi/3$

Аналогічно до динамічної моделі на рисунку 8, можемо створити модель, на якій супроводжуючий тригранник дійсно “супроводжує” задану точку *M* кривої. Для цього достатньо послідовно в стрічці введення задати рівняння нормальної, стичної та спрямної площин, коефіцієнти яких будуть функціями параметра *u*. Тоді при анімації цього параметра площини будуть переміщуватись разом з точкою *M*, а також з ними рухатиметься дотична пряма, головна нормаль та бінормаль.

Тепер створимо динамічне зображення з прикріпленим до точки *M* кривої репером Серре-Френе, що утворюється одиничними векторами дотичної, головної нормалі та бінормалі.

Напрямний вектор дотичної дорівнює дотичній $\vec{r}'(t)$ радіус-вектора $\vec{r}(t)=\overrightarrow{OM}$ заданої точки кривої, тому одиничний напрямний вектор дотичної $\vec{\tau}=\dfrac{\vec{r}'(t)}{\left|\vec{r}'(t)\right|}$.

Напрямний вектор бінормалі кривої дорівнює векторному добутку $\left[\vec{r}'(t),\vec{r}''(t)\right]$ векторів першої та другої похідної, тому одиничний вектор бінормалі $\vec{\beta}=\dfrac{\left[\vec{r}'(t),\vec{r}''(t)\right]}{\left|\left[\vec{r}'(t),\vec{r}''(t)\right]\right|}$.

Напрямний вектор $\vec{\eta}$ головної нормалі кривої дорівнює векторному добутку векторів $\vec{\beta}$ і $\vec{\tau}$: $\vec{\eta}=\left[\vec{\beta},\vec{\tau}\right]$.

Для побудови одиничних векторів репера Серре-Френе, необхідно створювати достатньо багато допоміжних об’єктів, які на фінальному зображенні можна зробити невидимими. Для циліндричної гвинтової лінії $\varsigma=(3\cos t,3\sin t,2t)$ рухомий репер Серре-Френе зображено на рисунку 1.32.

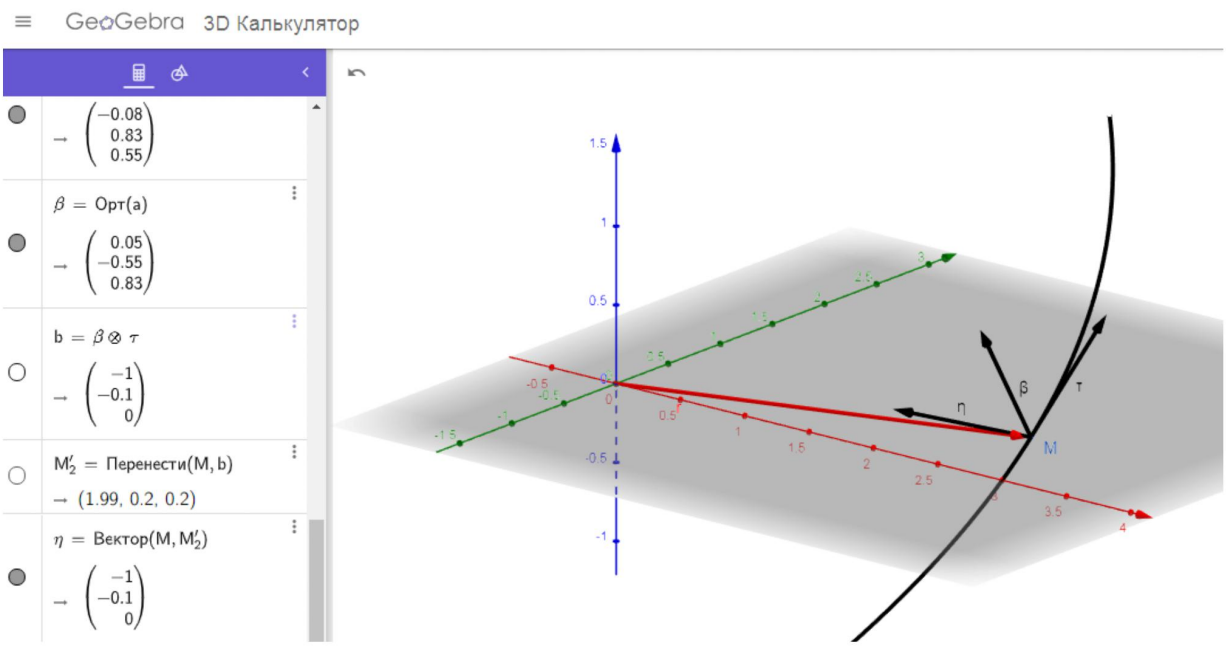


Рис. 1.32. Точка гвинтової лінії та супроводжуючий її репер Серре-Френе

Оскільки одержанню зображення рухомого репера Серре-Френе передує значна кількість побудов, то на рис. 1.33. подамо повний вигляд стрічки вводу в системі GeoGebra 3D для його зображення.

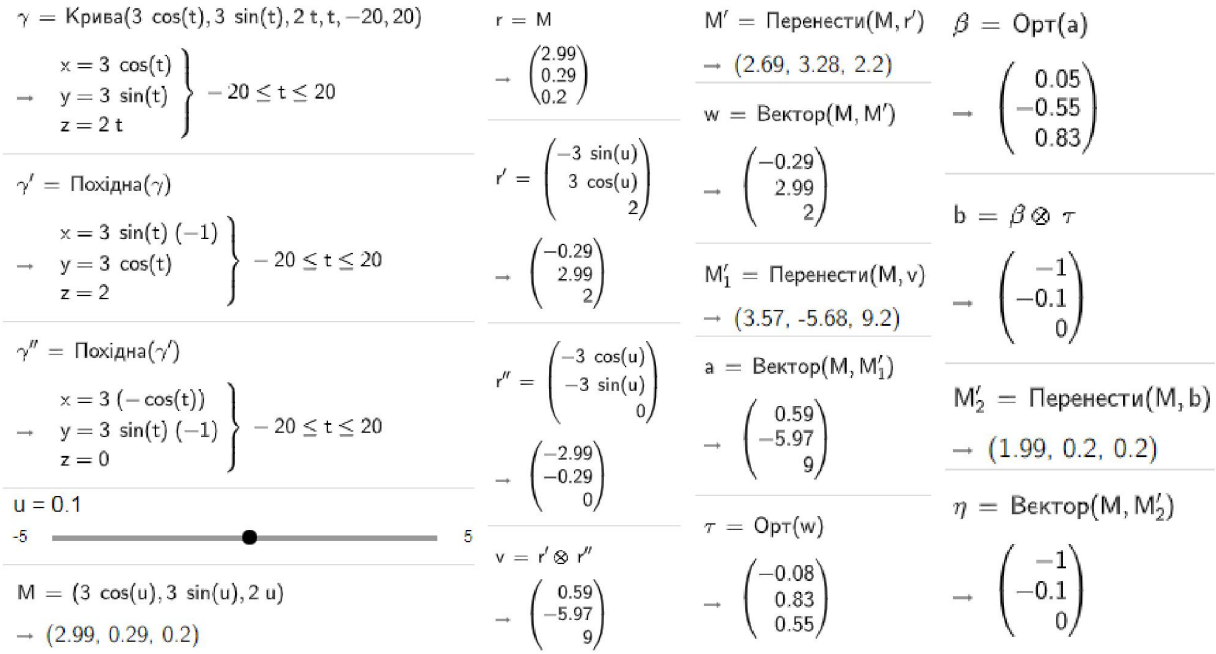


Рис. 1.33. Вигляд стрічки вводу побудови динамічної моделі репера Серре-Френе

Дамо коментар до кожного кроку побудови цієї моделі.

Крок 1. Будуємо циліндричну гвинтову лінію за її параметричними рівняннями: $\gamma = (3\cos t, 3\sin t, 2t)$.

Крок 2. Знаходимо першу похідну від параметричних рівнянь лінії по параметру *t*. При цьому на *Полотні* 3*D* з'являється графічне представлення одержаної похідної кривої.

Крок 3. Обчислюємо другу похідну.

Крок 4. За допомогою повзунка створюємо додатковий параметр *u* для створення в подальшому об'єктів, що функціонально зв'язані з даною точкою лінії.

Крок 5-6. Задаємо деяку точку *M* гвинтової лінії та її радіус-вектор $\vec{r}(u)$.

Крок 7-8. Задаємо радіус-вектори $\vec{r}'$ та $\vec{r}''$ першої та другої похідних. Вектор $\vec{r}'$ колінеарний дотичній до кривої в точці *M*.

Крок 9. Обчислюємо векторний добуток $\vec{v} = [\vec{r}', \vec{r}'']$.

Крок 10-11. Вектор $\vec{r}'$ відкладаємо від точки *M* за допомогою інструмента *Відкласти Вектор*, утворюється вектор $\vec{w}$.

Крок 12-13. Вектор $\vec{v}$ відкладаємо від точки *M* за допомогою інструмента *Відкласти Вектор*, утворюється вектор $\vec{a}$.

Крок 14-15. Знаходимо орти $\vec{\tau}$, $\vec{\beta}$ векторів $\vec{w}$ та $\vec{a}$ відповідно за допомогою команди *Орт* (<*Об'єкт*>).

Крок 16-18. Обчислюємо орт $\vec{\eta}$ вектора $\vec{b} = [\vec{\beta}, \vec{\tau}]$ та відкладаємо його від точки *M*.

На рисунку 18, що демонструє момент процесу супроводження репером Серре-Френе поточної точки гвинтової лінії, допоміжні об'єкти приховано за допомогою опції *Показувати об'єкт, Показувати позначення*.

5. Довжина дуги, кривизна та кручення кривої

Довжина *s* дуги кривої, що задається за допомогою довільного параметра *t*, її кривина κ та кручення χ обчислюються за формулами:

$$s = \int_{\alpha}^{\beta} \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2}\, dt$$ (де α та β – параметри, що визначають початок та кінець дуги)

$$\kappa = \frac{\left|[\vec{r}', \vec{r}'']\right|}{\left|\vec{r}'\right|^3}, \quad \chi = \frac{(\vec{r}', \vec{r}'', r''')}{\left|[\vec{r}', \vec{r}'']\right|^2}.$$

Для обчислення довжини дуги, таким чином, необхідно спочатку знайти похідну криву заданої кривої. Після цього можна використати команду *Інтеграл* (<*Функція*>, <*Початкове значення*>, <*Кінцеве значення*>) в стрічці вводу в системі GeoGebra Classic.

Обчислимо довжину витка досліджуваної гвинтової лінії $\gamma = (3\cos t, 3\sin t, 2t)$ (рис. 1.34).

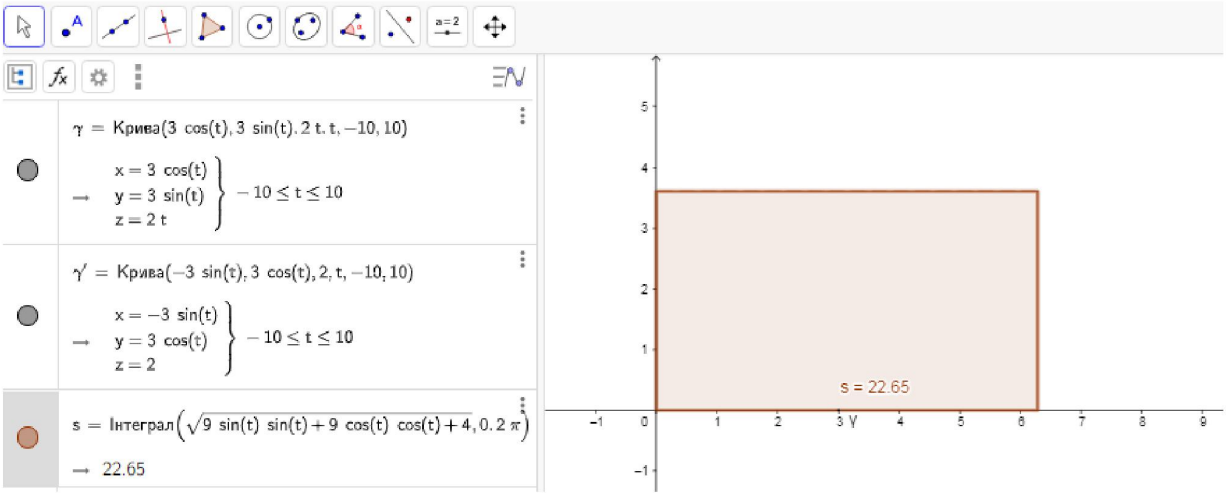


Рис. 1.34. Обчислення довжини витка гвинтової лінії

Тепер знайдемо довжину дуги замкнутої кривої Вівіані $\vec{r}(t) = \left((1+\cos t), \sin t, 2\sin\left(\frac{t}{2}\right)\right)$ (рис. 1.35).

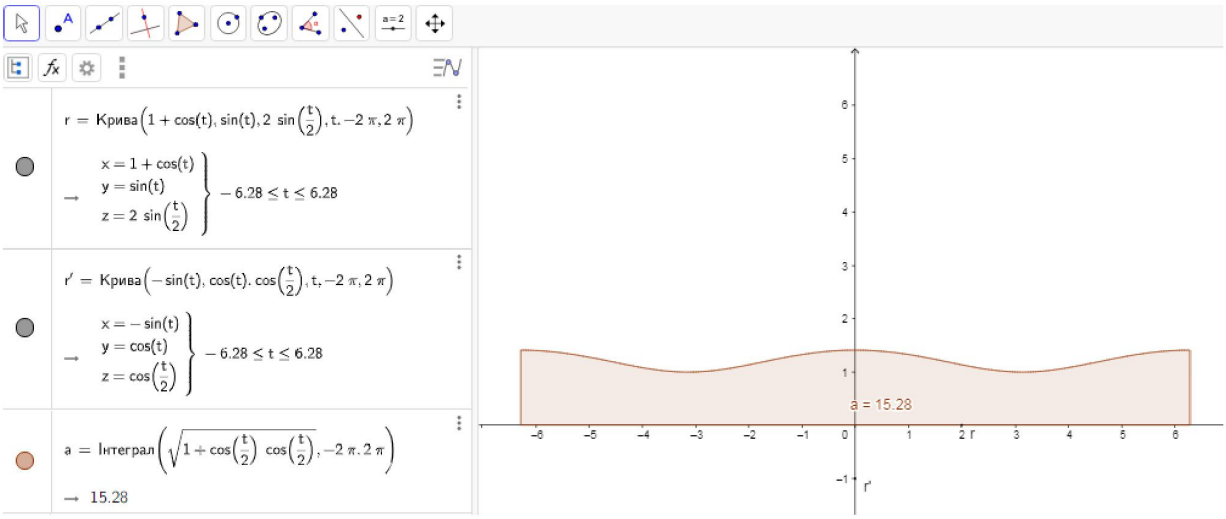


Рис. 1.35. Обчислення довжини кривої Вівіані

Першого разу довжина витка циліндричної гвинтової лінії дорівнює $2\pi\sqrt{a^2+b^2} = 2\pi\sqrt{3^2+2^2} = 2\pi\sqrt{13} \approx 22{,}65$, тобто відповідь

одержана з точністю, що встановлена за замовчуванням. Наступного разу, довжина кривої Вівіані виражається повним еліптичним інтегралом 2-го роду: $s = \int_{-2\pi}^{2\pi} \sqrt{1 + cos^2\left(\frac{t}{2}\right)} = 8\sqrt{2}E\left(\frac{1}{2}\right) \approx 15,28$ – система GeoGebra, таким чином, обраховує такі інтеграли, тобто не потрібно використовувати спеціальні таблиці для обчислення $E\left(\frac{1}{2}\right)$.

Ще простіше можна обчислювати кривини заданих кривих у відповідних точках. Для цього задаємо параметрично деяку криву, відмічаємо на ній деяку точку, а потім в стрічці вводу використовуємо команду *Кривизна* (<*Точка*>, <*Об'єкт*>) та одразу одержуємо наближене значення без використання аналітичної формули. Наприклад, для кривої Вівіані ця процедура зображена нами на рис. 1.36.

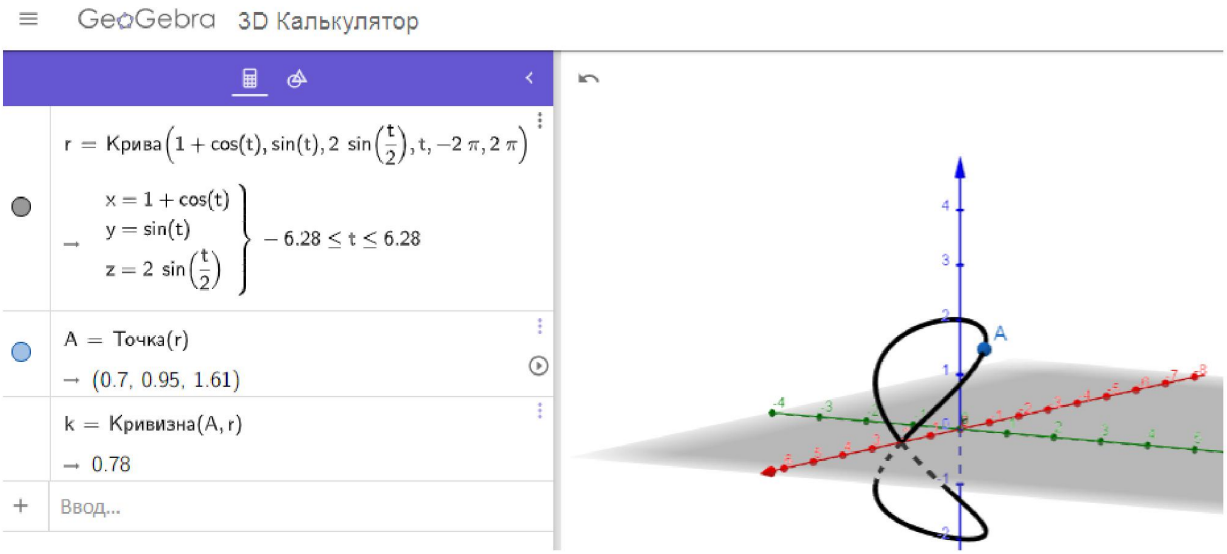


Рис. 1.36. Обчислення кривини кривої Вівіані

Також є можливість відслідковувати зміну значення кривини кривої при динамічному обході її заданою точкою. В результаті студенти можуть зрозуміти більш глибше це поняття, наприклад дослідити в яких точках кривої кривина набуває найбільшого або найменшого значення.

Якщо криві задати рівняннями з буквеними коефіцієнтами, то обчислення довжини дуги кривої та кривини кривої в точці буде виконано для значень коефіцієнтів, що встановлюються на повзунках.

Команда, яка б дозволяла обчислювати кручення просторової кривої в заданій її точці, в GeoGebra відсутня. Кручення, як в принципі і кривину, можна знаходити за допомогою загальних формул для їх обчислення. В цьому випадку необхідно:

1) задати радіус-вектор $\vec{r}$ заданої точки та його похідні $\vec{r}'$, $\vec{r}''$, $\vec{r}'''$;

2) обчислити векторний добуток $\left[\vec{r}',\vec{r}''\right]$ та мішаний добуток $\left(\vec{r}',\vec{r}'',\vec{r}'''\right)$;

3) знайти довжини векторів $\vec{r}'$ та $\left[\vec{r}',\vec{r}''\right]$.

Спосіб обчислення векторного добутку нами вже було розглянуто. Мішаний добуток векторів можна знайти, скориставшись властивістю, що

$$\left(\vec{r}',\vec{r}'',\vec{r}'''\right)=\left(\left[\vec{r}',\vec{r}''\right],\vec{r}'''\right).$$

Для обчислення скалярного добутку використаємо команду *Скалярний Добуток*. Для обчислення довжини вектора пропонуємо використати команду *Довжина* (<*Вектор*>).

6. Задання та зображення поверхні

Нехай *Oxyz* – прямокутна декартова система координат. В інтерактивній математичній системі GeoGebra неявним рівнянням

$$F\left(x,y,z\right)=0$$

можна задавати тільки площини та поверхні другого порядку. Якщо спробувати ввести будь-яке рівняння, відмінне від алгебраїчного рівняння не вище другого степеня, то на *Панелі об'єктів* з'явиться позначення об'єкта з написом *не визначено*.

У диференціальній геометрії, де вивчаються довільні достатньо гладкі поверхні, звично використовують їх параметричне представлення. Саме поверхню *F* задають параметричними рівняннями:

$$x=x\left(u,v\right),\quad y=y\left(u,v\right),\quad z=z\left(u,v\right),$$

де функції $x\left(u,v\right),y\left(u,v\right),z\left(u,v\right)$ визначені та диференційовані в деякій двовимірній області *D*. Точка $\left(u_0,v_0\right)\in D$ однозначно визначає точку $M_0\left(x_0,y_0,z_0\right)\in F$, тому параметри u_0,v_0 називають криволінійними координатами точки M_0 на поверхні *F*. Параметричні рівняння рівносильні векторному рівнянню

$$\vec{r} = \vec{r}\,(u,v).$$

Якщо в параметричному рівнянні покласти $v = v_0 = const$, то одержимо параметричне рівняння

$$x = x(u, v_0), \quad y = y(u, v_0), \quad z = z(u, v_0)$$

лінії, яка визначається параметром *u* та лежить на поверхні *F*. Цю лінію так і називають $v = const$ або лінія *u*. Аналогічно визначаються лінії $u = const$, або лінії *v*. Лінії *u* та лінії *v* називають також координатними лініями. Через кожну звичайну точку поверхні проходить єдина лінія *u* та єдина лінія *v*.

Для введення та зображення поверхні, яка задана параметрично, в GeoGebra існує команда *Surface* (*<Expression>*, *<Expression>*, *<Expression>*, *<Parameter Variable 1>*, *<Start Value>*, *<End Value>*, *<Parameter Variable 2>*, *<Start Value>*, *<End Value>*).

Найбільш відомими криволінійними координатами є географічні координати на сфері. Тому, в якості першого прикладу розглянемо побудову зображення сфери, параметризованої за допомогою географічних координат:

$$x = 3\cos u \cos v, \quad y = 3\sin u \sin v, \quad z = 3\sin v,$$

де довгота $0 \le u < 2\pi$ і широта $-\pi \le v \le \pi$ (радіус сфери $a = 3$).

Після виклику команди *Surface* та внесення параметричних рівнянь до стрічки *Введення*, натискаємо *Enter*. В результаті виконання команди на *Панелі об'єктів* з'являться набрані рівняння, а праворуч – відповідне зображення сфери (рис. 1.37).

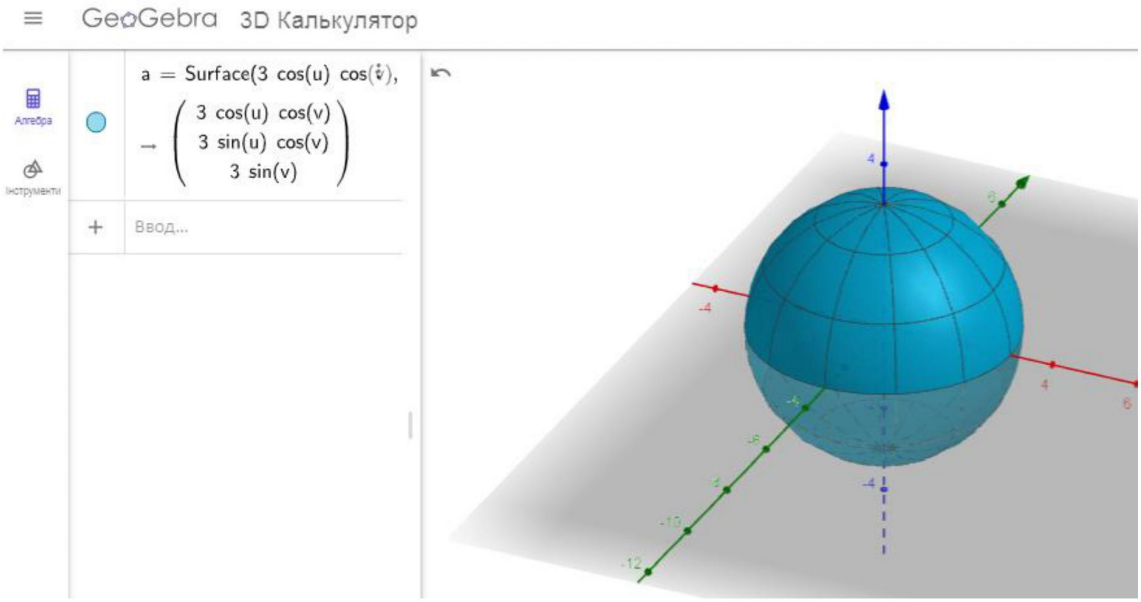


Рис. 1.37. Зображення сфери, що задана параметричними рівняннями

На побудованому в GeoGebra зображенні сфери, як видно, одразу нанесена координатна сітка, що утворена лініями *u* та лініями *v*.

Для того, щоб на зображенні сфери виділити деяку лінію *u*, необхідно при фіксованому значенні параметра *v* анімувати параметр *u* (рис. 1.38), для виділення лінії *v*, навпаки, фіксувати параметр *u* та анімувати параметр *v* (рис. 1.38).

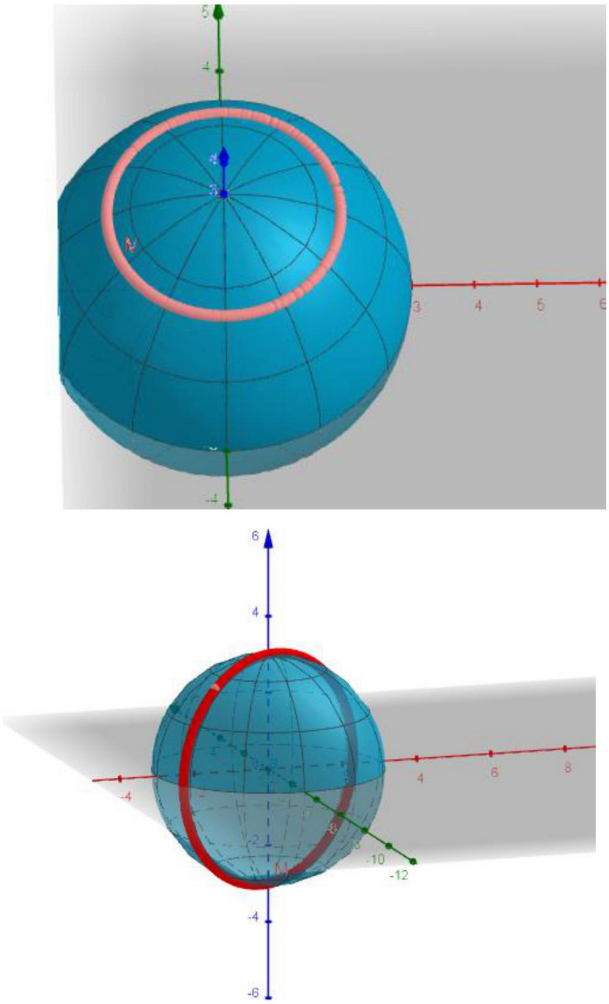


Рис. 1.38. Зображення координатних ліній

Зображення параметризованої поверхні у відповідності з усталеними правилами за допомогою креслярських інструментів та навіть виконання схематичного рисунку “вручну” являється достатньо трудомістким процесом і, як правило, потребує великих затрат часу. Розглядувана команда дозволяє повністю автоматизувати процес створення зображень поверхонь, які задані параметричними рівняннями. Це відкриває широкі можливості для візуалізації

різноманітних видів поверхонь, традиційно розглядуваних в курсі диференціальної геометрії.

В багатьох випадках графічні інструменти GeoGebra дозволяють за допомогою динамічних рисунків наглядно демонструвати процес утворення конструктивно означуваних поверхонь.

В якості першого прикладу розглянемо утворення поверхонь переносу. *Поверхнею переносу* називається поверхня, що описується кривою γ_1, яка неперервно переміщується в просторі, залишаючись паралельною до себе самої. Криву γ_1 називають при цьому твірною кривої поверхні переносу.

Поверхня переносу може бути заметена будь-якою твірною кривою, яка при паралельному перенесенні опирається деякою своєю точкою *M* на будь-яку іншу криву γ_2, що називається напрямною. Подібним чином можна, наприклад, утворити еліптичний та гіперболічний параболоїди, якщо вершину однієї параболи (твірної) розмістити на іншій параболі (напрямній), розташованої в площині, перпендикулярній площині твірної параболи. Іншим видом добре відомих поверхонь переносу є циліндри.

Нехай твірна та напрямна криві поверхні переносу задані відповідно параметричними векторними рівняннями

$$\vec{r}_1 = \vec{r}_1(u), \vec{r}_2 = \vec{r}_2(v).$$

Тоді параметричні рівняння поверхні переносу, що визначається ними запишеться як:

$$\vec{r}(u,v) = \vec{r}_1(u) + \vec{r}_2(v).$$

Перший доданок в правій частині рівняння залежить тільки від *u*, а інший – тільки від *v*. Тому в силу комутативності додавання векторів можна, навпаки, другу криву вважати твірною, а першу – напрямною.

На рисунку 25 зображено поверхню переносу

$$\vec{a}(u,v) = \left(u+v, u-v, chu - \frac{1}{2}v^2\right) = (u,u,chu) + \left(v,-v,-\frac{1}{2}v^2\right),$$

що визначається графіком гіперболічного косинуса, що лежить в площині $x - y = 0$, та параболою, що лежить в площині $x + y = 0$.

Поверхня переносу на рисунку 1.39 побудована за допомогою команди *Surface*.

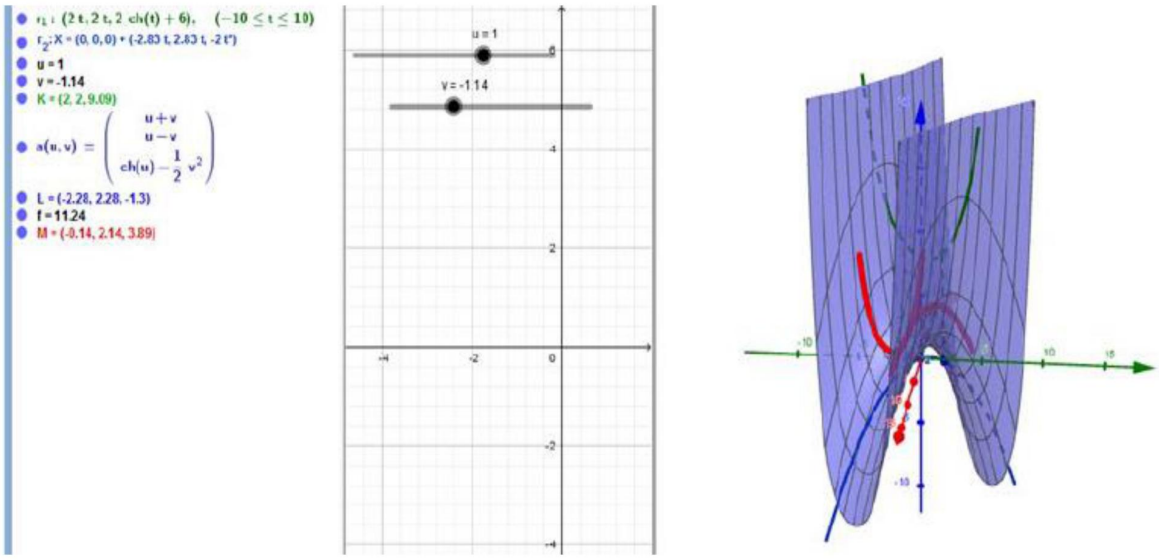


Рис. 1.39. Зображення поверхні переносу

Одночасно з цим виконане креслення включає динамічний компонент, що демонструє спосіб побудови точок поверхні переносу. Суть цього способу полягає в тому, що спочатку будуємо опорні криві $\vec{R}_1 = 2\vec{r}_1(u)$ та $\vec{R}_2 = 2\vec{r}_2(v)$. Потім на першій кривій будуємо довільну точку $K(u)$, а на другій – довільну точку $L(v)$. Тоді середина M відрізка KL має радіус-вектор $\vec{r}(u,v) = \vec{r}_1(u) + \vec{r}_2(v)$ а, значить, належить поверхні переносу.

На рисунку першу опорну криву слід виділити одним кольором, а другу – іншим, для зображення точок K та L використані повзунки u та v відповідно. Середина M відрізка KL побудована за допомогою команди *Середня точка або центр* та у неї активуємо опцію *Залишати слід*. Якщо тепер за допомогою повзунків фіксувати параметр v та анімувати параметр u, то точка M буде вимальовувати координатну лінію u. Якщо, навпаки, фіксувати u та анімувати v, то точка M буде вимальовувати координатну лінію v.

Особливо просто в середовищі GeoGebra створювати динамічні креслення, що демонструють процес утворення лінійчатих поверхонь, що розгортаються. Існує три таких види поверхонь: *циліндричні*, *конічні* та *поверхні дотичних*. Всі три види поверхонь описуються рухами твірної прямої, що пов'язана з деякою просторовою кривою, яка називається напрямною. Циліндричні поверхні описуються прямою постійного напрямку, а конічні – прямою, яка проходить через нерухому точку, а поверхні дотичних – дотичними до деякої просторової кривої.

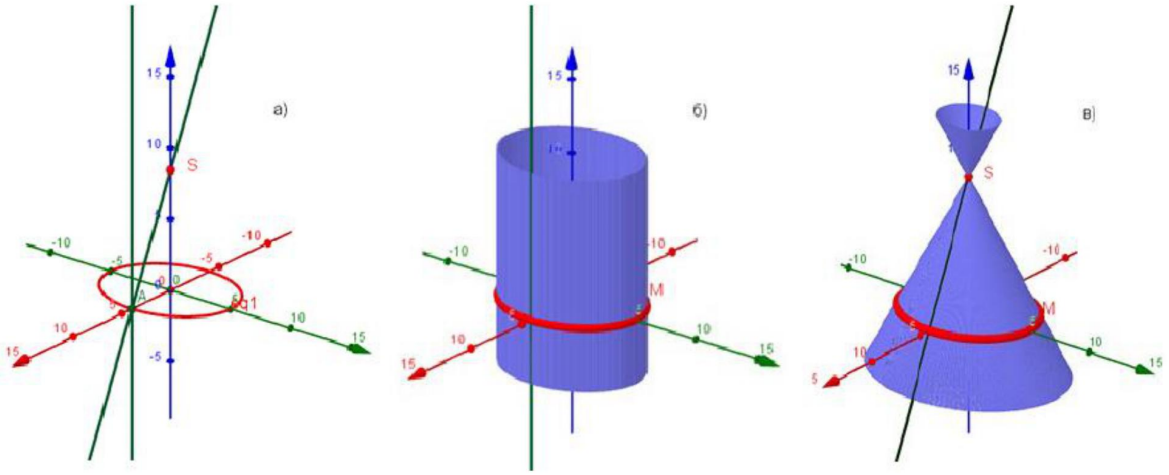


Рис. 1.40. Зображення еліптичного циліндра та конуса другого порядку

На рисунках 1.40 б) та в), показані зображення еліптичного циліндра та конуса другого порядку, утворені шляхом анімації їх твірних. В якості напрямної обох поверхонь обрано еліпс, що лежить в площині *Oxy* та задається рівнянням $\frac{x^2}{16}+\frac{y^2}{25}=1$ (рис. 1.40 а)).

Для створення динамічного креслення, що показує процес утворення поверхонь, на еліпсі обрано точку $M=(5\cos t, 4\sin t, 0)$, що задана за допомогою параметра *t*.

Для утворення циліндра через точку *M* проведена пряма, паралельна вісі *Oz*, а для утворення конуса – пряма, що проходить через точку *M* та деяку точку *S*, що лежить на вісі *Oz*. Після цього активовано опції *Залишати слід* у точки *M* та у вказаних прямих. Тепер після анімації параметра *t* точка *M* буде пробігати напрямну, а прямі – замітати відповідні поверхні. Недоліком заключних зображень, одержаних описаним способом, є те, що на них залишається тільки видима частина напрямної.

В якості третього прикладу розглянемо створення динамічного креслення поверхні, що утворена дотичними до циліндричної гвинтової лінії $\vec{r}(t)=(a\cos t, a\sin t, bt)$ при $a=1, b=1$ (рис. 1.41 а)).

Для одержання зображення ескіза цієї поверхні було задано дотичну *l* кривої в її поточній точці *M* за допомогою команди *Дотична*, потім активовано опцію *Залишати слід* у точки *M* та прямої *l* і анімовано параметр, за допомогою якого задана точка *M*.

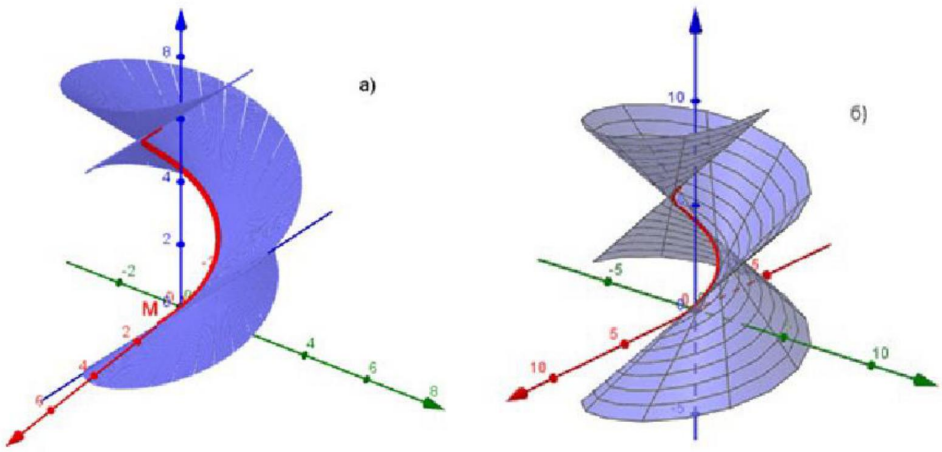


Рис. 1.41. Зображення поверхні дотичних циліндричної гвинтової лінії

В загальному випадку рівняння поверхні дотичних кривої $\vec{r} = \vec{r}(u)$ має вигляд $\vec{a}(u,v) = \vec{r}(u) + v\vec{r}'(u)$.

Для гвинтової лінії $\vec{r}(t) = (\cos t, \sin t, t)$ воно запишеться наступним чином:

$$\vec{a}(u,v) = (\cos u - v\sin u, \sin u + v\cos u, u + v).$$

Зображення поверхні за цим рівнянням за допомогою команди *Surface* показано на рис. 1.41 б).

Показовим є те, що по кінцевому зображенню поверхні, одержаному за допомогою динамічної моделі (рис. 1.41 а)), скласти наглядне уявлення про форму поверхні складніше, ніж за зображенням на рисунку 1.41 б). Проте цей недолік повністю компенсується при спостереженні самого процесу викреслювання поверхні.

Схожим чином можна створювати динамічні креслення, що демонструють процес утворення *поверхонь обертання*. Наприклад, поверхня обертання з віссю *Oz* та профілем, що задається в системі координат *Oxz* рівнянням $x = f(z)$, можна побудувати наступним чином:

1. Створюємо повзунок для параметра *t*.
2. У стрічці введення задаємо в параметричному вигляді поточну точку $M = (f(t), 0, t)$.
3. Будуємо коло ω по точці *M* та вісі *Oz*.
4. Активуємо опції *Залишати слід* у точки *M* та кола ω, анімуємо параметр *t*. Тепер точка *M* буде пробігати профільну криву, а коло замітати відповідну поверхню обертання.

На рисунку 1.42 а) описаним способом побудовано динамічне креслення, на якому представлена поверхня обертання з віссю *Oz*, профілем якої є дуга синусоїди, що лежить в координатній площині *Oxz* та задається в системі координат *Oxz* рівнянням с.

Готове (статичне) креслення тієї ж поверхні обертання, побудованої за допомогою команди *Surface*, показано на рис. 1.42 б).

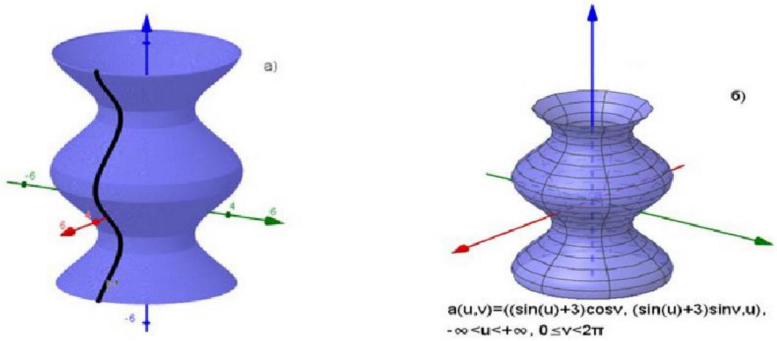


Рис. 1.42. Зображення поверхні обертання

У навчальних посібниках та збірниках задач для майбутніх вчителів математики з диференціальної геометрії міститься велика кількість задач та вправ на дослідження властивостей різноманітних поверхонь обертання та ліній на цих поверхнях. Окрім задач на дослідження властивостей поверхонь обертання другого порядку автори також пропонують задачі на дослідження псевдосфери, тора, катеноїда, гелікоїдів. В залежності від розглядуваних задач в середовищі GeoGebra можна будувати наглядні зображення цих поверхонь як геометрично, так і аналітично.

7. Дотична площина та нормаль

При вивченні кривих, можна доволі успішно використовувати команду *Похідна* системи GeoGebra. При дослідженні поверхонь можливості цієї команди суттєво звужуються. Річ в тім, що команда *Похідна* призначена тільки для роботи з функціями від однієї змінної. Проте в деяких випадках застосування цієї команди можна комбінувати з “ручними” обчисленнями. Пояснимо сказане на прикладі.

Розглянемо зображення еліптичного параболоїда

$$\vec{r}\left(u,v\right)=\left(3u\cos v,2u\sin v,-u^2+5\right),$$

Побудованого за допомогою команди *Surface*. Поставимо задачу побудувати дотичну площину та нормаль поверхні в довільній її точці *M*.

Щоб побудувати точку *M*, створимо повзунки для *u* та *v*. В стрічці *Вводу* пишемо позначення точки *M* та набираємо її координати:

$$M = \left(3u\cos v, 2u\sin v, -u^2 + 5\right).$$

Після цього її зображення з'являється на *Полотні 3D*.

Дотична площина поверхні паралельна векторам $\vec{r}_u$ та $\vec{r}_v$, які тепер треба обчислити "з папірцем та ручкою":

$$\vec{r}_u = \left(3\cos v, 2\sin v, -2u\right),\ \vec{r}_v = \left(-3u\sin v, 2u\cos v, 0\right).$$

Заносимо знайдені вектори до стрічки *Вводу*. На *Панелі об'єктів* з'являються позначення векторів та їх поточні координати, а на *Полотні 3D* – їх зображення. Вектори при цьому будуть відкладені від початку координат *O*.

Для побудови площин на панелі інструментів існує команда *Площина через три точки*. Щоб використати цю команду, відкладемо від точки *M* вектори $\overrightarrow{MM_1'} = \vec{r}_u$ та $\overrightarrow{MM_2'} = \vec{r}_v$. Це можна зробити, використовуючи команду *Відкласти вектор*, яка входить в меню вікна *Пряма*. Точки M, M_1', M_2' належать дотичній площині. Площину будуємо за допомогою команди *Площина через три точки* (рис. 1.43).

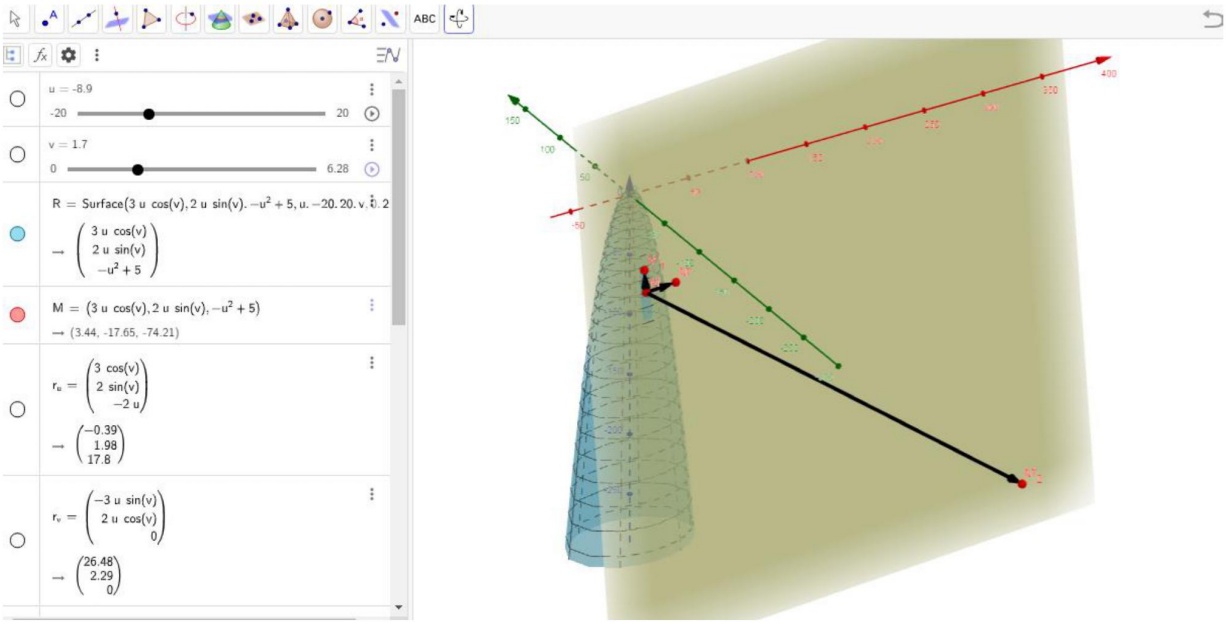


Рис. 1.43. Зображення дотичної площини поверхні в точці *M*

Для побудови нормалі поверхні в точці M можна застосувати команду *Перпендикулярна пряма*.

Якщо тепер у точки M активувати опцію *Залишати слід* та анімувати параметр v, то точка M разом з "прикріпленими" до неї дотичною площиною та нормаллю буде переміщуватися по лінії u. Якщо, навпаки, при фіксованому значенні параметра v анімувати параметр u, то точка M разом з дотичною площиною та нормаллю пробігає лінію v.

За допомогою значка векторного добутку "⊗" калькулятора GeoGebra, можна знайти нормальний вектор $\vec{N}=[\vec{r}_u,\vec{r}_v]$ поверхні в точці M. Відклавши від точки M вектор $\overrightarrow{MM_3'}$, рівний $\vec{N}=[\vec{r}_u,\vec{r}_v]$, створюємо супроводжуючий репер поверхні.

8. Лінії на поверхні

Нехай поверхня F задана векторним параметричним рівнянням $\vec{r}=\vec{r}(u,v)$, а крива γ, що лежить на ній параметризована за допомогою параметра t. Тоді криволінійні координати u, v точок, розміщених на кривій γ, є функціями параметра t:

$$u=u(t),\ v=v(t).$$

Ці співвідношення називаються внутрішніми рівняннями лінії γ на поверхні F. Підстановка їх в параметричне рівняння поверхні дає рівняння $\vec{r}=\vec{r}(u(t),v(t))$, яке буде параметричним рівнянням кривої γ.

Перехід від внутрішніх рівнянь лінії до її параметричного задання дозволяє будувати цю лінію за допомогою команди *Крива*. Схожим чином на рисунку 1.44 а) побудована лінія $v=u^3$ на поверхні еліптичного циліндра $r(u,v)=(4\cos u,5\sin u,v)$, а на рисунку 1.44 б) – лінія $u=v$ на псевдосфері $r(u,v)=\left(10\sin u\cos v,10\sin u\sin v,10\left(\ln\left(tg\frac{u}{2}\right)+\cos u\right)\right)$.

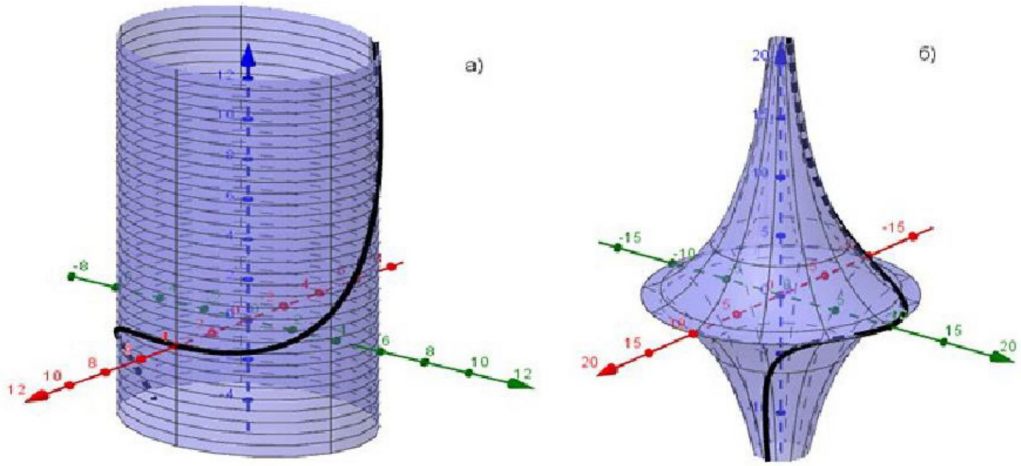


Рис. 1.44. Лінії на поверхні

Одночасне використання команд *Surface* та *Крива* дозволяє оперативно створювати наглядні якісні креслення в тих випадках, коли традиційний “ручний” спосіб їх побудови потребує суттєвих затрат часу. Приклади зображень, створених вказаним способом, представлені на рисунку 1.45. На рисунку 1.45 а) показано зображення локсодроми

$$\vec{r}(t)=\left(\frac{5\cos t}{ch\frac{t}{3}},\frac{5\sin t}{ch\frac{t}{3}},5th\frac{t}{3}\right)$$

сфери $\vec{a}(u,v)=(5\cos u\cos v,5\sin u\cos v,5\sin v)$ (лінії, що перетинає меридіани сфери під постійним кутом). На рисунку 1.45 б) подано приклад періодичної обмотки

$$\vec{r}(t)=\left((3+\cos 6t)\cos t,(3+\cos 6t)\sin t,\sin 6t\right)$$

тора $\vec{a}(u,v)=\left((3+\cos u)\cos v,(3+\cos u)\sin v,\sin u\right)$, яка шість разів перетинає кожну паралель та один раз кожний меридіан.

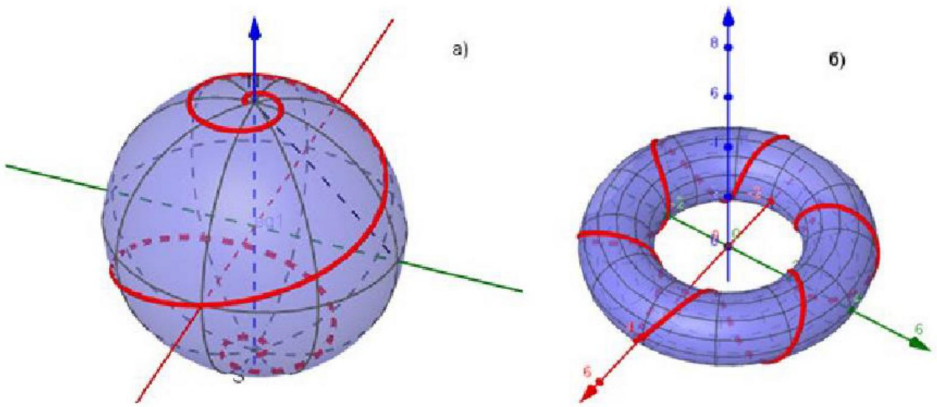


Рис. 1.45. Зображення, виконані за допомогою одночасного використання команд *Крива* та *Surface*

Якщо задавати розглядувані криві шляхом анімації параметра, який їх задає, можна створювати динамічні моделі, що демонструють процес нанизування цих кривих на відповідні поверхні. Нарешті, одночасне використання команд *Surface* та *Крива* можна ефективно застосовувати для "візуальної перевірки" одержаних результатів при розв'язуванні задач, в яких необхідно знайти рівняння якої-небудь лінії на заданій поверхні.

При зображенні на поверхні однопараметричного сімейства ліній додатково створюється повзунок для параметра сімейства. На рисунку 1.46 б) зображено сімейство ліній $u+v=c$, що залежить від параметра c, розташоване на сфері $\vec{a}(u,v)=(6\cos u\cos v, 6\sin u\cos v, 6\sin v)$. За рисунком 1.46 а), можна зробити висновок, що лініями цього сімейства є криві Вівіані. При конструюванні відповідної динамічної моделі був створений повзунок для параметра c, а рівняння кривих сімейства приведено до вигляду

$$\vec{a}(t)=\left(6\cos t\cos(c-t), 6\sin t\cos(c-t), 6\sin(c-t)\right).$$

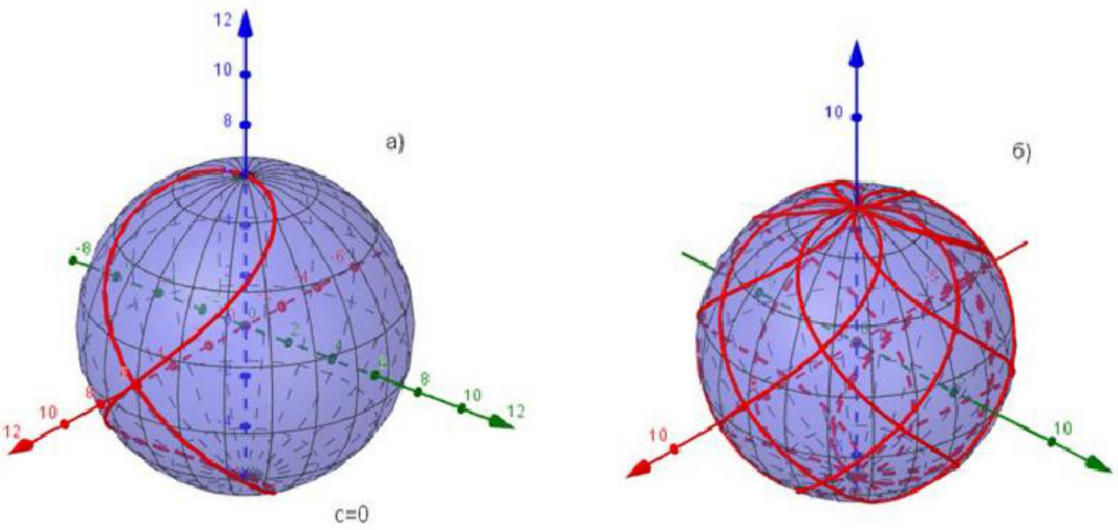


Рис. 1.46. Зображення сімейства ліній на сфері

Рисунок 1.47 демонструє сімейство ліній $\sqrt{2}\,ln\,u - v = c$ на прямому круговому конусі $\vec{a}\,(u,v) = (u\,cos\,v, u\,sin\,v, u)$, які ділять навпіл кут між координатними лініями.

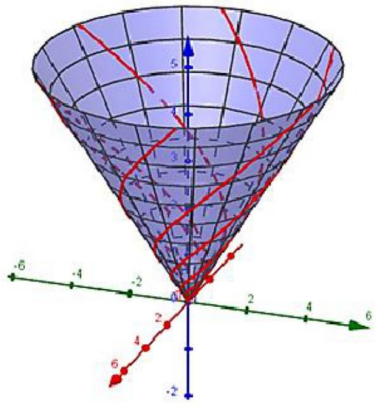


Рис. 1.47. Сімейство ліній, що ділять кут між *u*-лініями та *v*-лініями

Якщо при дослідженні ліній на поверхнях переходити до їх параметричного задання, то за допомогою аналітичного модуля системи GeoGebra можна знаходити довжини ліній на поверхні, обчислювати кути між лініями.

При вивченні внутрішньої геометрії поверхонь недостатня наповненість системи GeoGebra алгоритмами диференціювання та інтегрування робить її використання малоефективним. При цьому, однак, створювати деякі достатньо якісні наглядні електронні демонстрації як і раніше вдається. Можна, наприклад, створити

креслення, що демонструють різні типи точок поверхні, до деяких поверхонь створювати динамічні моделі, що ілюструють теорему Меньє, і т.і.

Висновки

На основі вивчення інструментів інтерактивної математичної системи GeoGebra, які можуть стати в нагоді при викладанні теорії кривих та поверхонь в курсі диференціальної геометрії та топології, можна зробити наступні висновки.

Інструменти та команди системи GeoGebra дозволяють:

- просто та якісно візуалізувати параметрично задані просторові криві та поверхні;
- геометрично будувати точки на зображенні кривої та виділяти точки кривої аналітично, використовуючи для цього стрічку вводу;
- геометрично будувати в заданій точці зображення дотичної прямої та нормальної площини, аналітично задавати та будувати площини та прямі супроводжуючого тригранника кривої;
- геометрично та аналітично задавати та будувати радіус-вектор заданої точки кривої або поверхні та його похідні;
- анімувати геометричні об’єкти, що пов’язані з кривою та поверхнями;
- проводити експериментальні дослідження властивостей кривих, наприклад, шляхом зміни числових значень коефіцієнтів в рівняннях кривої та ручного або автоматичного переміщення її точок.

Незважаючи на те, що аналітичний модуль системи GeoGebra за своїми можливостями поступається потужностям систем комп’ютерної математики, він дозволяє автоматизувати цілий ряд обчислень при вирішенні традиційних навчальних задач. Зокрема, із заданою точністю можна знаходити в поточній точці кривої координати її радіус-вектора та його похідних, обчислювати кривину кривої в точці та знаходити довжину дуги кривої.

Використовуючи інструменти системи GeoGebra, викладач курсу диференціальної геометрії може забезпечити якісно новий, більш високого рівня наглядного супроводу процес навчання. Для цього йому необхідно створити бібліотеку стандартних статичних рисунків, а також “живих” (інтерактивних динамічних) креслень, збережених у форматі gbb. Застосування при читанні лекцій та проведенні практичних занять готових рисунків дозволяє істотно інтенсифікувати

навчальний процес. Для організації самостійної роботи студентів матеріали бібліотеки розміщуються в локальній мережі навчального закладу. Можливість автоматичної візуалізації параметричних кривих на *Полотні 3D* відкриває перед викладачами широкі перспективи для оновлення систем навчальних задач при вивченні кривих та їх властивостей та індивідуалізації самостійної роботи студентів. Новим видом навчальних задач можуть стати дослідницькі задачі, оформлені у вигляді аплетів, що створюються в GeoGebra.

Працюючи в середовищі GeoGebra, студенти при вирішенні навчальних задач одержують можливість:

- візуалізувати розглядувану криву у задачі;
- за рахунок розгляду зображення кривої в різних ракурсах сформувати наглядне представлення про її форму;
- візуалізувати умову задачі за допомогою статичного креслення або динамічної моделі;
- в результаті експериментування зі створеною динамічною моделлю кривої висувати гіпотези про її властивості;
- в ході розв'язування задачі виконувати окремі обчислення, використовуючи аналітичний модуль системи;
- проводити самоперевірку знайденого розв'язку шляхом візуалізації його результатів;
- за вказівкою викладача створювати нові дидактичні матеріали для бібліотеки креслень та моделей курсу.

Експериментування в середовищі GeoGebra може стати продуктивною основою для організації індивідуальної та групової проектної діяльності студентів, дозволить обновити тематику курсових та випускних кваліфікаційних робіт. При цьому предметом цікавих студентських досліджень можуть стати просторові криві або поверхні.

Отже, в нашому дослідженні створено авторські розробки з комп'ютерної візуалізації просторових кривих, поверхонь та дотичних до неї понять. Вищевикладене дає підстави зробити висновок, що наочне навчання забезпечує різнобічне й повне формування математичних знань, підтримує інтерес до навчання і його мотивацію, сприяє підвищенню рівня розвитку математичного мислення. Застосування системи динамічної геометрії Geogebra у процесі вивчення геометричних об'єктів дає змогу студентам зрозуміти теоретичний матеріал і свідомо застосувати його на практиці.

Дослідження просторових кривих та поверхонь за допомогою програмного математичного пакету в процесі навчання в поєднанні із класичними методиками сприяє якісній реалізації основних принципів дидактики: науковості, зв'язку теорії з практикою, систематичності і послідовності, міжпредметних зв'язків, неперервності; системності; міцності знань; свідомості й активності; доступності; наочності; поєднання абстрактного мислення з наочністю в навчанні; єдності освітньої, виховної і розвивальної функцій навчання.

Список використаних джерел

1. Борисенко О.А. Диференціальна геометрія і топологія: Навч. посібник для студ. – Харків : Основа, 1995. – 304 с.
2. Зиатдинов Р.А. Геометрическое моделирование и решение задач проективной геометрии в системе GeoGebra // Молодежь и современные информационные технологии : материалы конф. Томск: Изд-во Томск. политех. ун-та, 2010. С. 168-170.
3. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики: навч. посіб. / Т.Г. Крамаренко, В.В. Корольський, С.О. Семеріков, С.В. Шокалюк; наук. ред. М.І. Жалдак. – Вид. 2, перероб. і доп. – Кривий Ріг: Криворізький держ. пед. ун-т, 2019. – 444 с.
4. Пришляк О. Диференціальна геометрія: Курс лекцій. – К.: Видавничо-поліграфічний центр " Київський університет ", 2004. – 68 с.
5. Рашевский П.К. Курс дифференциальной геометрии. М.: URSS, 2014. – 432 с.
6. Салес Ж. Таинственные кривые. Эллипсы, гиперболы и другие математические чудеса / Жузеп Салес, Франсеск Баньюле / Пер. с исп. – М.: Де Агостини, 2014. – 160 с.
7. Семеніхіна О.В. Інструментарій програми GeoGebra 5.0 та його використання при розв'язуванні задач стереометрії / О.В. Семеніхіна, М.Г. Друшляк // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – Т. 44. – № 6. – С. 124-133.
8. Ушаков А.В. Использование программы GeoGebra для визуализации свойств кривых второго порядка // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 4-3 (58). С. 63-67.
9. GeoGebra [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://www.geogebra.org.

10. Habib Z. Spiral transition curves and their applications / Z. Habib, M. Sakai. // Scientiae Mathematicae Japonicae. – 2005. – № 61. – С. 195-206.

11. Havil J. Curves for the Mathematically Curious: *An Anthology of the Unpredictable, Historical, Beautiful, and Romantic*. –2019. – 280 с.

12. Lockwood E.H. A book of curves / E.H. Lockwood // Cambridge university press. – 1961. – С. 110-117.

Махомета Т.М.
декан факультету фізики,
математики та інформатики
Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини
tetiana.makhometa@gmail.com
orcid.org/ 0000-0003-4825-4707

Тягай І.М.
доцент кафедри вищої математики та
методики навчання математики
Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини
i.m.tiagai@gmail.com
orcid.org/ 0000-0002-4360-7553

ТЕХНОЛОГІЇ ІННОВАЦІЙНОГО НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

Анотація. *Метою роботи є висвітлення особливостей використання технологій інноваційного навчання майбутніх учителів математики. У роботі розкрито особливості використання технологій інноваційного навчання на заняттях з математичних дисциплін. Продемонстровано на конкретних прикладах використання технологій інтерактивного навчання, технології дослідницького навчання, впровадження інформаційно-комунікаційних технологій.*

Зроблено висновок, що використання технологій інноваційного навчання математичних дисциплін майбутніх учителів математики на різних формах організації навчання забезпечує підвищення якості навчання з математичних дисциплін, сприяє формуванню професійної компетентності у майбутніх учителів математики.

Ключові слова: *інноваційне навчання, майбутні вчителі математики, інтерактивне навчання, дослідницьке навчаня, інформаційно-комунікаційні технології.*

Сучасна система освіти України знаходиться на етапі впровадження концепції Нової української школи та нових освітніх стандартів, які спонукають до оновлення змісту освіти та підходів до

організації освітнього процесу. Відповідно освітній процес має бути трансформований у напрямі формування творчої, креативної, самостійної особистості, здатної до самовдосконалення та навчання впродовж життя.

Сьогодні важливим аспектом підготовки майбутніх учителів, зокрема, математики, є застосування в освітньому процесі закладу вищої освіти інноваційних педагогічних технологій та підходів. Проблема підготовки майбутнього вчителя за допомогою інноваційних педагогічних технологій на сьогоднішній день є відкритою та актуальною.

О. Дроздова [5] наголошує, що одним з найважливіших стратегічних завдань на сьогоднішньому етапі модернізації вищої освіти України є забезпечення якості підготовки спеціалістів на рівні міжнародних стандартів. Розв'язання цього завдання можливе за умови зміни педагогічних методик та впровадження інноваційних технологій
навчання.

1. Технології інтерактивного навчання математичних дисциплін

Підготовка висококваліфікованих учителів потребує постійного оновлення форм організації навчального процесу – характеру взаємодії викладачів і студентів. Пошук нових організаційних форм навчання у вищій педагогічній школі та поєднання їх з уже відомими – завдання, що потребують детального вивчення і дослідження. У Концепції розвитку неперервної педагогічної освіти зазначено, що підвищення якості педагогічної освіти, забезпечення її інтеграції у Європейський простір вищої освіти, конкурентоспроможності на ринку праці, привабливості вимагає подальшого вдосконалення організації освітнього процесу на засадах гуманності, особистісно орієнтованої педагогіки, розвитку і саморозвитку студентів та передбачає (крім іншого) використання інформаційно-комунікаційних технологій та методів і технологій інтерактивного навчання.

Окремі аспекти проблеми підготовки майбутніх учителів математики в сучасних умовах розглядалися в роботах відомих українських математиків, педагогів і методистів: О. В. Авраменко, І. А. Акуленко, В. Г. Бевз, І. Г. Ленчук, О. І. Матяш, Г. О. Михалін, О. А. Москаленко, В. Г. Моторіна, М. В. Працьовитий,

С. П. Семенець, З. І. Слєпкань, Н. А. Тарасенкова, В. О. Швець, М. І. Шкіль, О. В. Школьний та ін.

Особливості використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освітньому процесі вищої школи розглядали Ю. В. Горошко, М. І. Жалдак, В. І. Клочко, Н. В. Морзе, С. А. Раков, Ю. С. Рамський, Є. М. Смирнова-Трибульська, О. В. Співаковський, Ю. В. Триус та ін.

Інтерактивне навчання – це процес активної взаємодії всіх суб'єктів освітнього процесу, спрямований на організацію їхньої співпраці, за якої кожен студент має можливість самореалізуватися, набути потрібного досвіду і професійної спроможності. Упровадження інтерактивного навчання змінює спосіб набуття нових знань і формування фахових компетентностей, створює сприятливі умови для розвитку самостійності студентів, сприяє розвитку їхньої креативності.

Вагомим аргументом для запровадження інтерактивного навчання у підготовці майбутніх учителів математики у ЗВО є той факт, що у програмах з математики для загальноосвітніх навчальних закладів пропонується із системою уроків водночас використовувати нетрадиційні форми навчання, серед яких вказано і форми інтерактивного навчання.

Запровадження у ЗВО України інтерактивного навчання базується на врахуванні потреб і можливостей студентів, на спонуканні їх до активної діяльності та набуття досвіду, на заохоченні до творчості та ініціативності. За такого підходу до організації навчання створюються умови для стимулювання самореалізації студентів і посилення мотивації їхньої навчальної діяльності; відбуваються зміни у визначенні ролі студентів у навчальному процесі. Студент стає співавтором і активним учасником навчальних занять, під час яких відчуває свою успішність, інтелектуальну значущість тощо. Інтерактивне навчання уможливлює підготовку вчителя математики, здатного до самоосвіти, саморозвитку та рефлексії як під час навчання у вищій школі, так і в подальшій професійній діяльності.

Однією з найпоширеніших форм навчання у вищих навчальних закладах освіти є лекція. Існують різні класифікації лекцій. За дидактичними завданнями поділяють лекції на вступні, тематичні, настановчі, оглядові, заключні [1; 4; 14].

Вступна лекція зорієнтована на те, щоб дати студентам загальне уявлення про завдання і зміст усієї навчальної дисципліни, розкрити її

структуру, а також сприяти зацікавленості предметом. Зміст рекомендацій викладача визначається тим, на якому курсі ця лекція проводиться. Для студентів усіх курсів на такій лекції важливо розкрити значення дисципліни для фахової підготовки майбутнього вчителя, її зв'язок з іншими навчальними дисциплінами. Окрім того, вступна лекція повинна орієнтувати студентів на те, як слід слухати лекції, як їх конспектувати, як працювати над першоджерелами, які теми курсу вивчати самостійно. Інтенсифікувати проведення такої лекції можна за допомогою інтерактивної бесіди та ІКТ.

Настановчу лекцію використовують для студентів заочної форми навчання. На такій лекції, окрім розкриття предмета навчального курсу, методів його дослідження, визначення основних проблем курсу, його особливостей і труднощів, роблять детальний огляд наявних підручників та навчальних посібників, дають методичні поради студентам, як самостійно працювати над курсом. Крім цього, настановчі лекції використовують перед направленням студентів на практику.

Початок педагогічної практики є дуже важливою формою педагогічного процесу. В одних університетах даний вид навчальної діяльності відбувається у формі лекцій, в інших – у формі конференцій. Яскравим прикладом впровадження інтерактивного навчання під час настановчих лекцій є проведення такої лекції перед педагогічною практикою керівником практики та студентом старшокурсником. Керівник педагогічної практики оголошує мету педагогічної практики та завдання, які ставляться перед студентом-практикантом. Акцентує їх увагу на тому, що саме під час проходження практики студент в умовах наближених до професійної діяльності може відчути себе вчителем. Керівник практики демонструє студентам розроблений в Moodle дистанційний курс «Педагогічна практика» та навчально-методичний посібник «Педагогічна пратика» [11], де висвітлено загальні положення та методичні рекомендації щодо організації і проведення педагогічної практики студентів фізико-математичного факультету. І дистанційний курс, і посібник містить перелік та зразки оформлення необхідної документації. Коли керівник практики завершить свою настановчу лекцію і відповість на всі запитання студентів, до обговорення вступає студент старшокурсник. Він із свого досвіду радить студентам, які йдуть на практику, звернути увагу на вимоги до схеми повного аналізу уроку. Акцентує їх увагу на тому, що необхідно вказувати конкретні методи та прийоми, які використовував

вчитель на кожному етапі уроку. Радить студентам, що перед тим як готувати план-конспект до уроку, переглянути його етапи відповідно до типу уроку. Звертає увагу студентів на завдання вивчення досвіду роботи вчителя математики, наголошує що схему даного опису можна знайти в Moodle.

Тематична лекція передбачає розкриття певної теми навчальної програми дисципліни. На цих лекціях, переважно, відбувається знайомство студентів із викладачем і особливостями навчального курсу. Саме на них доцільно заохотити студентів до активної участі у вивченні курсів. Пропедевтику інтерактивного навчання можна здійснити такими способами:

- проблемні запитання до студентів;
- повідомлення питань для проведення лекції вдвох;
- історичний аспект.

Оглядову лекцію нерідко читаютьу процесі вивчення математичних дисциплін, а також перед або під час виробничої практики. Головне її завдання полягає в забезпеченні належного взаємозв'язку і наступності між теоретичними знаннями і практичними вміннями та навичками студентів. Оглядові лекції читають також студентам перед виконанням дипломних робіт або складанням державних іспитів, абітурієнтам – перед вступними іспитами, студентам-заочникам. Наприклад, готуючись до екзамену з аналітичної геометрії студенти використовують посібник «Екзамен з аналітичної геометрії» [17], автором якого є М. В. Працьовитий, який містить питання, що виносяться на екзамен, список типових задач, зразки екзаменаційних білетів з повними відповідями на теоретичні питання і розв'язками задач. Інтерактивність оглядової лекції пов'язана з тим, що студенти пропонують запитання для обговорення, які викликали у них труднощі у процесі підготовки до екзамену. Деякі запитання розглядаються в повній мірі самим викладачем, а частину запитань за допомогою підказок розв'язують студенти колективно під наглядом викладача. Оскільки студенти знають які питання будуть на екзамені, то це дає можливість студентам бути більш активними під час обговорення.

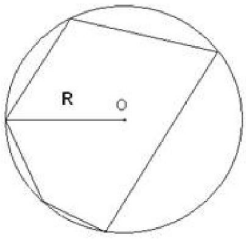
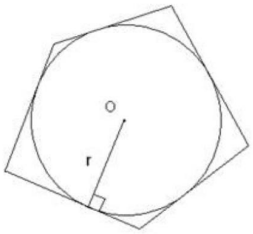
У завершальній лекції підбивають підсумки вивченого матеріалу з предмета шляхом виділення вузлових питань лекційного курсу і зосередження уваги на практичному значенні здобутих знань для подальшого навчання і майбутньої професійної діяльності студентів. Спеціальним завданням такої лекції є стимулювання інтересу

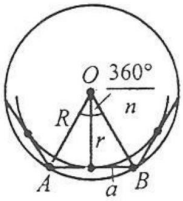
студентів до глибокого вивчення предмета, визначення методів самостійної роботи в певній галузі.

Наприклад, під час вивчення модуля «Геометричні фігури і величини» з елементарної математики заключною є лекція на тему «Вписані та описані многокутники». На початку такої лекції викладач пропонує систематизаційну схему у вигляді таблиці 1.3 «Вписані й описані многокутники».

Таблиця 1.3

Вписані та описані многокутники

<table>
<tr><td colspan="3">Многокутники</td></tr>
<tr><td colspan="2">Довільний</td><td>Правильний</td></tr>
<tr><td>Вписаний многокутник – усі вершини лежать на колі
 
</td><td>Описаний
 

многокутник – усі сторони є дотичними до кола</td><td>Правильний многокутник є вписаним у коло і описаним навколо кола.
 
</td></tr>
<tr><td>Якщо серединні перпендикуляри, проведені до всіх сторін многокутника, перетинаються в одній точці, то навколо даного многокутника можна описати коло.</td><td>Якщо бісектриси кутів многокутника перетинаються в одній точці то в даний многокутник можна вписати коло.
$r = \frac{S}{p}$</td><td>$R = \frac{a_n}{2\sin\frac{180°}{n}}$
$r = \frac{a_n}{2tg\frac{180°}{n}}$
$r = R \cdot \cos\frac{180°}{n}$</td></tr>
</table>

Студентам пропонується зробити такі систематизаційні таблиці:

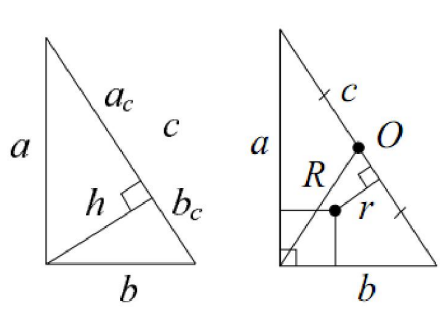
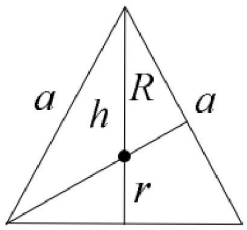
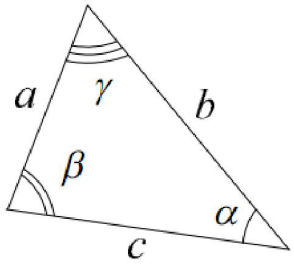
1) Вписані та описані трикутники;
2) Вписана та описана трапеція;
3) Вписані та описані чотирикутники (паралелограм, прямокутник, ромб);

4) Вписані та описані чотирикутники (квадрат, довільний чотирикутник);

Відповідно групу студентів розподіляють на чотири підгрупи, кожна з яких виконує конкретне завдання. Студенти повинні виконати дане завдання та завантажити його в Moodle. Таким чином студенти інших підгруп повинні перевірити його та за бажанням зберегти для подальшого використання. Наведемо приклад виконання студентами систематизаційної таблиці «Вписані та описані трикутники» (Табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Вписані та описані трикутники

Фігура	Прямокутній трикутник	Рівносторонній трикутник	Довільний трикутник
			
r	$r = \frac{a+b-c}{2}$	$r = \frac{a}{2\sqrt{3}}$	$r = \frac{2S}{a+b+c}$
R	$R = \frac{c}{2}$	$R = \frac{a}{\sqrt{3}}$	$R = \frac{abc}{4S}, \quad R = \frac{a}{2\sin\alpha}$
Зв'язок між r і R	$r + R = \frac{a+b}{2}$	$R = 2r$	—
h	$h = \frac{ab}{c}, \quad h^2 = a_c \cdot b_c$	$h = \frac{a\sqrt{3}}{2}$	$h_c = a\sin\beta = b\sin\alpha$
S	$S = \frac{ab}{2}, \quad S = \frac{ch}{2}, \quad S = Rh$ $S = \frac{cb\cdot\sin\alpha}{2} = \frac{ac\cdot\sin\beta}{2} =$ $= \frac{ac\cdot\cos\alpha}{2}$	$S = \frac{a^2\sqrt{3}}{4}$	$S = \frac{ch_c}{2}, \quad S = \frac{ab\cdot\sin\gamma}{2},$ $S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)},$ де $p = \frac{a+b+c}{2}$
a	—	$a = 2r\sqrt{3}, \quad a = R\sqrt{3}$	—

Такі схеми дають можливість систематизувати знання студентів, а також будуть зручними під час підготовки студентів до модульного та підсумкового контролю.

Найчастіше використовують лекції презентуючого характеру, метою яких є виклад максимального обсягу навчального матеріалу за відведений час. Така лекція, як правило, побудована переважно на активності викладача, а не студентів, тому є потреба в активізації сприйняття студентами навчального матеріалу під час лекційних занять.

Тільки лекційне заняття, на якому буде поєднуватись керуюча роль педагога з високою активністю студентів на основі використання сучасних інноваційних (інтерактивних, мультимедійних) форм, дає можливість опрацювати великий обсяг навчального матеріалу, налагодження оперативного зворотного зв'язку зі студентами, інтенсифікації педагогічної праці та досягнення високих результатів навчальної діяльності.

За способом викладу навчального матеріалу А. М. Алексюк виокремлює такі види лекції: проблемні лекції, лекції-візуалізації, бінарні лекції, або лекції-дискусії, лекції із заздалегідь запланованими помилками, лекції-прес-конференції. Відповідно до цього поділу, пропонуємо здійснювати інтерактивне навчання предметів математичного циклу під час лекційних занять, види яких подано на рисунку 1.48.



Рис. 1.48. Інтерактивне навчання на лекційних заняттях

Метою інтерактивних лекційних занять є донесення навчального матеріалу до студентів й активне засвоєння ними даного матеріалу.

1. Лекція-візуалізація – одна із лекцій інноваційного типу. Її особливістю є наявність умов для реалізації повною мірою принципу наочності. Дана лекція забезпечує перетворення вербальних відомостей у візуальну форму технічними засобами навчання. Таке викладання поглиблює розуміння проблеми, теми, привчає студентів користуватися різними знаковими системами.

Для проведення лекцій-візуалізацій слід активно застосовувати новітні інформаційні технології, зокрема Smart-технології. Перевагою використання програмного забезпечення SMART Board є те, що під час заняття викладач може легко перебудувати сам процес викладання залежно від обставин, вносити корективи, історичні довідки, додаткові ілюстрації, рисунки тощо. Програмне забезпечення мультимедійної дошки уможливлює фіксацію відомостей у процесі демонстрації, послідовність дій користувачів дошки, фіксувати зміни в демонстраційних матеріалах, анотувати їх та відтворювати збережені повідомлення. Однак, використовуючи технічні засоби в процесі навчальних занять, слід виходити з того, що вони не є самоціллю, а лише засобом розв'язання конкретних освітньо-виховних завдань.

Для проведення лекційного заняття з використанням сенсорної дошки варто підготувати презентацію за допомогою відповідного програмного забезпечення, яке є складовою інтерактивного комплексу SMART Board. Наприклад, до програмного забезпечення такої дошки входить звична для нас програма для підготовки слайд-презентації PowerPoint. Завдяки використанню мультимдійної дошки лектор може виділяти ті фрагменти навчального матеріалу, на які варто звернути увагу, SMART-технології дають змогу обертати об'єкти, рухати їх. Наприклад, під час використання такої дошки на лекції з аналітичної геометрії на тему «Вивчення алгебраїчних поверхонь другого порядку за їх канонічними рівняннями» викладач може не тільки показати рисунок поверхні, а й обертати поверхню навколо осі. Побудову поверхні викладач може здійснити у програмі GRAN-3D, яка має зручний інтерфейс.

Також, мультимедійну дошку ефективно використовувати і на лекційних заняттях з методів обчислень. Завдяки інтерактивній дошці можна на лекціях розкривати можливості використання ІКТ при вивченні даної дисципліни, адже SMART Board підтримує і Microsoft Office, та інші математичні програми. Наприклад, під час вивчення

теми «Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь» або «Методи розв'язування нелінійних рівнянь» викладач може продемонструвати на лекційному занятті можливості використання під час вивчення даної теми ЕТ Excel та програми MathCad.

Також під час навчання «Методів обчислень» на темах, які передбачають розв'язування задач графічним способом (наприклад: відокремлення коренів нелінійних рівнянь графічним способом; побудова інтерполяційного многочлена для функції, що задана таблично; опрацювання експериментальних даних тощо) доцільно використовувати програмні засоби GRAN1, GRAN-2D. А використання сенсорної дошки забезпечить студентам візуальний супровід розв'язування задачі із демонстрацією роботи з конкретною програмою.

2. Значно активізує навчально-пізнавальну діяльність студентів лекція із заздалегідь запланованими помилками. На підготовчому етапі у тексті лекції закладається певна кількість помилок змістовного, фактологічного, методичного характеру. Завданням студентів є фіксування цих помилок на полях конспекту впродовж лекції. Звичайно, такий вид лекції можна проводити не з кожної теми, а тим більше не на кожній навчальній дисципліні. Лекцію із заздалегідь запланованими помилками можна проводити тільки з тем, які у певній мірі знайомі студентам, або переплітаються із дисциплінами, які вже були ними вивчені. Якщо дисципліна і тема заняття дозволяють впроваджувати лекцію із заздалегідь запланованими помилками, то на початку лекції викладач повинен попередити студентів, що в даному тексті є певна кількість помилок. Під час лекції студенти знаходять ці помилки, вказують на них викладачу, озвучують правильні відповіді. За допомогою мультимедійної дошки можна повернутися до фрагментів лекції, де були зроблені помилки та обговорити їх сутність і причини. Помилки можуть бути різного характеру та складності. Наведемо фрагменти презентацій лекцій із заздалегідь запланованими помилками. На рисунку 1.49 та 1.50 зображено помилку на виявлення прогалин у теоретичних знаннях студентів.

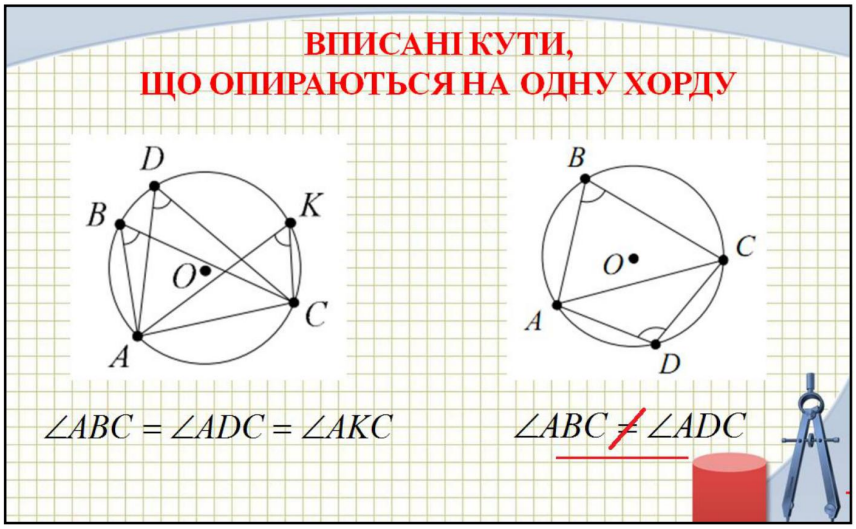


Рис. 1.49 Фрагмент презентації до лекції із заздалегідь



Рис. 1.50 Фрагмент презентації до лекції із заздалегідь запланованими помилками

На рисунку 1.50 зображено фрагмент презентації лекції із заздалегідь запланованими помилками з елементарної математики під час вивчення теми «Комбінації многогранників та тіл обертання». Помилка спрямована для виявлення рівня знань студентів, щодо геометричних побудов.

Така лекція виконує стимулюючу, контрольну та діагностичну функції. Такий вид роботи змушує студентів постійно бути уважними, вдумуватись та аналізувати навчальний матеріал.

3. В останні роки викладачів зацікавлює такий вид лекцій як лекція-конференція. Проводиться вона за схемою наукових конференцій. Заздалегідь до її проведення із поставленої проблеми складається системи доповідей з кожного питання, що висвітлює дану проблему. Викладач повинен попередити студентів, що виступ готується як логічно закінчений текст, який є результатом їхньої самостійної роботи та не повинен перевищувати 10 хвилин. Функція викладача полягає у керуванні підготовкою таких доповідей до лекції. Під час лекції викладач може дещо узагальнити матеріал, допомогти «лектору-початківцю», якщо студент не може дати чітку відповідь на запитання аудиторії.

Лекції-конференції для майбутніх учителів є особливо актуальними, оскільки сприяє підвищенню мотивації студентів до самостійної роботи за рахунок її наближення до реальних умов майбутньої професійної діяльності. Такі заняття сприяють розвитку пізнавальної самостійності та професійної компетентності студентів. Але недоліком таких лекцій є те, що не усі студенти активно працюють як на етапі підготовки, так і на етапі проведення такої лекції. Усунути ці недоліки можна в умовах інтерактивної лекції, у процесі якої викладач організовує обговорення питань, які виникли у студентів під час підготовки до заняття.

Такий вид лекційного заняття дуже вдало можна застосовувати під час вивчення студентами історії математики, елементарної математики, методів обчислень та інших математичних дисциплін.

Під час підготовки лекції-конференції з теми: «Історія розвитку математики Китаю, Індії та Арабського халіфату» студент, готуючись до виступу з питання розвитку геометричних знань в Індії, може використати демонстрацію однієї або декількох геометричних задач. Під час ознайомлення з розвитком математики країн Арабського халіфату студенти готують повідомлення про відповідних математиків, демонструють пам’ятники та місця названі на їх честь тощо.

4. Лекція вдвох, або як її ще називають бінарна лекція, або лекція-дискурс, є продовженням і розвитком проблемного викладу матеріалу у діалозі двох викладачів. Така лекція доцільна, якщо, наприклад, існують різні підходи до вирішення проблемних питань і кожний з викладачів відстоює власні позиції, або для реалізації міжпредметних зв’язків, якщо одна проблема стає інтегрованою для викладачів різних дисциплін. У діалозі викладачів та аудиторії ставиться проблема й

аналізується проблемна ситуація, висуваються та заперечуються гіпотези, розв'язуються протиріччя і знаходяться рішення.

Підготовка бінарної лекції передбачає попереднє обговорення теоретичних питань її учасниками, їх інтелектуальну і особистісну сумісність; володіння розвинутими комунікативними уміннями; наявність швидкої реакції і здатність до імпровізації. Розглянемо кілька прикладів.

1. Викладач і студент з потоку, для якого читають лекцію. Студенту доручають подати окремі фрагменти лекції:

- історичні відомості (бібліографії вчених, цитати з історії теми);
- міжпредметні зв'язки;
- застосування теми, що вивчається, в діяльності людей;
- місце теми в шкільному курсі математики.

2. Викладач і студент-магістрант. Наприклад, під час вивчення студентами теми «Застосування похідної до дослідження функції» викладач математичного аналізу може провести лекційне заняття із студентом-магістрантом, який добре володіє прикладним програмним забезпеченням. Викладач надає студентам теоретичні відомості, демонструє схему дослідження функцій, разом зі студентами обирають функцію та поетапно здійснюють її дослідження. Студент-магістрант допомагає викладачу та студентам у процесі дослідження, а головне демонструє студентам застосування ППЗ для побудови графіків. Наголошує на тих етапах роботи з математичною програмою, які є важливими для наочного зображення графіка, а саме як правильно вибрати масштаб рисунка, товщину та колір лінії, як вводити ті чи інші математичні символи тощо. Звичайно, викладач може і сам провести таку лекцію, без допомоги студента-магістранта, проте із розвитком комп'ютерної техніки та програмного забезпечення студенти в даному питанні значно обізнаний, ніж викладачі.

Залучення студента-магістранта до співпраці сприятиме його професійному зростанню, формуванню інтересу студентів до організації і проведення нестандартних форм роботи, активізації пізнавальної діяльності усіх присутніх в аудиторії. У той же час головний лектор набуває досвіду використання комп'ютерних технологій і тим самим розвиває свою педагогічну майстерність.

3. Два викладачі різних дисциплін. Такий вид лекційного заняття, наприклад, можна проводити під час вивчення методики навчання математики, коли студенти не мають достатнього рівня математичної підготовки, на тему «Декартові координати і вектори на площині»

разом із викладачем аналітичної геометрії. Аналогічно можна проводити таке заняття в курсі методики навчання математики у старшій школі «Декартові координати і вектори у просторі». Студенти під час вивчення курсу аналітичної геометрії повинні були поглибили свої шкільні знання про координати та вектори на площині та в просторі. Викладач методики навчання математики розповідатиме як правильно пояснити та донести дану тему до учнів, а викладач аналітичної геометрії визначає запитання, за допомогою яких навчальний матеріал, який студенти опрацьовували на першому курсі, актуалізується. Така лекція особливо стане в нагоді, коли викладачі розглядатимуть розв'язування стереометричних задач координатним та векторним способом, адже останнім часом рівень математичної культури студентів низький. Викладач методики разом із студентами визначає місце теми в ШКМ, наголошує, що правило-орієнтир розв'язування позиційних задач і алгоритм розв'язування метричних задач векторним методом в стереометрії той самий, що і в планіметрії. Студентам пропонують пригадати це правило-орієнтир і алгоритм розв'язування. Застосування їх зручно проілюструвати на прикладі такої задачі.

Задача. Кожне ребро правильної чотирикутної піраміди дорівнює *a*. Визначити відстань між висотою піраміди і мимобіжною з нею висотою бічної грані (Рис. 1.51).

У ході розв'язування задачі викладач з методики навчання математики акцентуватиме увагу на встановлені необхідних висот, а викладач з аналітичної геометрії нагадуватиме студентам про умову перпендикулярності векторів, про визначення проекції вектора на вектор тощо.

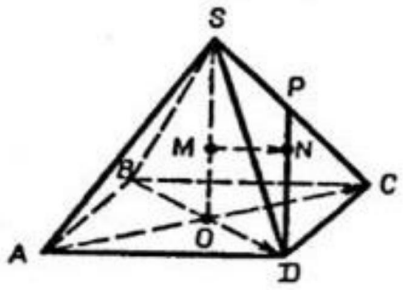


Рис. 1.51

5. На відміну від традиційної лекції репродуктивного характеру, на проблемній лекції значно зручніше використовувати форми інтерактивного характеру, які активізують у студентів, пошукову та дослідну діяльність. Результати дослідження та бесід із викладачами математичних дисциплін дають підстави стверджувати, що на перших етапах впровадження проблемної лекції варто побудувати її таким чином, що викладач сам ставить проблему і на очах у студентів демонструє можливі шляхи її розв'язання. У подальшому на лекційних заняттях у цих же групах можна переходити до частково-пошукових

методів, а саме використати форму інтерактивного навчаня «Мозкова атака»: викладач створює проблемну ситуацію і спонукає студентів до пошуку їх розв'язання.

Оскільки на лекціях переважно знаходиться декілька груп, то можна об'єднати студентів у групи, які за певний час повинні надати свій варіант розв'язання проблеми. Викладач повинен слідкувати не тільки за правильністю відповіді, але й враховувати аргументацію думки. Якщо жодна з груп не знайшла правильного способу розв'язання поставленої проблеми, або ж не зовсім чітко сформулювала свою думку – викладач сам дає розгорнутий коментар, який фіксується у конспектах студентів.

Проблемні лекції із використанням форм інтерактивного навчання сприяють розвитку теоретичного мислення, пізнавального інтересу до предмета, забезпечують професійну мотивацію, корпоративність.

6. Найчастіше у ЗВО викладачі проводять традиційні лекції. Проте, для активізації сприйняття студентами навчального матеріалу, для кращого його засвоєння необхідно використовувати елементи інтерактивного навчання. На рисунку 1.52 зображено можливі способи впровадження елементів інтерактивного навчання на традиційних лекціях з математичних дисциплін.



Рис. 1.52. Елементи інтерактивного навчання на традиційних лекціях

Активізує студентів упродовж лекції завдання записувати ключові слова, поняття, терміни, які треба буде назвати наприкінці лекції.

Оцінити правильність і повноту відповідей студентів може не лише викладач, а й самі студенти. У випадку, коли ключові поняття були визначені самим викладачем на початку лекції, студентам варто запропонувати стежити за їх визначенням, використанням, взаємозв'язками, взаємовпливом тощо. Такий вид роботи можна проводити на будь-якій математичній дисципліні. Наприклад, під час вивчення на аналітичній геометрії теми «Поняття вектора. Лінійні операції над векторами» викладач на початку заняття пропонує такі ключові поняття: вектор, довжина вектора, орт вектора, колінеарні вектори, компланарні вектори, лінійна комбінація векторів, лінійна залежність або незалежність векторів, базис, ортонормований базис (ОНБ).

Результати дослідження підтверджують доцільність використання на початку лекції інтерактивної форми «Мікрофон», що допомогає викладачу оцінити рівень залишкових знань студентів з певної теми. Наприклад, на лекційному занятті з методів обчислень доречно на початку лекції перевіряти ті вже набуті знання студентів, які знадобляться їм для легшого засвоєння навчального матеріалу лекції. Наприклад, під час лекції на тему «Чисельні методи розв'язування систем нелінійних рівнянь» викладач ставить студентам запитання щодо наближених методів розв'язуваня нелінійних рівнянь. На нашу думку, доречно ставити студентам такі запитання у процесі проведення форми інтерактивного навчання «Мікрофон».

Наведемо приклад даної форми інтерактивного навчання.

1. З яких етапів складається чисельне розв'язування нелінійних рівнянь?
2. У чому полягає відмінність методу хорд від методу половинного ділення і що в них спільного?
3. Яка формула визначає метод Ньютона?
4. Які умови застосування методу Ньютона?
5. Як вибирається початкове наближення в методі Ньютона?
6. В чому полягає ідея методу хорд?
7. Як алгебраїчно можна записати метод хорд?
8. Які умови збіжності ітераційної послідовності в методі простих ітерацій?
9. Яка умова є критерієм досягнення заданої точності в методах Ньютона і простих ітерацій?
10. В чому полягає сутність комбінованого методу розв'язування нелінійних рівнянь?

Також активізуватиме навчально-пізнавальну діяльність студентів на лекційному занятті показ студентських презентацій. Для такої роботи на попередньому занятті викладач має повідомити одному чи двом студентам тему та план лекції, а вони самостійно повинні дібрати матеріал та створити комп'ютерну презентацію до даної теми. Такий вид роботи можна проводити з будь-якої математичної дисципліни, адже викладач постійно здійснюватиме консультування студентів.

Ефективно впливає на сприймання студентами навчального матеріалу використання на лекціях форм інтерактивного навчання. Щоб на лекційному занятті можна було ефективно застосовувати форми інтерактивного навчання, проводити певні дискусії, варто заздалегідь роздати студентам необхідний дидактичний матеріал, або ж повідомити студентам, що вони повинні ознайомитися із текстом лекції на дистанційній платформі Moodle. Таким чином створюються умови для повноцінної самостійної роботи студентів над навчальним матеріалом. Після ознайомлення студентів із текстом лекції, вони переходять в інший, полегшений режим роботи, адже можуть спокійно слухати лектора, маючи перед собою конспекти з опрацьованим матеріалом. В такій ситуації у лектора нема потреби повторювати увесь зміст матеріалу лекції, адже вона вже опрацьована студентами. Лектор може деякі питання із студентами обговорити описово, у швидкому темпі, а зосередити їх увагу на складніших питаннях.

Лектор має більші можливості для подачі навчального матеріалу, а студент для його сприйняття і засвоєння. Мовлення викладача на таких лекціях буде «живим», адже викладач не буде відволікатися та робити значні паузи на конспектування студентами лекційного матеріалу.

Живе мовлення викладача сприятиме кращому засвоєнню навчального матеріалу, адже штучно створена інтонація помічається слухачами одразу, саме природність інтонації, її відповідність ситуації спілкування є головними комунікативними перевагами. Під час проведення таких лекцій доцільно застосувати форму інтерактивного навчання «Навчаючи – учусь», який використовується при вивченні блоку навчального матеріалу або при узагальненні та повторенні вивченого. Він дає можливість студентам передавати свої знання одногрупникам. Такий вид лекції стимулює студентів до роботи, дає можливості випробувати себе у ролі вчителів, а також у студентів з'явиться «здорова конкуренція», кожен намагатиметься провести лекцію якнайкраще.

Також ефективно використовувати на лекційному занятті такі форми та технології інтерактивного навчання як: «Прес», «Займи позицію», «Дебати» тощо. Наведемо фрагмент використання технології інтерактивного навчання «Дебати» на лекційному занятті з лінійної алгебри на тему «Системи лінійних алгебраїчних рівнянь». За декілька днів до лекції викладач повідомляє студентам, що їм потрібно самостійно опрацювати навчальний матеріал лекції, взявши її з дистанційної платформи Moodle. У результаті опрацювання конспекту лекції студенти ознайомляться із різними методами знаходження розв'язків системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

На початку лекційного заняття можна запропонувати студентам висловити свої думки на запитання «Який метод розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь має найбільше переваг: метод Крамера, метод Гауса, метод оберненої матриці?». Пропонуємо студентам відповідно до своїх думок об'єднатись у три команди. Об'єднавшись, студенти протягом декількох хвилин мають із членами своєї команди дійти згоди стосовно переваг того методу, який вони обрали та недоліки двох інших методів. Коли студенти закінчили обговорення, то викладач пропонує їм розпочинати дебати. Дебати можна вважати закінченими, коли всі бажаючі студенти висловлять свої думки або ж прийдуть до згоди у цьому питанні.

Закінчивши проведення даної форми, викладач продовжує лекційне заняття, зупиняючись на складних та незрозумілих студентам моментах. Використання даної форми, в першу чергу, допомогає студентам розвивати свої комунікативні здібності та допомагає студентам аргументувати й відстоювати свою думку.

Впровадження інтерактивного навчання на лекційних заняттях здатне зламати стереотип, який глибоко засів у свідомості студента, що йому повинні «надати» готові знання, і замінити його на розуміння того, що він повинен «здобувати» знання власними зусиллями. Отже, реалізація ідей інтерактивного навчання у процесі підготовки майбутніх учителів математики сприяє набуттю студентами навичок майбутньої професійної діяльності, дозволяє підтримувати діалог між усіма учасниками освітнього процесу. Це сприяє формуванню професійної компетентності студентів, розвитку пізнавальної активності.

Проведення практичного заняття ґрунтується на попередньо підготовленому методичному матеріалі, тестах для виявлення ступеня оволодіння студентами необхідними теоретичними положеннями,

наборі завдань різної складності для розв'язування їх студентами на занятті. Практичне заняття включає проведення попереднього контролю знань, умінь і навичок студентів, постановку загальної проблеми викладачем та її обговорення за участю студентів, розв'язування завдань з їх обговоренням, розв'язування контрольних завдань, їх перевірку, оцінювання. Даний вид занять, відповідно до навчальних планів підготовки майбутніх учителів математики, передбачений для усіх математичних дисциплін. Практичні заняття призначені для відпрацювання практичних дій. Оскільки головне завдання цих видів навчальних занять – поглиблення знань, формування навичок і вмінь, формування умінь професійної діяльності, то потрібно забезпечити атмосферу позитивної взаємодії студентів та викладача, забезпечити умови для самореалізації студентів в освітньому процесі. Ці фактори сприятимуть досягненню поставленої мети освітнього процесу та забезпечать активну навчально-пізнавальну діяльність на занятті.

Реалізувати наведені вище та інші фактори, які сприятимуть досягненню дидактичної мети практичних занять, допоможуть форми та технології інтерактивного навчання. Зупинемось на декількох напрямах використання форм та технологій інтерактивного навчання математичних дисциплін, що зображено на рисунку 1.53.

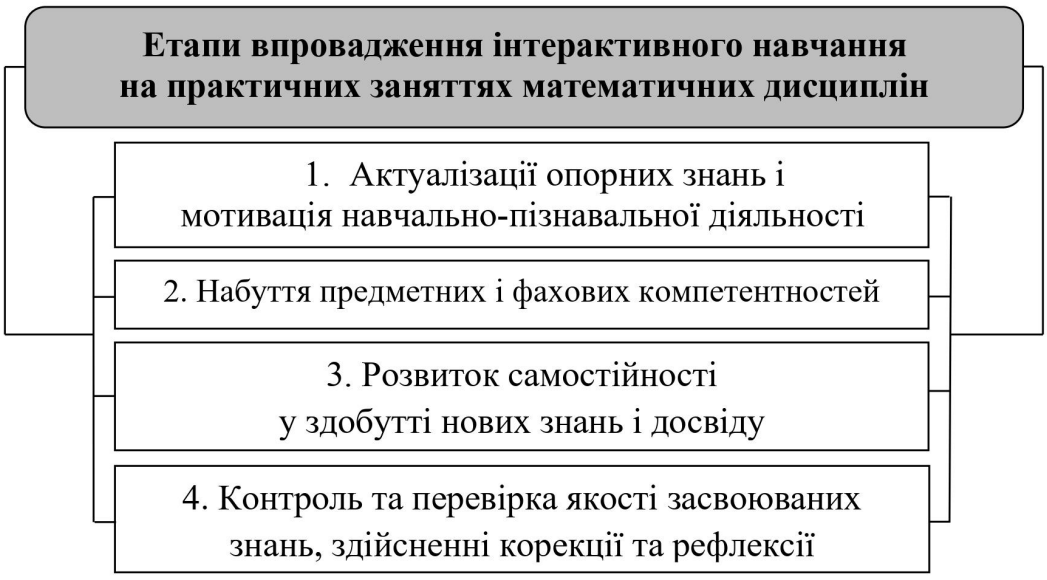


Рис. 1.53. Інтерактивне навчання на практичних заняттях

Розглянемо шляхи реалізації даних напрямів упровадження інтерактивного навчання під час вивчення студентами дисциплін математичного циклу.

1. Для актуалізації опорних знань ефективним є використання форм «Мікрофон», «Закінчи думку», «Незакінчені речення» та інші.

Розглянемо технологію інтерактивного навчання «Мікрофон» для актуалізації опорних знань. Наведемо приклад використання даної технології під час практичного заняття з аналітичної геометрії на першому курсі на тему «Криві другого порядку». Використання даної технології допоможе активізувати знання студентів з теоретичного матеріалу та підготувати до розв'язування задач.

1. Як називають відношення половини відстані між фокусами до великої осі еліпса? *(Ексцентриситет)*
2. Як називаються прямі, перпендикулярні фокальній осі еліпса або гіперболи, симетрично розташовані на відстані $\frac{a}{\varepsilon}$ від центру кривої? *(Директриси)*
3. Як називається гіпербола, у якої $a = b$? *(Рівнобічною)*
4. Як називається пряма, яка проходить через середини паралельних між собою хорд лінії другого порядку? *(Діаметром лінії 2-го порядку)*
5. Як називаються два діаметри еліпса (або гіперболи), якщо один поділяє навпіл хорди, паралельні другому? *(Взаємно спряженими)*
6. Як називається діаметр лінії другого порядку, який перпендикулярний до спряжених хорд? *(Головним)*

Такий вид роботи дає можливість активізувати розумову діяльність студентів та налаштує їх на сприймання та активну дискусію на занятті. А також допоможе викладачу з'ясувати рівень оволодіння студентами тих знань, які необхідні для роботи на занятті.

Організувати інтерактивну технологію «Мікрофон» можна й іншим чином. Наприклад, поставити одному студенту запитання, якщо він відповів правильно, то йому надається право задати запитання будь-якому іншому студенту і так далі. Якщо ж студент дав неправильну відповідь на запитання, то право задати запитання знову переходить до викладача. Такий вид діяльності сприятиме активній участі кожного студента, адже їм необхідно буде постійно слідкувати за правильністю відповідей, а також завжди бути готовим самому задати запитання. Робота за даною формою буде значно ефективнішою, якщо її результати враховуватимуться під час виставлення студенту оцінки за заняття. Наприклад, одночасно можна оцінювати і правильність відповіді на поставлене запитання, і коректність та правильність постановки запитання студентом.

Технологію інтерактивного навчання «Мікрофон», яку описано вище, ще можна дещо змінити. Наприклад, викладач може організувати роботу таким чином, що студенти на кожну пару, відповідно до теми заняття, повинні підготувати по 5 – 6 запитань. На занятті викладач розпочинає роботу з актуалізації опорних знань, обирає одного студента, який розпочне роботу за формою «Мікрофон». Студент задає одне запитання іншому студенту, якщо відповідь правильна, то студент, який дав правильну відповідь, продовжує опитування іншого одногрупника і так далі. Правильність відповіді оцінює той студент, який ставив запитання. Якщо на поставлене запитання студент дав неправильну відповідь, то правильну відповідь озвучує той студент, який ставив запитання. Оцінювати роботу студентів можна аналогічно до вищеописаного способу застосування даної форми.

Використання форми інтерактивного навчання «Мікрофон», сприятиме розвитку у студентів умінь правильно формулювати запитання, обирати головне, оцінювати відповіді одногрупників тощо. Систематичне здійснення актуалізації опорних знань студентів за допомогою даної форми інтенсифікує самопідготовку студентів, забезпечить ефективну підготовку до заняття. Експериментальне навчання показує, що форму «Мікрофон» можна і ефективно використовувати з усіх математичних дисциплін.

Систематичне використання форми «Мікрофон» на практичних заняттях у педагогічному університеті стимулює навчально-пізнавальну діяльність студентів і створює умови для формування умінь здійснювати запровадження цієї форми у майбутній педагогічній діяльності в школі.

Ефективною для актуалізації опорних знань є форма інтерактивного навчання «Закінчи речення». Наведемо приклад використання даної форми для теми «Теорія похибок», що вивчається студентами третього курсу з методів обчислень. На дану тему на практичне заняття відводиться лише 2 години. Актуалізуючи знання студентів на початку заняття за допомогою форми «Закінчи речення», викладач зможе перевірити рівень їх теоретичних знань з теми.

1. Наближеним числом a називається …
2. Різниця між точним числом A та його наближеним числом a називається …
3. Абсолютна величина різниці A і a …
4. Відносною похибкою δ_a наближеного числа a називається …

5. Значущими називаються цифри …

6. Якщо абсолютна похибка наближення не перевищує одиниці того розряду, якому належить цифра α, то …

7. Якщо абсолютна похибка наближення не перевищує половини одиниці того розряду, якому належить цифра α, то …

8. Відносна похибка добутку кількох наближених чисел …

9. Гранична відносна похибка кореня *m*-го степеня …

Запитання викладач (або студент) може формулювати усно, а може подавати за допомогою мультимедійної дошки. Під час експерименту було встановлено, що краще подавати 1 речення на слайді. Всі студенти читають і осмислюють саме це речення. Після відповіді (бажано правильної) на слайді з'являється повна відповідь. Як приклад, розглянемо таке речення (8) (слайди з презентації подано на рисунку 1.54 – 1.55).



Рис. 1.54. Фрагмент презентації до технології «Закінчи речення»

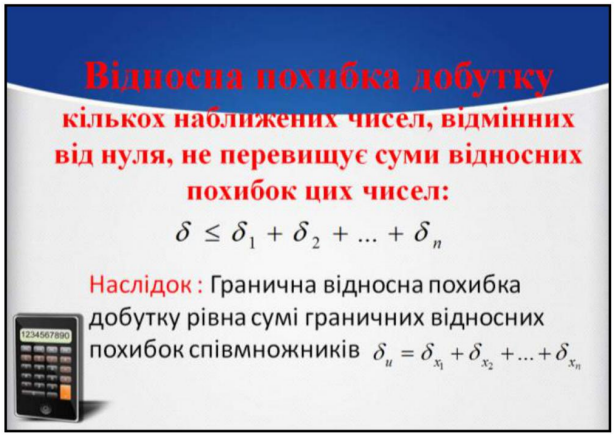


Рис. 1.55. Фрагмент презентації до технології «Закінчи речення»

Останнім часом у школі набуває популярності та ефективно використовується у навчанні математики технологія інтерактивного навчання «Кластер». В університеті цю форму доцільно використовувати для актуалізації опорних знань і систематизації навчального матеріалу студентів.

Наведемо приклад використання даної технології під час практичного заняття з елементарної математики на тему «Чотирикутники», на яку відповідно до робочої програми відводиться 2 години для розв'язування задач на знаходження певних елементів,

з’ясування виду чотирикутника, задач на доведення, а також 4 години на обчислення площ плоских фігур (в тому числі і чотирикутників). Тож ми пропонуємо на початку заняття графічним прийомом актуалізувати та систематизувати матеріал, який студентам відомий ще з шкільних років та з лекційних занять. Зображаємо в центрі дошки овал із основним поняттям «Чотирикутники», навколо нього порожні овали і пропонуємо студентам методом мозкового штурму їх заповнити. Наприклад, будуємо такий кластер (Рис. 1.56).

А далі вже ієрархія понять уточнюється у процесі побудови

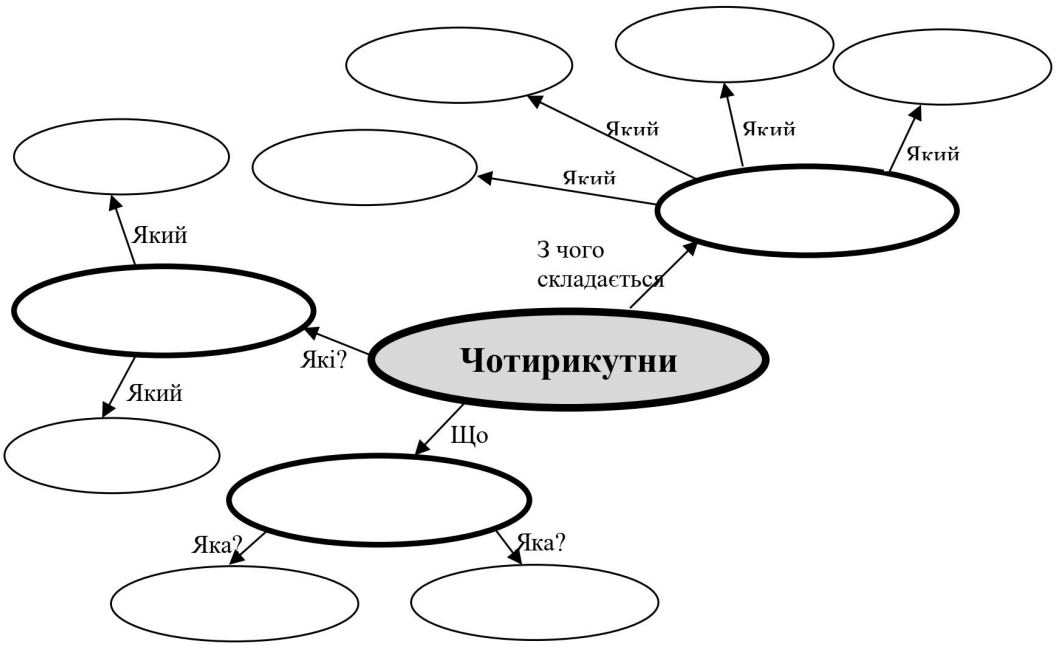


Рис. 1.56. Використання технології «Кластер» на практичному занятті на тему «Чотирикутники»

кластера. Робота за даною технологією може бути різною. Наприклад, можна викликати одного студента, який самостійно повинен заповнити комірки, а інший варіант – кожен рівень кластера заповнює інший студент.

Розглянемо варіант використання даної технології, коли усі вільні комірки кластера заповнюють поступово різні студенти. Наприклад, пропонуємо одному студенту заповнити перший рівень кластера (Рис. 1.56), в результаті на дошці повинно з’явитись таке зображення Рис. 1.57.

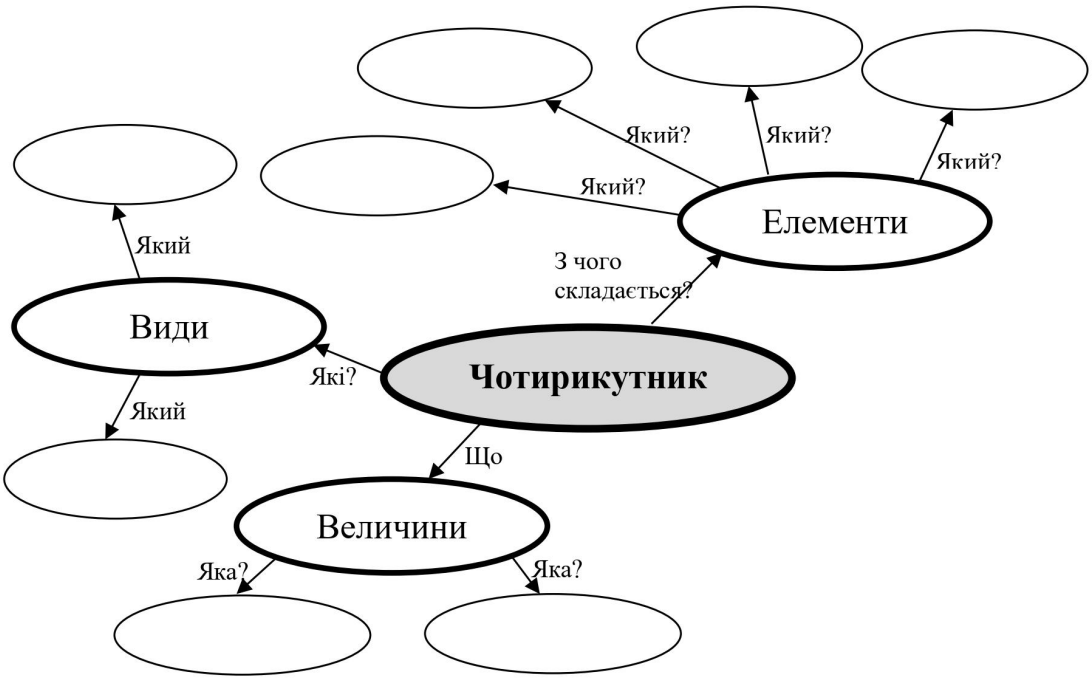


Рис. 1.57. Використання технології «Кластер»
на практичному занятті на тему «Чотирикутники»

Наступний етап роботи за даною формою – заповнення іншим студентом одного із блоків (блок обирає студент). Виконавши завдання, на дошці отримаємо результат, що зображено на Рис. 1.58.

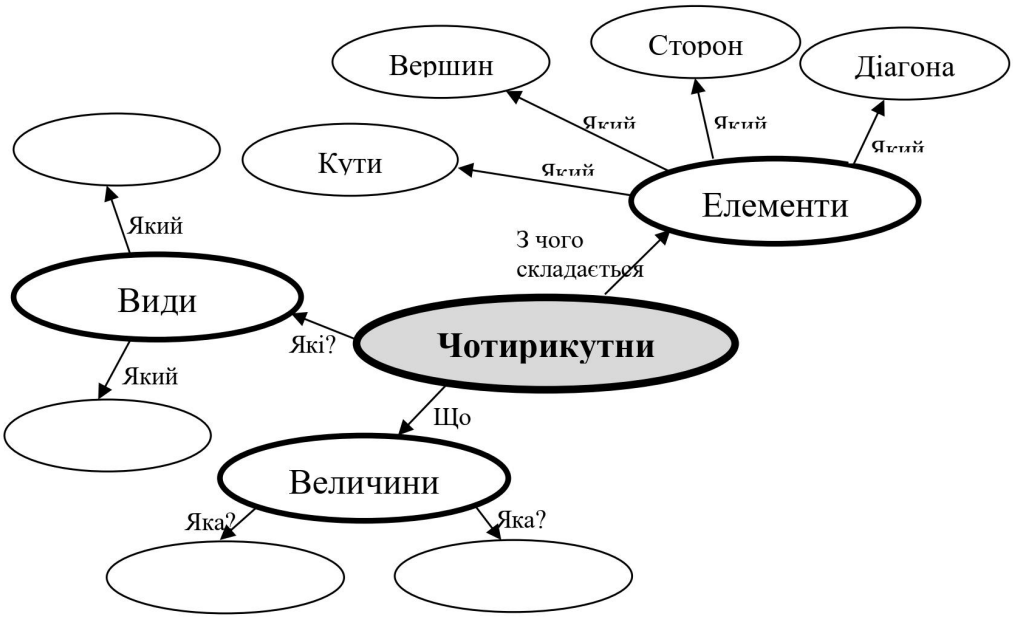


Рис. 1.58. Використання технології «Кластер»
на практичному занятті на тему «Чотирикутники»

Аналогічно заповнюються й інші блоки кластера (Рис. 1.59 та Рис. 1.60).

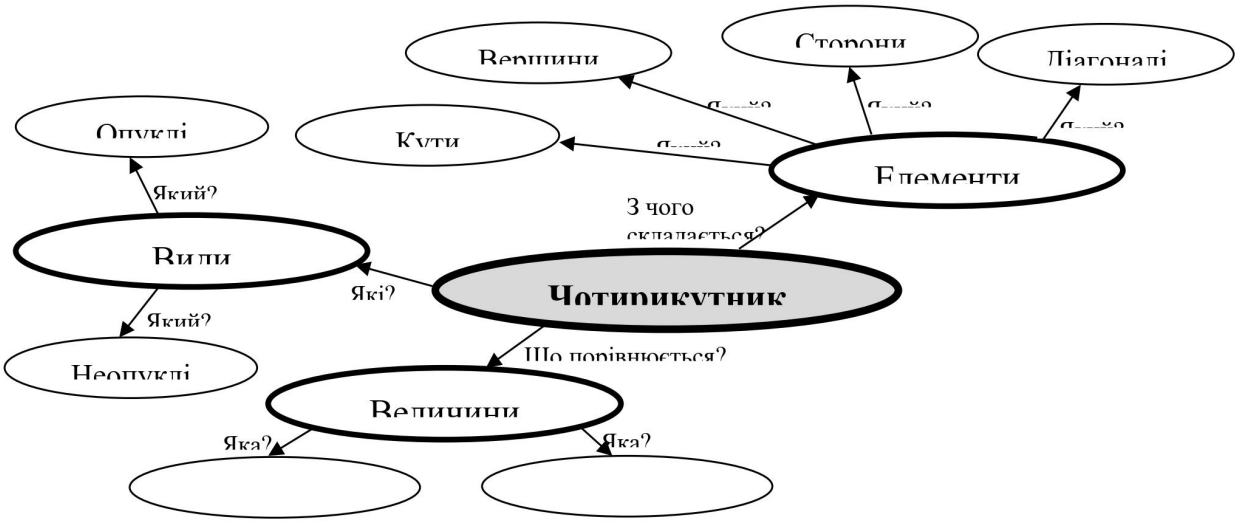


Рис. 1.59. Використання технології «Кластер»
на практичному занятті на тему «Чотирикутники»



Рис. 1.60. Використання технології «Кластер»
на практичному занятті на тему «Чотирикутники»

Як домашнє завдання можна запропонувати студентам побудувати кластер «Види чотирикутників». Технологію інтерактивного навчання «Кластер» можна використовувати з різних тем та предметів, а також підсумовуючи розв'язані задачі. Наприклад, під час вивчення теми «Піраміда» пропонуємо використати схему, що зображена на рисунку 1.61.

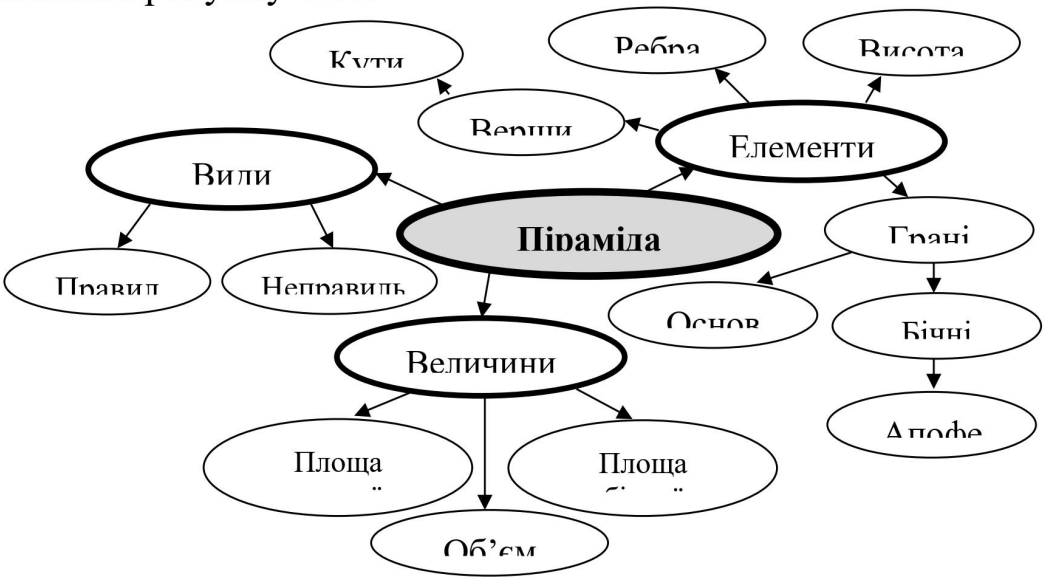


Рис. 1.61. Використання технології «Кластер»
на практичному занятті на тему «Піраміда»

2. Одним із найпоширеніших напрямів впровадження інтерактивного навчання є використання відповідних технологій у процесі набуття студентами предметних і фахових компетентностей. Вибір форми та технології інтерактивного навчання залежить від мети, виду навчального заняття, дисципліни, студентської аудиторії.

Якщо розглядати можливості впровадження інтерактивного навчання на практичному занятті з елементарної математики, то варто відмітити, що матеріал є частково відомим з шкільного курсу математики. Звідси випливає, що на заняттях з елементарної математики студенти поглиблюють, систематизують та узагальнюють навчальний матеріал. Розглянемо можливості впровадження елементів інтерактивного навчання студентів під час узагальнення та систематизації знань.

Технологію інтерактивного навчання «Ротаційні трійки» варто використати на другому занятті, адже діяльність студентів у цьому випадку є подібною до роботи в парах. Використання даної технології сприяє активному, ґрунтовному аналізу та обговорюванню завдання з метою його осмислення, закріплення та засвоєння.

Позитивно впливає на навчально-пізнавальну діяльність студентів і використання технологій, які передбачають роботу студентів у командах (в підгрупі знаходиться більше чотирьох людей, які повинні, взаємодіючи між собою, обрати один раціональний спосіб розв'язання завдання).

Інтерактивна форма «Акваріум» є однією з форм, яка сприяє ефективному набуттю студентами практичних навичок розв'язування задач. Наведемо приклад використання даної технології під час практичного заняття з елементарної математики на другому курсі на тему «Ірраціональні нерівності». На вивчення даної теми, відповідно до робочої програми, відводиться 4 години, тож ми вважаємо, що використовувати зазначену вище технологію потрібно на другому занятті, коли студенти вже пригадають основні методи розв'язування відповідних нерівностей. Розглянемо методичні особливості проведення технології «Акваріум».

Існують різні способи організації даної технології, проте ми пропонуємо застосовувати її таким чином, щоб забезпечити міжпредметні зв'язки елементарної математики і методики навчання математики. На практичному занятті викладач для всієї групи оголошує завдання. Розв'язати нерівність $\sqrt{x+2+2\sqrt{x+1}}-\sqrt{x+2-2\sqrt{x+1}}\geq 2$. Частину студентів потрібно (за бажанням) перед початком розв'язування розмістити таким чином, щоб їм було зручно спілкуватись між собою, обговорювати хід розв'язання нерівності. Необхідно повідомити студентам, що вони можуть спілкуватись між собою, кожен може запропонувати свій хід виконання даного завдання, але потім, порадившись один з одним вони мають обрати від команди один хід розв'язання завдання, який на їхню думку буде найбільш раціональним. З поміж себе студенти, що розміщені в акваріумі, мають обрати одну людину, яка буде доповідачем.

Доповідач повинен на дошці детально записати хід розв'язання нерівності, коментуючи кожен крок. Решта студентів розміщені в аудиторії таким чином, щоб їм було зручно спостерігати за тим, як студенти, що розміщені в акваріумі, розв'язують нерівність, проте ці студенти не мають права вступати в процес обговорення. Вони самостійно розв'язують його в себе в зошитах та порівнюють із результатами, що будуть представлені на дошці. Коли доповідач команди з акваріуму завершить роботу біля дошки, то студенти, що не розміщені в акваріумі, мають право вступати в обговорення та

коментувати хід розв'язування нерівності, що представлений на дошці.

Процес розв'язування нерівності командою, що розміщена в акваріумі, ми пропонуємо знімати на відео, для того, щоб іншій групі потоку представити відео на розгляд.

В іншій академічній групі роботу пропонуємо організувати так: на початку практичного заняття необхідно пояснити студентам правила роботи на парі. Спочатку вони мають переглянути відео, де команда, що розміщена в акваріумі, розв'язує ірраціональну нерівність. Студенти повинні уважно спостерігати за ходом розв'язування нерівності, який пропонує група з акваріуму. Після завершення перегляду відео, студенти отримують завдання: з'ясувати, чи є найраціональнішим запропонований спосіб розв'язання нерівності. Якщо так, то обґрунтувати відповідь, якщо ж ні, то запропонувати інший спосіб розв'язування завдання. Для того, щоб студенти могли відповісти на такі запитання, їм надається 7 – 10 хвилин для роздумів.

Така технологія інтерактивного навчання дуже корисна у процесі підготовки майбутнього вчителя математики, адже студентам необхідно багато логічних кроків робити усно, що позитивно впливає на творче мислення і сприяє інтелектуальному розвитку студентів.

Знятий у такий спосіб відеофільм можна демонструвати на заняттях з методики навчання математики, щоб студенти побачили як інтерактивну технологію «Акваріум» можна використати в школі, обговорювати позитивні та негативні її сторони.

Результати дослідження дають можливість стверджувати, що ефективно під час набуття студентами фахових компетентностей використання технології інтерактивного навчання «Коло ідей». Наведемо приклад використання даної технології на практичному занятті з елементарної математики для студентів першого курсу на тему «Ірраціональні вирази і їх перетворення». Цю технологію навчання можна організувати різними способами. Розглянемо два з них.

На дошці записано завдання і студентам відводиться кілька хвилин на роздуми щодо способів його раціонального розв'язання.

Завдання 1. Спростити вираз: $\dfrac{\left(\dfrac{\sqrt[4]{x^3y}-x}{\sqrt{x}-\sqrt{y}}+\dfrac{1}{\sqrt{x^{-1}}}\right)\cdot\left(\sqrt[4]{xy}+\sqrt{y}\right)}{x+y-\left(x\sqrt{x}+y\sqrt{y}\right)\cdot\left(\sqrt{x}+\sqrt{y}\right)^{-1}}$

Перший спосіб. Викладач пропонує у загальному вигляді без конкретних записів розкрити основні прийоми спрощення запропонованого виразу. Можливі пропозиції:

- Спочатку позбавитися від'ємних показників і звести всі корені до показника 4.
- Виконувати спрощення «по діях».

Студентам пропонується обрати один із запропонованих способів (або власний) і розв'язати завдання самостійно. Два студенти у цей час реалізують ці способи на зворотних частинах дошки. Після того, як завдання розв'язане переважною частиною студентів групи і на дошці, починається обговорення розв'язань. Студенти, які працювали на дошці сідають на свої місця, а до дошки запрошуються «опоненти». Їх завдання – перевірити правильність виконання, вказати на використання раціональних (чи нераціональних) прийомів, запропонувати (якщо можливо) кращий шлях.

Другий спосіб. На початку заняття викладач повідомляє студентам, що вони працюватимуть на занятті по-черзі, тобто кожен етап виконання завдання буде виконувати інша людина.

Викладач обирає студента, який розпочне процес розв'язування завдання. Обов'язково викладач повинен визначити порядок відповідей студентів. Наприклад, обирає одного студента, а той, давши відповідь, передає таке право іншому студенту, який сидить поруч, а він, в свою чергу, студенту який сидить поруч з ним (якщо такого немає, то тому студенту, який сидить позаду нього). Студент, має на дошці писати розв'язування завдання (аргументуючи його), доки викладач не зупинить його. Як тільки викладач зупинив відповідь студента, до дошки повинен вийти інший по-черзі студент і продовжити роботу над розв'язанням завдання. У випадку допущення студентом помилки, бажаючі можуть відразу вказати на неї.

Студент 1. Корінь парного степеня $\sqrt[2n]{x}$ існує тільки при $x \geq 0$, але оскільки $\sqrt{x}$ та $\sqrt{y}$ знаходиться в знаменнику, то виконаємо спрощення при $x > 0;\ y > 0,\ x \neq y.$

Студент 2. Розглянемо перший дріб у чисельнику загального дробу. Використовуючи властивості кореня отримаємо:

$$\frac{\sqrt[4]{x^3y} - x}{\sqrt{x} - \sqrt{y}} = \frac{\sqrt[4]{x^3y} - \sqrt[4]{x^4}}{\sqrt[4]{x^2} - \sqrt[4]{y^2}} = \frac{\sqrt[4]{x^3}\left(\sqrt[4]{y} - \sqrt[4]{x}\right)}{\left(\sqrt[4]{x} - \sqrt[4]{y}\right)\left(\sqrt[4]{x} + \sqrt[4]{y}\right)} = -\frac{\sqrt[4]{x^3}}{\sqrt[4]{x} + \sqrt[4]{y}};$$

Аргументуючи свою відповідь, студент повинен зазначити, що значення кореня із степеня невід'ємного числа не зміниться, якщо показник кореня і показник підкореневого виразу помножити (або

поділити) на одне і те саме натуральне число. Також, він повинен аргументувати, що коли виносив вираз $\sqrt[4]{x^3}$ за дужки, то використовував властивість добутку коренів, а знаменник $\sqrt[4]{x^2}-\sqrt[4]{y^2}$ розклав за формулами скороченого множення на добуток.

Викладач слідкуватиме за відповіддю студента, який розв'язує завдання біля дошки та за тим, як решта студентів сприймають матеріал. Якщо ж студент розв'язує завдання без пояснення, то викладачу варто задавати навідні питання. Зупинивши відповідь даного студента, роль доповідача переходить до наступного учасника інтерактивного навчання.

Студент 3. Підставимо отриманий вираз у чисельник дробу і спростимо його:

$$\left(-\frac{\sqrt[4]{x^3}}{\sqrt[4]{x}+\sqrt[4]{y}}+\frac{1}{\sqrt{x^{-1}}}\right)\cdot\left(\sqrt[4]{xy}+\sqrt{y}\right)=\left(-\frac{\sqrt[4]{x^3}}{\sqrt[4]{x}+\sqrt[4]{y}}+\sqrt{x}\right)\cdot\left(\sqrt[4]{xy}+\sqrt[4]{y^2}\right)=$$

$$=\left(-\frac{\sqrt[4]{x^3}}{\sqrt[4]{x}+\sqrt[4]{y}}+\sqrt[4]{x^2}\right)\cdot\sqrt[4]{y}\cdot\left(\sqrt[4]{x}+\sqrt[4]{y}\right)=\frac{\left(-\sqrt[4]{x^3}+\sqrt[4]{x^3}+\sqrt[4]{y}\cdot\sqrt[4]{x^2}\right)\cdot\sqrt[4]{y}\cdot\left(\sqrt[4]{x}+\sqrt[4]{y}\right)}{\sqrt[4]{x}+\sqrt[4]{y}}=$$

$$=\sqrt[4]{x^2}\cdot\sqrt[4]{y^2}=\sqrt{xy}$$

Викладач повинен простежити, щоб, аргументуючи свою відповідь, студент пояснив, які властивості арифметичного кореня він використовував при зведені виразу в дужках до спільного знаменника, як знаходиться добуток двох виразів із коренями тощо.

Перевага даної форми роботи полягає в тому, що студенти постійно перебувають в робочій атмосфері, адже, вони не знають коли викладач зупинить відповідь одногрупника, і чи не змінить почерговість відповідей студентів. Адже, за викладачем залишається право призначати нового доповідача, тоді наступність відповідей продовжується вже від новопризначеного студента.

Студент 4. Спростивши чисельник дробу, виконаємо спрощення знаменника дробу:

$$x+y-\left(x\sqrt{x}+y\sqrt{y}\right)\cdot\left(\sqrt{x}+\sqrt{y}\right)^{-1}=x+y-\frac{\sqrt{x^3}+\sqrt{y^3}}{\sqrt{x}+\sqrt{y}}=$$

$$=x+y-\frac{\left(\sqrt{x}+\sqrt{y}\right)\cdot\left(\sqrt{x^2}-\sqrt{xy}+\sqrt{y^2}\right)}{\sqrt{x}+\sqrt{y}}=x+y-x+\sqrt{xy}-y=\sqrt{xy}\,.$$

Студент повинен наголосити, що використовуючи властивість дробу, можна внести змінну під знак арифметичного кореня, а потім розкласти суму кубів на множники.

Викладач слідкує за позитивною атмосферою у студентській спільноті, за необхідності пояснити той чи інший етап розв'язування

завдання. По-закінченню спрощення знаменника, передати право розв'язувати завдання біля дошки іншому студенту.

Студент 5. Підставимо отримані вирази для чисельника та знаменника в дріб та отримаємо: $\frac{\sqrt{xy}}{\sqrt{xy}}=1$.

Завершивши спрощення виразу, викладач обов'язково має перевірити чи всім студентам зрозумілий хід розв'язування завдання. Після закінчення обговорення, запропонувати студентам виконати інші завдання, продовжуючи роботу за даною формою інтерактивного навчання. Наприклад, таке.

Завдання 2. Спростити вираз: $\frac{\left(\sqrt[5]{a^{-\frac{4}{3}}}\right)^{\frac{3}{2}}}{\left(\sqrt[5]{a^4}\right)^3}\cdot\frac{\left(\sqrt{a\cdot\sqrt[3]{a^2b}}\right)^4}{\left(\sqrt[4]{a\cdot\sqrt{b}}\right)^6}$.

Інтерактивна технологія «Спільний проект» є ще одним способом здійснення інтерактивного навчання, використання якої сприяє набуттю студентами практичних навичок. Розглянемо фрагмент практичного заняття з елементарної математики із використанням даної технології для студентів третього курсу на тему «Тіла обертання». Ми пропонуємо проводити таке заняття тоді, коли на попередньому занятті студенти вже розв'язували задачі на тіла обертання.

Робота проходитиме таким чином: студенти об'єднуються в три групи, кожна група отримує різне завдання, яке вони повинні виконати за 20 хвилин та презентувати його своїм одногрупникам з коментарями до виконання. Викладач представляє етапи роботи над задачами:

1) Описати побудову малюнку до задачі (зазначити на що потрібно особливо звернути увагу при здійсненні побудови).

2) Виписати опорні відомості (вказати ті математичні відомості, на які посилаються при розв'язуванні задачі).

3) Розв'язати задачу.

На дошці записані три задачі, які викладач розподіляє між групами:

1. Через вершину конуса проведено площину, що перетинає його основу по хорді, яку видно з вершини під кутом α, а з центра основи – під кутом β. Визначити бічну поверхню конуса, якщо відстань від центра його основи до середини твірної дорівнює d.

2. Висота циліндра 6 дм, радіус 5 дм. Кінці відрізка, довжиною 10 дм, лежать на колах обох основ. Знайти відстань між даним відрізком і віссю циліндра.

3. Сторони трикутника дорівнюють 15 см, 14 см та 13 см. Знайти відстань від площини трикутника до центра кулі, дотичної до сторін трикутника, якщо радіус кулі дорівнює 5 см.

Групи обговорюють завдання, з'ясовують раціональний спосіб розв'язування та обирають особу, яка повідомить розв'язування біля дошки. Після закінчення терміну студенти завершують розв'язування задачі, представник від кожної команди по черзі презентує результати роботи своєї групи.

Спочатку до дошки виходить студент від Команди I і розв'язує задачу 1:

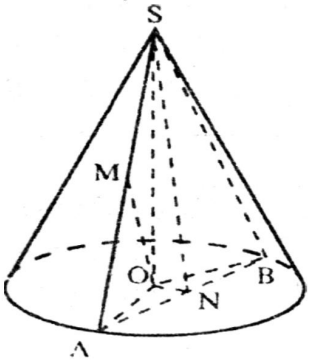


Рис. 1.62

Нехай перерізом конуса (Рис. 1.62) площиною є трикутник *SAB, SO* – висота конуса, точка *M* – середина твірної *SA*. За умовою $\angle ASB = \alpha,\ \angle AOB = \beta,\ OM = d$. Бічна поверхня конуса $S_б = \pi R l$, де $R = OA$ – радіус основи, $l = SA$ – довжина твірної. У прямокутному трикутнику *SOA* ($\angle O = 90°$) середина *M* гіпотенузи *SA* є центром описаного навколо трикутника кола. Тому $MS = MA = MO$, звідки $SA = 2 \cdot OM = 2d$. З вершини *S* проведемо перпендикуляр *SN* до хорди *AB*. За теоремою про три перпендикуляри, $ON \perp AB$. Оскільки $SA = SB$, то висота *SN* є бісектрисою і медіаною трикутника *ASB*.

Тому $\angle NSA = \frac{\alpha}{2}$ і *AN=NB*. Аналогічно $\angle NOA = \frac{\beta}{2}$.

З $\Delta SNA:\ NA = SA \cdot \sin\angle NSA = 2d \cdot \sin\frac{\alpha}{2}$. З $\Delta ONA:\ OA = \frac{NA}{\sin\angle NOA} = \frac{2d \cdot \sin(\alpha/2)}{\sin(\beta/2)}$.

Тоді $S_б = \pi \cdot OA \cdot SA = \pi \cdot \frac{2d \cdot \sin(\alpha/2)}{\sin(\beta/2)} \cdot 2d = \frac{4\pi \cdot d^2 \cdot \sin(\alpha/2)}{\sin(\alpha/2)}$.

Відповідь: $\frac{4\pi \cdot d^2 \cdot \sin(\alpha/2)}{\sin(\alpha/2)}$.

У цей час два студенти іншої групи на вільній частині дошки зображають малюнок до своєї задачі та виписують опорні факти.

Пояснення студента до побудови малюнка: Будуємо циліндр з центрами основ *O* і O_1. Проводимо пряму, яка перетинає циліндр, мимобіжну до осі циліндра. Точки, *M* та *N*, які належать даній прямій, лежать на колах обох основ. Проведемо площину *MAN* через пряму *MN*

паралельно до осі OO_1; тоді відстань від будь-якої точки осі OO_1 до проведеної площини буде шуканою. Покажемо, що $BO = CD$ і є шуканою відстаню.

$OO_1 \perp (ANO),\ (MAN) \perp (ANO),\ BO \perp AN$

(за властивістю медіани рівнобедреного трикутника ANO ($NO=AO=R$), проведеної до основи AN). $BO \perp (AMN)$ – за теоремою про пряму, що лежить в одній з перпендикулярних площин і перпендикулярна до лінії їх перетину. BO – шукана відстань. (Рис. 1.63)

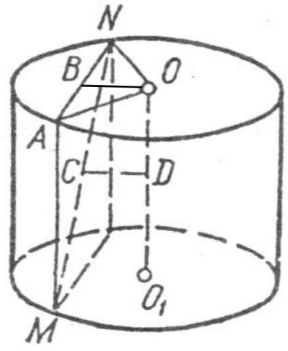


Рис. 1.63

Опорні факти:

1. Основи циліндра рівні і паралельні $OA = O_1M = R$.

2. Твірні циліндра паралельні і рівні $AM \| NK;\ AM = NK$.

3. Висота циліндра (відстань між площинами основ) дорівнює твірній $H_{цил.} = AM = OO_1$.

4. Переріз циліндра площиною, паралельною його осі: $(MANK) \| OO_1$, відповідно $(MAN) \| OO_1$, ΔMAN – прямокутній, оскільки $MANK$ – прямокутник, а AN – діагональ прямокутника.

До дошки виходить студент від Команди III і розв'язує задачу 3.

Під час виступу кожного учасника одногрупники можуть задавати запитання, якщо хід розв'язування задачі не зрозумілий.

Студенти під час пари записують розв'язування задач у зошит. Група об'єднується для підбиття підсумків.

Задача третьої групи: Сторони трикутника дорівнюють 15 см, 14 см та 13 см. Знайти відстань від площини трикутника до центра кулі, дотичної до сторін трикутника, якщо радіус кулі дорівнює 5 см.

Дано кулю $\boldsymbol{O}$ (Рис. 1.64) з радіусом $R = 5$ см і ΔABC, сторони якого дотикаються поверхні кулі і дорівнюють $AB=15$ *см*, $BC=14$ *см* і $AC=13$ *см*. Знайти віддаль від центра кулі до площини ΔABC.

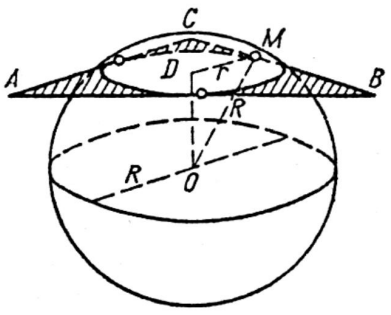


Рис. 1.64

Площина ΔABC перетне кулю $\boldsymbol{O}$ по кругу, вписаному в даний трикутник. Основа перпендикуляра OD, опущеного з центра кулі O на площину ΔABC, потрапляє до центра цього круга D.

Нехай $DM = r$ – радіус круга D, проведений в точку дотику сторони CB до поверхні кулі. Тоді з прямокутного ΔODM знаходимо $OD = \sqrt{OM^2 - DM^2}$.

Радіус кулі $R = OM = 5$ *см*. Радіус круга D, вписаного в даний трикутник, знайдемо за формулою $r = DM = \frac{S}{p}$, де S – площа, а p – півпериметр трикутника: $DM = \frac{\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{p} = \frac{\sqrt{21 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8}}{21} = 4$ (см).

Підставляючи знайдені значення у формулу для OD, знаходимо шукану відстань $OD = \sqrt{5^2 - 4^2} = 3$ (см).

Відповідь: 3 см.

Використання даної форми забезпечує здійснення міжпредметних зв'язків елементарної математики та методики навчання математики. Така організація навчальної діяльності забезпечує професійний розвиток особистості, а саме методичний, адже студенти навчаться організовувати роботу учнів над задачею.

Ефективним є використання ігор у навчальному процесі, що сприятиме розвитку уяви та навичок критичного мислення, застосуванню на практиці вміння розв'язувати проблеми.

Наведемо фрагмент практичного заняття з елементарної математики під час вивчення теми «Побудова графіків елементарних функцій методом геометричних перетворень» з використанням форми інтерактивного навчання «Громадське слухання» із застосуванням ППЗ GRAN-2D.

На початку заняття варто студентам задати декілька завдань. Наприклад, на екрані за допомогою проектора студентам відображають графік функції та повідомляють завдання.

Завдання 1: Перевірте, чи правильно зображено графік функції $y=\sin\left(\frac{x}{2}-\frac{\pi}{4}\right)$ на Рис. 1.65. Якщо так, то вкажіть алгоритм побудови, якщо ні, то вкажіть помилку.

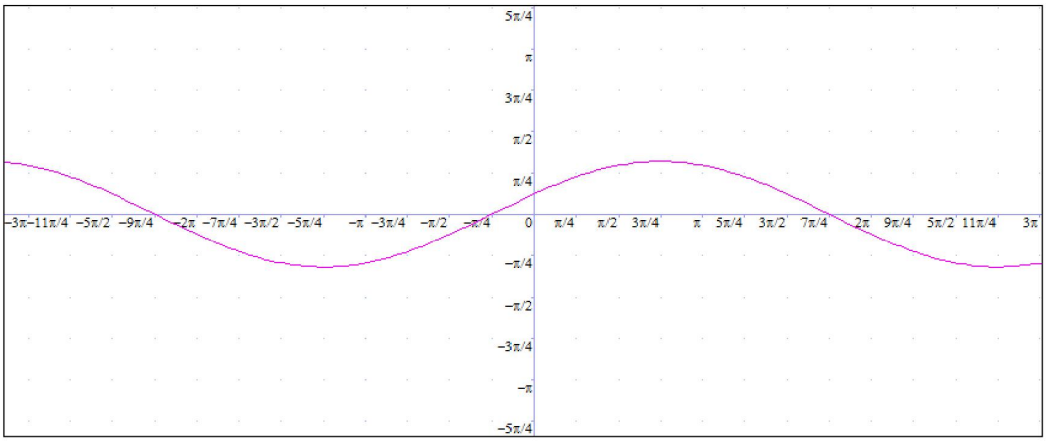


Рис. 1.65. Рисунок до завдання
на визначення правильності побудови графіка функції

Роботу над таким завданням пропонуємо організовувати або за допомогою індивідуальної, або ж за допомогою парної роботи. Студенти шукають помилки, будують свій алгоритм, а потім той студент, який перший готовий дати відповідь на запитання, повідомляє свій результат.

Завдання 2. Серед наведених на Рис. 1.66 графіків укажіть графік функції $y=\cos\left(\frac{x}{2}+\frac{\pi}{2}\right)$.

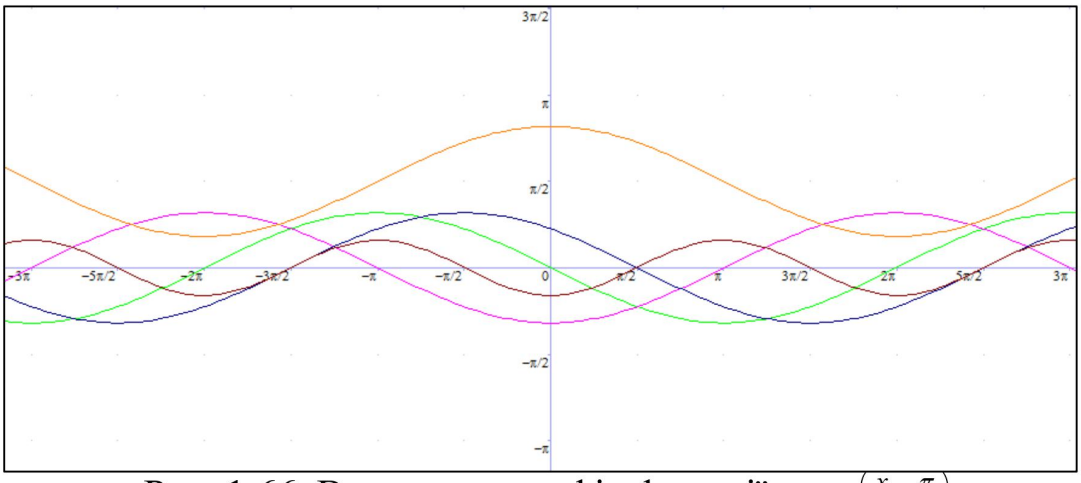


Рис. 1.66. Визначити графік функції $y=\cos\left(\frac{x}{2}+\frac{\pi}{2}\right)$

Ро),
пропонуємо організовувати або в індивідуальній, або в груповій формі.

Після того як студенти обговорять завдання, вкажуть правильну відповідь і обґрунтують її, то ми пропонуємо перейти до роботи за форму інтерактивного навчання «Громадське слухання».

На дошці записано завдання: Побудувати функцію $y = 2\sin\left(\frac{x}{2} - \frac{\pi}{6}\right) - 1$ методом геометричних перетворень та здійснити перевірку, використовуючи ППЗ GRAN-2D.

Студентам надається 3 – 5 хвилин для того, щоб ознайомитись із завданням, визначитись із ходом розв'язання. Викладач за власним бажанням, або ж за бажанням студентів, викликає одного студента до дошки для розв'язування завдання із коментарями. Решта студентів будуть громадськими спостерігачами. Завдання полягає в тому, що студент, який розв'язує завдання біля дошки, має спочатку скласти алгоритм побудови графіка функції, виконати побудову, а вже після того, як громадські спостерігачі висловляться стосовно правильності розв'язання даного завдання, студент має перевірити результат, використовуючи ППЗ GRAN-2D.

Студент біля дошки розв'язує завдання. Складає алгоритм побудови графіка функції $y = 2\sin\left(\frac{x}{2} - \frac{\pi}{6}\right) - 1$ методом геометричних перетворень:

1. Перетворимо задану функцію: $y = 2\sin\frac{1}{2}\left(x - \frac{\pi}{3}\right) - 1$.
2. Побудуємо графік функції $y = \sin x$.
3. Побудуємо графік функції $y = \sin\frac{1}{2}x$ $\left(T = \frac{2\pi}{\frac{1}{2}} = 4\pi\right)$ здійснюючи розтяг графіка $y = \sin x$ вздовж осі абсцис у 2 рази.
4. Побудуємо графік функції $y = 2\sin\frac{1}{2}x$ здійснюючи розтяг графіка $y = \sin\frac{1}{2}x$ по осі ординат в 2 рази.
5. Побудуємо графік функції $y = 2\sin\frac{1}{2}\left(x - \frac{\pi}{3}\right)$ паралельним перенесенням $y = 2\sin\frac{1}{2}x$ на $\frac{\pi}{3}$ вправо вздовж осі *Ox*.
6. Побудуємо графік функції $y = 2\sin\frac{1}{2}\left(x - \frac{\pi}{3}\right) - 1$ паралельним перенесенням $y = 2\sin\frac{1}{2}\left(x - \frac{\pi}{3}\right)$ на одиницю вниз.

Після завершення ходу розв'язування завдання викладач виносить питання на голосування: чи вважаємо результат розв'язання студента правильним, чи, можливо, варто внести певні корективи.

Якщо громадські спостерігачі згодні із ходом розв'язування завдання, то вони повинні піднімати руку, а якщо ж відповідь доповідача вони вважають неправильною, то піднімати руку не потрібно. В разі того, якщо думки громадських спостерігачів розподілились, то студенти мають аргументувати свою думку, довести, підтвердити або заперечити відповідь студента. Навіть якщо думки всіх громадських спостерігачів зійшлись із думками доповідача і мають правильний результат, то викладач за власним бажанням задає запитання по ходу виконання певних перетворень і перевіряє уважність студентів.

Після того як всі бажаючі висловились, студент, який відповідає біля дошки, має за допомогою програми GRAN-2D побудувати графік функції $y = 2\sin\left(\frac{x}{2} - \frac{\pi}{6}\right) - 1$. Виконавши всі необхідні дії, з'явиться таке зображення графіка (Рис. 1.67).

Після завершення обговорення першого завдання, обирається наступний студент для розв'язування другого завдання. Хід проходження інтерактивної форми зберігається.

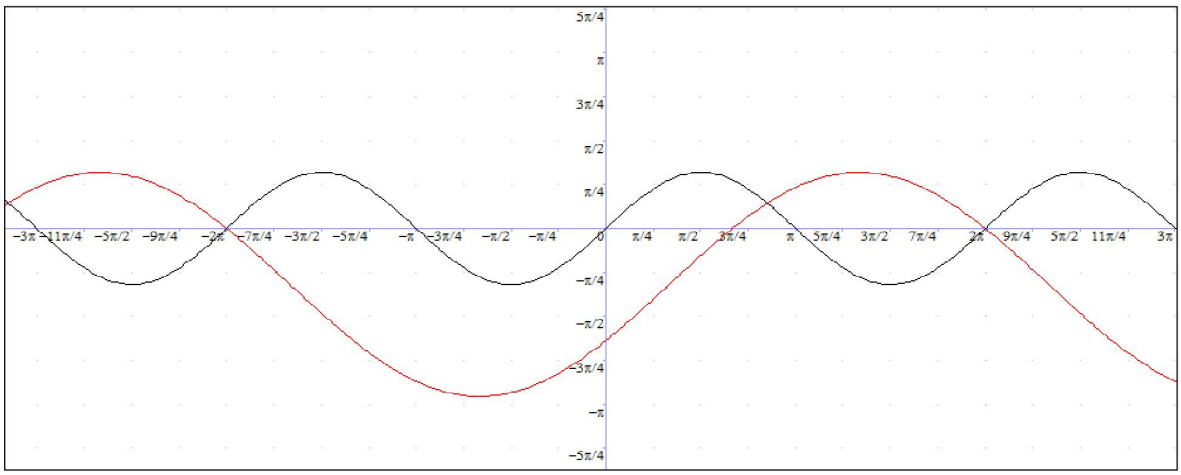


Рис. 1.67. Графік функції $y = 2\sin\left(\frac{x}{2} - \frac{\pi}{6}\right) - 1$

3. Ще одним напрямом впровадження інтерактивного навчання на практичних заняттях з математичних дисциплін є розвиток умінь самостійно здобувати нові знання і досвід. Проектні форми навчання

сприяють ефективній організації самостійної роботи студентів. Вимоги до навчальних проектів такі: наявність освітньої проблеми, складність і актуальність якої відповідає навчальним запитам студентів; дослідницький характер пошуку шляхів вирішення проблеми; структурування діяльності відповідно до класичних етапів проектування; моделювання умов для виявлення студентами навчальної проблеми; самодіяльний характер творчої діяльності студентів; практичне або теоретичне значення результату діяльності і готовність до впровадження; педагогічна цінність діяльності (які нові знання та навички здобули студенти в процесі здійснення проекту).

Наведемо приклад впровадження проектної форми під час вивчення дисципліни «Практикум розв'язування математичних задач». Вивчення даної дисципліни передбачає розв'язування завдань із тем шкільного курсу математики, проте розглядаються завдання підвищеного рівня складності. Ми пропонуємо студентам на індивідуальне навчально-дослідне завдання підготувати проекти. Для цього потрібно рівномірно розподілити студентів відповідно до тем, що вивчаються в даній дисципліні. Так, наприклад, під час вивчення модуля «Геометричні задачі в просторі» ми пропонуємо студентам підготувати проект «Комбінація геометричних тіл». Одним із завдань проекту є формування умінь зображати вписані та описані геометричні тіла. Студентів, які закріплені за даним модулем, розподіляють відповідно до можливих типів комбінацій, тобто:

1) Многогранник і многогранник (Призма вписана в піраміду, або піраміда, вписана в призму, та інші).

2) Многогранник і тіло обертання (Піраміда, вписана в конус, або конус, вписаний в піраміду; циліндр, вписаний в піраміду, або піраміда, вписана в циліндр, та інші; куля, вписана в піраміду, або піраміда, вписана в кулю; призма, вписана в кулю, або куля, вписана в призму, та інші).

3) Тіло обертання і тіло обертання (Куля вписана або описана навколо циліндра, конуса та інші).

Студенти повинні зобразити можливі комбінації (ми пропонуємо це робити на слайдах, щоб зручно було демонструвати на занятті), охарактеризувати дані комбінації, вказати на моменти, на які треба обов'язково звернути увагу при побудові, тощо. Оскільки навчальним планом під час вивчення цієї дисципліни лекцій не передбачено, то ми практичні заняття починаємо з того, що студенти, які готують проект за даною темою, представляють презентацію. Демонстрація такої

презентації допоможе студентам пригадати певні особливості теми, що вивчається на занятті (фрагмент презентації зображено на рисунку 1.68).



а) *б)*

в) *г)*

Рис. 1.68. Фрагмент проекту «Комбінації геометричних тіл»

Після показу презентацій переходимо до етапу розв'язування задач (їх підготували студенти, які розробляли проект). Наступним етапом заняття є розв'язування задач, які підготував викладач.

Такий вид діяльності допоможе студентам розвивати професійні якості вчителя, адже їм самостійно потрібно добирати задачі, будувати комбінації геометричних фігур, з'ясовувати, які помилки частіше допускаються учнями під час побудов (здійснити таке дослідження вони можуть під час проходження педагогічної практики та під час занять із учнями у рамках наукового гуртка «Методика розв'язування нестандартних задач у шкільному курсі математики»).

Для того, щоб оцінювання студентських проектів було прозорим, варто розмістити їх на платформі Moodle, або ж за допомогою інших хмарних технологій, куди вони зможуть завантажити свої роботи. Це

допоможе студентам переглядати роботи один одного, обговорювати, вказувати на певні неточності тощо.

Студенти після перегляду проекту, виставляють бали та залишають свої коментарі. На обговорення на практичному занятті викладач обирає дискусійні роботи, щоб детально розглянути ті моменти, які найбільше викликали запитань.

4. Одним із важливих етапів практичного заняття є контроль та перевірка якості засвоюваних знань, здійснення корекції та рефлексії.

Розглянемо можливі шляхи впровадження інтерактивного навчання на етапі перевірки домашнього завдання. Вибір форм інтерактивного навчання залежить від теми, яка вивчається студентами, та від виду домашнього завдання. Якщо домашнє завдання передбачало вивчення навчального матеріалу, то можна застосувати взаємоопитування студентів, об'єднавши їх у пари або трійки. Цей вид роботи навчить студентів формулювати та ставити запитання, порівнювати отримані відповіді із власними знаннями та визначати рівень правильності, за необхідності коригувати власні знання або доводити хибність суджень іншого студента, оцінювати рівень знань інших та аргументувати свою думку, брати на себе відповідальність за виставлену оцінку. До того ж викладач має змогу коригувати організацію взаємоопитування та надавати рекомендації щодо його методичної сторони.

Перевіряти домашнє завдання можна і за допомогою комп'ютера. Наприклад, можна перед практичним заняттям обрати кількох студентів, які повинні зробити фото виконаного завдання та за допомогою проектора відобразити його на екран. Студенти можуть порівняти виконане завдання із розв'язанням, за наявності помилок – знайти та пояснити їх, вказати інші можливі способи розв'язання даного завдання.

Оскільки сучасні студенти щоденно користуються всесвітньою мережею Інтернет, то ми вважаємо, що ефективним буде залучення даних засобів до перевірки домашнього завдання. Для цього потрібно запропонувати студентам зробити фото виконаного завдання та розіслати його на електронні пошти своїх одногрупників, або ж розмістити у соціальній мережі, або ж на платформі Moodle. Таке завдання для студентів не створюватиме особливих труднощів, оскільки зробити це вони зможуть навіть за допомогою своїх телефонів та планшетів. Якщо ж завдання буде розміщене у соціальній мережі чи на платформі Moodle, то у студентів навіть буде можливість

подискутувати щодо раціональності та ефективності виконаного завдання. Залучення мережі Інтернет дає змогу викладачу зекономити час на перевірку домашнього завдання, а на практичному занятті можна обговорити лише ті моменти, які найбільше викликали суперечностей. Аналогічно, можна здійснювати перевірку студентами й планів-конспектів уроків, розробок виховних та позакласних математичних заходів, презентацій тощо.

Розглянемо для прикладу практичне заняття з елементарної математики, присвячене розв'язуванню степенево-показникових рівнянь. Оскільки рівняння такого виду розглядаються у курсі алгебри і початків аналізу 11 класу (профільний і поглиблений рівні), то студенти мають добре зрозуміти сутність цих рівнянь і способи їх розв'язування.

Слід зауважити, що існує кілька підходів до розв'язування степенево-показникових рівнянь ([12, с. 179 – 180; 13, с. 241 – 245]). Наприклад, у підручнику [13] зазначається, що «у випадку степенево-показникового рівняння інколи можна отримати різні відповіді, використовуючи різні підходи до означення рівняння» і пропонується розв'язувати степенево-показникові рівняння у такий спосіб.

Якщо при розв'язуванні рівняння виду $(f(x))^{g(x)} = (f(x))^{\varphi(x)}$ з умови не випливає, що основа степеня $f(x) > 0$, доводиться розглядати три особливі випадки: основа $f(x)$ дорівнює –1, 0, 1 (зрозуміло, що в цих випадках степені $(f(x))^{g(x)} = (f(x))^{\varphi(x)}$ можуть бути рівними навіть тоді, коли показники $g(x)$ і $\varphi(x)$ різні), а потім прирівняти показники $(g(x) = \varphi(x))$. Якщо ж з умови випливає, що $f(x) > 0$, то розглядаємо тільки один особливий випадок – основа степеня дорівнює 1 ($f(x) = 1$ – і прирівнюємо показники степенів $(g(x) = \varphi(x))$).

При $f(x) > 0$ для розв'язування рівняння $(f(x))^{g(x)} = (f(x))^{\varphi(x)}$ можна про логарифмувати обидві його частини за будь-якою числовою основою, одержати рівносильне рівняння, у якому вже не доведеться розглядати особливий випадок – він буде врахований автоматично.

Під час розв'язування степенево-показникових рівнянь у кожному конкретному випадку слід уточнювати, які обмеження накладаються на область визначення заданих функцій, тобто на якій множині розглядається рівняння.

Розкриємо особливості використання інтерактивних форм для проведення фрагменту практичного заняття, що стосується розв'язування степенево-показникових рівнянь.

Вдома студенти самостійно мали ознайомитися з існуючими підходами до розв'язування таких рівнянь і розв'язати самостійно декілька з них. Щоб перевірити, чи правильно студенти розв'язали одне із запропонованих рівняннь ($(x-1)^{\sqrt{x+1}} = (x-1)^{\frac{x+1}{2}}$, якщо $x - 1 > 0$), використаємо для початку форму інтерактивного навчання «Ланцюжок».

Робота проходитиме поетапно. Спочатку викладач запитує одного студента про результат певного завдання, якщо відповідь неправильна, то починається опитування іншого студента. Студент, який назвав правильну відповідь, має право задати запитання про хід виконання даного завдання будь-якому іншому студенту і оцінити його відповідь, а той студент уже в свою чергу продовжує опитування. Схематично цей процес зображено на рисунку 1.69.

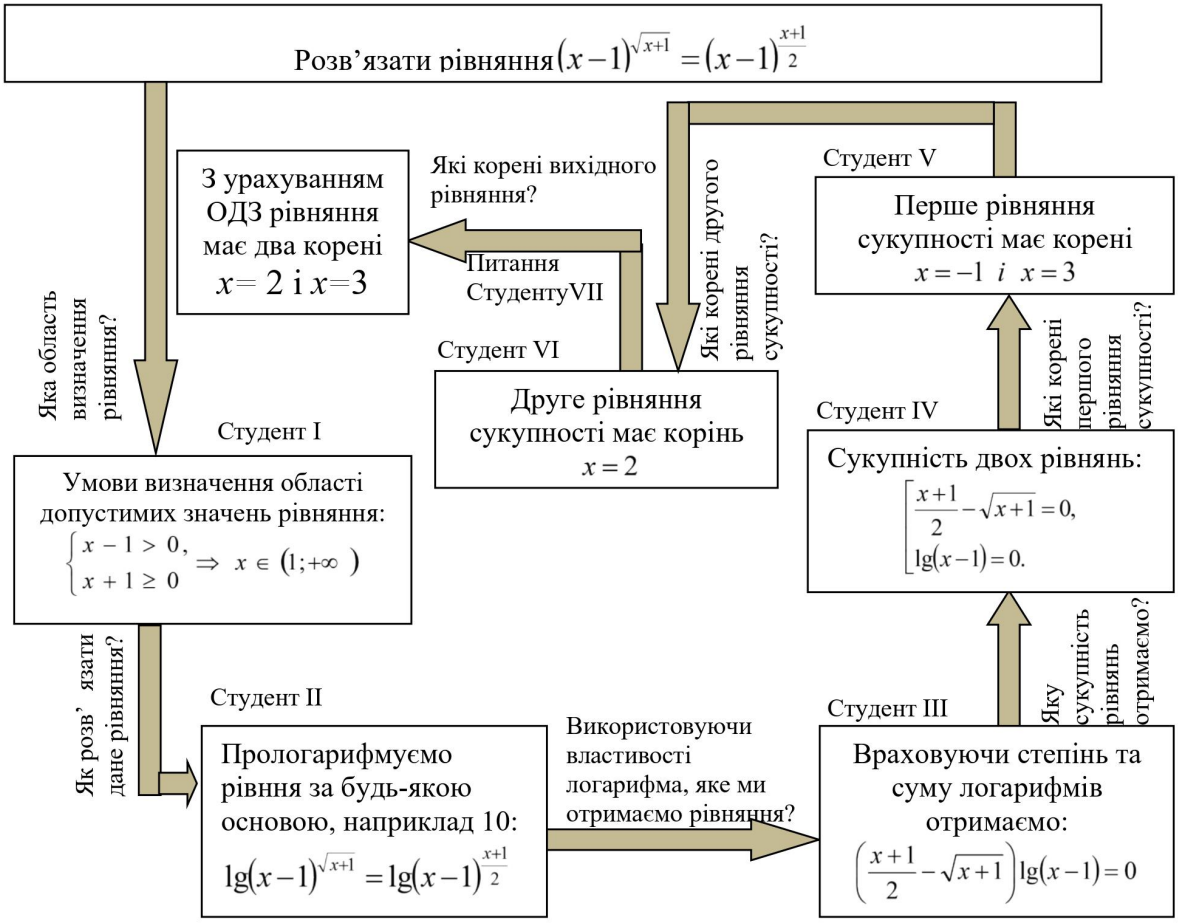


Рис. 1.69. Схема технології "Ланцюжок" для перевірки домашнього завдання

Після перевірки завдань у викладача є певна картина, тобто відразу видно студентів, які взагалі не виконали завдання, або ж допустили певні помилки. Викладач обирає одного або двох студенів, які

правильно виконали домашнє завдання, відповідальними за пояснення своїм одногрупникам виконання завдання в позааудиторний час. Таким чином, ми допоможемо деяким студентам побувати у ролі вчителя, згуртуємо колектив, а також зекономимо час для розв'язування нових завдань.

Далі варто розв'язати студентам це саме рівняння $(x-1)^{\sqrt{x+1}} = (x-1)^{\frac{x+1}{2}}$ за інших умов, а саме розглянути кожний з чотирьох випадків, а саме:

а) $f(x)=1$ (основа дорівнює одиниці);

б) $f(x)=-1$ (основа дорівнює -1);

в) $f(x)=0$ (основа дорівнює 0);

г) $g(x)=p(x)$ (основи рівні).

Далі необхідно використати технологію інтерактивного навчання «Командний пошук». Кожний випадок розглядає окрема група, представник якої записує отриманий корінь на дошці.

Варто наголосити студентам, що у шкільних підручниках, навчальних посібниках з математики наводяться різні підходи до розв'язування степенево-показникових рівнянь, і їм, як майбутнім вчителям, важливо вміти розв'язувати степенево-показникові рівняння кожним із них.

Результати дослідження підтвердили ефективність здійснення перевірки якості засвоюваних знань студентів використанням «експрес-контролю». За 10 – 15 хвилин до закінчення заняття роздати студентам завдання з теми попереднього заняття. Перевірку виконаних задач можна організувати по-різному, тобто роботи може перевірити сам викладач, або запропонувати студентам обмінятися завданнями. Таким чином студенти перевірятимуть виконання завдання один в одного, вчитимуться об'єктивно оцінювати роботи, знаходити помилки тощо. Тоді викладач оцінюватиме роботу кожного студента і за саме виконання завдання, і за вміння правильно оцінити роботу іншого студента.

Отже, використання технологій інтерактивного навчання на практичних заняттях у вищій школі активізує мислення всіх учасників педагогічного процесу, розвиває партнерські стосунки, підвищує результативність навчання не лише за рахунок збільшення обсягу навчального матеріалу, що передається, але й за рахунок глибини й швидкості її переробки, забезпечує високі результати виховання й навчання студентів, сприяє самовдосконаленню викладачів і майбутніх фахівців.

Ще одим напрям впровадження інтерактивного навчання в процесі позааудиторної роботи є проведення колоквіумів у нетрадиційній формі. Результати дослідження підтвердили ефективність проведення колоквіуму у вигляді перегонів.

Наведемо приклад такого колоквіуму з методики навчання математики після вивчення студентами модулю «Геометричні фігури і величини (планіметрія)». Ми пропонуємо бали, що за робочою програмою відведені на колоквіум, розділити на три частини (колоквіум проходитиме у три етапи, і кожен етап оцінюватиметься різною кількість балів).

Перший етап – знання фактичного теоретичного матеріалу з модуля «Геометричні фігури і величини (планіметрія)» (формулювання означення геометричних фігур та їх властивостей, геометричних величин, знання формул для їх обчислення; методи розв'язування задач на доведення, на обчислення, на побудову та інше). Кожній команді надається по три запитання, на які може дати відповідь будь-який представник команди. Групи делегують студентів, які відзначаються знанням фактичного матеріалу.

Другий етап колоквіуму – розв'язування практичних завдань. Кожному студенту роздається індивідуальна картка, яка містить два рівні середній та вищий. У кожному рівні одне практичне завдання, студент самостійно має обрати, який рівень він виконуватиме. Студент повинен подати розв'язування завдання з детальним поясненям. За виконання завдання, відповідно до обраного рівня, присвоюються бали, а також визначається середній бал кожної команди.

Заняття побудоване таким чином, що в процес роботи включені всі студенти без винятку. Кожен має можливість внести свій індивідуальний посильний вклад, оскільки на занятті відбувається активний обмін знаннями, думками, ідеями. Члени групи водночас є і взаємозалежними, і самостійними у засвоєнні навчального матеріалу. Якість індивідуальної роботи кожного студента впливає на якість роботи колективу групи. Мотивацією до дії в цьому випадку слугує почуття відповідальності перед колективом групи: студент усвідомлює, що від нього залежить результат роботи всієї групи, особливо від того, як він виконає індивідуальне завдання.

Третій етап колоквіуму – знання історичних відомостей з планіметрії, адже майбутнім вчителям математики необхідно знати історію математики. На першому етапі проведення колоквіуму студентів об'єднують в групи, а потім жеребкуванням визначають, яку

історичну довідку повинна підготувати та подати кожна з команд. Історичні довідки можуть бути різноманітними: біографічні відомості вчених, які розглядаються у шкільних підручниках з геометрії (наприклад Піфагор, Фалес та інші), історія формування певної проблеми, тощо. Заздалегідь студенти не знають, яку саме історичну довідку їм потрібно представляти. Це стимулює студентів до здобуття знань з історії математики. Студенти самостійно обирають з поміж себе студента, який презентуватиме історичну довідку, і тут зможуть активно проявити себе навіть ті студенти, які не мають високих досягнень у навчанні. По-закінченню виступу в роботу включаються групи-опоненти. Вони повідомляють факти, про які доповідач не сказав. Кожне слушне зауваження фіксується викладачем, оцінюється додатковими балами для групи в цілому і для окремих студентів, які повідомлятимуть додаткові факти.

Об'єднання студентів у підгрупи може бути трьох видів:

1) за власними бажаннями студентів;

2) за довільним або майже випадковим вибором (наприклад, перед початком заняття студенти із запропонованих викладачем різнокольорових карток із різними цифрами вибирають одну і далі об'єднуються у підгрупи залежно від кольору або цифри обраної картки);

3) за вибором викладача.

Кількість створених підгруп та їх наповненість не має бути великою: велика кількість підгруп призведе до неможливості спілкування між підгрупами, перенаповненість підгруп сприятиме прояву пасивності та самоусуненню студентів від виконання завдання.

2. Технології дослідницького навчання під час викладання математичних дисциплін

Однією з інноваційних технологій викладання є технологія дослідницького навчання. Навчання на основі дослідження, або дослідницьке навчання, прагне залучити студентів до справжнього наукового процесу відкриття. Дослідницьке навчання – освітня технологія, що використовує навчальне дослідження як головний засіб досягнення результату.

До основних характеристик, які вирізняють дослідницьке навчання відносять:

1) виділення в навчальному матеріалі проблем, які можуть передбачати неоднозначність у їх розв'язанні; спеціальне конструювання навчального процесу;

2) формування уміння висувати версії, гіпотези, обирати проблеми, формулювати їх;

3) розвиток уміння роботи з різними версіями на основі аналізу першоджерел – методики відбору матеріалу, порівняння та ін.;

4) робота з першоджерелами у розробленні версій;

5) удосконалення уміння аналізу відомостей, прийняття у процесі аналізу однієї з версій, висунутих раніше [10, С. 64-66].

Роль викладача в умовах дослідницького навчання полягає не в передаванні готових знань, умінь та навичок студентам, а в організації відповідного освітнього середовища, навчаючись у якому, студент спирається на особистий потенціал та у процесі навчальної діяльності і життєвої практики використовує знання, здобуті ним самим, а в подальшому зможе використовувати такі технології у майбутній професійній діяльності.

З педагогічної точки зору складний науковий процес поділяється на менші, логічно пов'язані одиниці, які спрямовують студентів та привертають увагу до важливих особливостей наукового мислення. Ці окремі одиниці називають етапами дослідження, а їх взаємопов'язаний набір формує дослідницький цикл. Навчальна література описує різні етапи та цикли дослідження.

Дослідницьке навчання (Inquiry Based Learning, IBL) покладено в основу проекту Go-Lab. Проект Go-Lab (Global Online Science Labs для дослідницького навчання в школі) робить доступними наукові он-лайн лабораторії, віддалені і віртуальні лабораторії для широкомасштабного використання в освіті. Його технічна основа – портал Go-Lab [15] – дозволяє учням та студентам проводити індивідуальні наукові експерименти в онлайн-лабораторії.

Базовий цикл дослідження Go-Lab, який включає в себе всі основні елементи, було запропоновано авторами [7, 8] на основі широкого огляду циклів дослідження, що описуються в літературі. Цей цикл складається з наступних етапів:

- Орієнтація (Orientation) – фокусується на заохоченні інтересу студента до предмету. На етапі орієнтації подаються основні поняття теми, а основним результатом є початковий огляд теми.

- Концептуалізація (Conceptualization) – це етап, на якому здобувач освіти зосереджується на одному або декількох конкретних

питаннях у вигляді одного або кількох дослідницьких питань (Questions) або гіпотез (Hypothesis).

- Дослідження (Investigation) – на даному етапі студенти проводять експеримент (Experimentation), який може включати вивчення поведінки онлайн-лабораторії, керуючись питанням або виконуючи цілеспрямовані експерименти, відповідно до створеної гіпотези. Результатом цього етапу є інтерпретація даних (Data interpretation).

- Висновок (Conclusion) – це етап, на якому студенти повертаються до своїх початкових дослідницьких питань або гіпотез і роблять висновок, чи відповідають вони результатам дослідження.

- Обговорення (Discussion) – це етап, що дозволяє обмінюватися процесом отримання знань та результатами з іншими, представляти та повідомляти результати та висновки, а також відображати власний процес дослідження.

Основною складовою екосистеми Go-Lab є портал Go-Lab. Серед його ресурсів можна знайти перелік онлайн-лабораторій (Labs) та вже розроблені іншими користувачами дослідницькі навчальні простори (Spaces). Джерелом частини віртуальних лабораторій, представлених на порталі Go-Lab, є портал Phet.Colorado [16].

Для організації повного циклу дослідницького навчання екосистема Go-Lab надає ще один інструмент – середовище Graasp. Будь-який учасник навчального процесу може безкоштовно зареєструватися в цьому середовищі та отримати доступ до створення власних дослідницьких навчальних просторів (Inquiry Learning Spaces, ILS) або імпортування ILS, що розроблені іншими користувачами, для подальшого використання. При створенні дослідницького навчального простору, новий ILS матиме 5 блоків , що відповідають етапам моделі дослідницького циклу, а також 4 блоки, які за замовчуванням не відображаються для здобувачів освіти, які працюватимуть з ILS.

Ми широко використовуємо портал Go-Lab і середовище Graasp у процесі підготовки майбутнього вчителя математики під час навчання таких дисциплін як елементарна математика, методика навчання математики, вибрані питання алгебри і геометрії тощо. Наведемо приклад організації дослідницького навчання з теми «Звичайні дроби» для учнів 5 класу [7, 8]. Даний ILS ми використовуємо під час занять з методики навчання математики, щоб навчити студентів використовувати технологію дослідницького навчання у процесі навчання математики.

Працюючи в цьому освітньому просторі учні навчаться порівнювати звичайні дроби, як правильні так і неправильні, мішані числа, а в експериментальній частині зможуть провести власне дослідження порівняння звичайних дробів та дійти висновку щодо правил їх порівняння.

Розпочинати роботу в даному ILS варто з короткої історичної довідки (а для допитливіших учнів додаткове відео), коротких навідних запитань. Перейшовши до другого етапу (Рис. 1.70), учні аналізуючи надані теоретичні відомості, дають відповіді на запитання, формулюють гіпотезу.

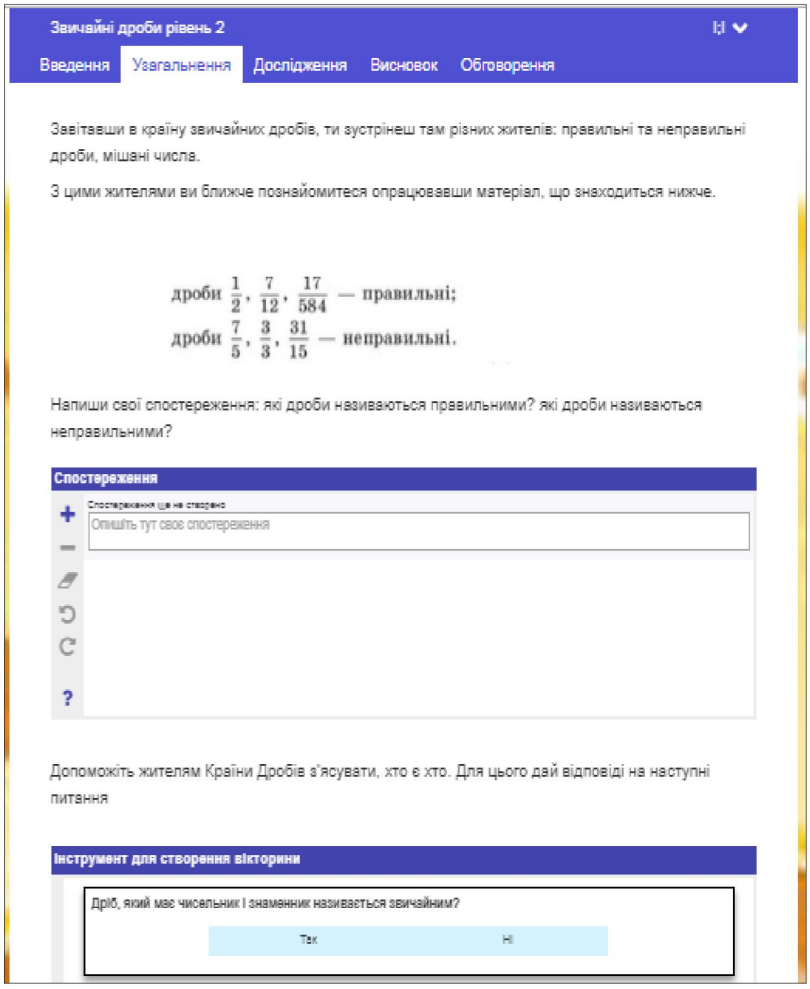


Рис. 1.70. Етап узагальнення в ILS «Звичайні дроби»

На етапі «Дослідження» (Рис. 1.71) здобувач освіти поринає у світ експерименту, порівнює дроби, нотує свої спостереження та робить висновки.

На етапах «Висновок» та «Обговорення» ми показуємо студентам як важливо навчити учнів робити висновок свого дослідження, вміти обґрунтувати свої думки, здійснити самооцінку своєї роботи тощо.

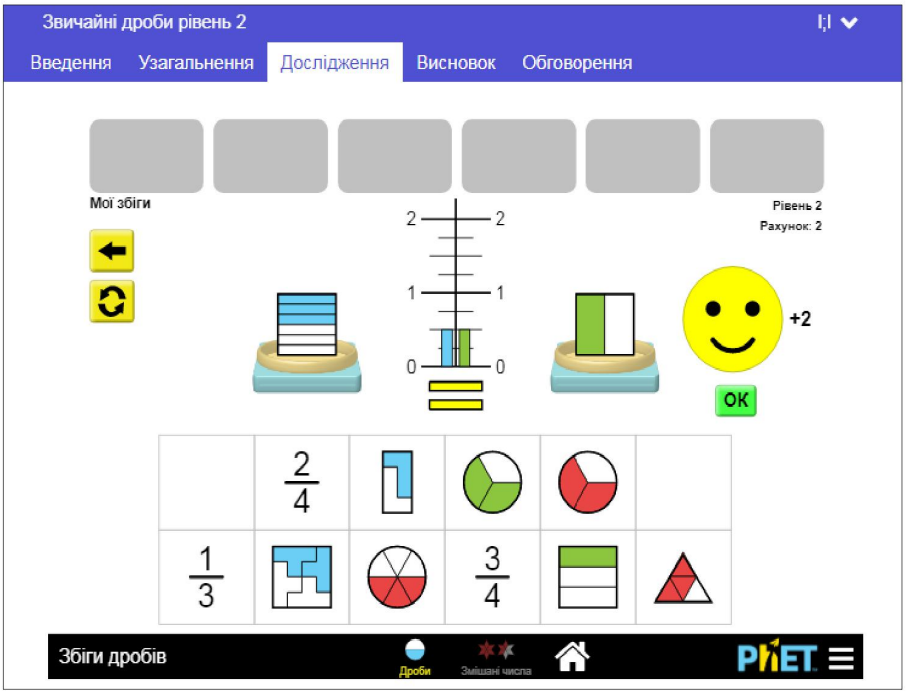


Рис. 1.71. Етап дослідження в ILS «Звичайні дроби»

Ще однією з інноваційних технологій навчання майбутніх вчителів математики, яка спрямована на розвиток у студентів навичок критичного та творчого мислення, самостійності та формування професійних навичок є технологія «мейкерство».

Мейкерство – явище доволі не нове, його приклади можна знайти і в далекому, і в недавньому минулому. Мейкер – це людина, яка щось створює, є творцем інтелектуального чи рукотворного продукту, виготовленого за власної ініціативи.

Сучасний вчитель математики має бути носієм конкретних нововведень, їх творцем. Саме тому, використання елементів мейкерства у методичній підготовці майбутнього вчителя математики сприяє формуванню вчителя–новатора, вчителя-практика, готового в подальшому впроваджувати елементи STEM-освіти в освітній процес з математики.

Завдання 1. 1) Побудуйте динамічну модель «Властивість дотичної до кола». 2) Доберіть самостійно кілька завдань, які можна запропонувати учням для розв’язування із використанням даного підручного засобу (моделі).

Матеріали: білий та кольоровий картон, звичайний білий папір А4, папки для файлів, з яких можна вирізати прозорі та пластикові деталі, канцелярський ніж, ножиці, клей ПВА, пензель, рибальська жилка для шарнірного закріплення рухомих деталей, маленькі ґудзички для

шарнірного закріплення рухомих деталей, що відіграють роль точок, фломастер, маркер.

Завдання 2. До однієї з тем шкільного курсу математики побудувати дизайнерський математичний годинник, з «перекладом» циферблату на математичну мову.

Матеріали: вінілова пластинка, картон, супер клей, фарби, пензлики, аркуші білого та кольорового паперу.

Використання технології творчого навчання у методичній підготовці майбутніх учителів математики сприяє, зокрема:

– розвитку творчого мислення та винахідницьких навичок студентів;

– розвитку уміння визначити навчально-пізнавальні проблеми так, щоб викликати інтерес до міркування, аналізу й порівняння відомих фактів, подій і явищ;

– стимулюванню до пошуку нових знань, відкриття проблем і нестандартних методів та способів розв'язання цих проблем;

– навчанню студентів застосовувати набуті вміння і навички у подальшій професійній діяльності;

– посиленню мотивації студентів доздійснення самостійних висновків та узагальнень.

Ще однією технологією дослідницького навчання є технологія «перевернуте навчання». Дана технологія є широко відомою моделлю змішаного навчання, яка дозволяє по іншому поглянути на організацію освітнього процесу. Використання даної технології передбачає попереднє самостійне опрацювання студентами навчального матеріалу поданого у вигляді опорного конспекту лекції або у вигляді слайдів, відео- і аудіоматеріалів. На занятті викладач переважно приділяє час для пояснення складних моментів, які найбільше викликали труднощі під час самостійного опрацювання навчального матеріалу, відповідає на запитання студентів по темі заняття, організовує обговорення вивченого матеріалу тощо.

У практиці закордонних педагогів зустрічаються такі види «Перевернутих класів»:

1. Типовий перевернутий клас (The Standard Inverted Classroom). Здобувачі освіти отримують домашнє завдання, яке передбачає перегляд відеолекцій, ознайомлення з матеріалами, що стосуються теми наступного заняття, під час якого на практиці застосовують отримані теоретичні знання, а викладачі мають додатковий час для індивідуальної роботи з кожним студентом.

2. Орієнтований на дискусію перевернутий клас (The Discussion-Oriented Flipped Classroom). Студенти отримують завдання переглянути певні відеоролики або матеріали інтернет-ресурсів. А викладач на занятті організовує обговорення отриманої інформації.

3. Сфокусований на демонстрації перевернутий клас (The Demonstration-Focused Flipped Classroom). Така форма буде ефективною для тих дисциплін, які вимагають демонстрації матеріалів, проведення наочних дослідів. Викладач демонструє необхідну діяльність, а студенти сприймають і аналізують її, а потім виконують певні дії у власному темпі – так, як їм зручно.

4. Псевдоперевернутий клас (The Faux-Flipped Classroom). Така модель дозволяє здобувачам освіти дивитися відео на уроці й після цього виконувати відповідні завдання. А викладач може бути впевнений, що всі студенти готові до виконання практичних завдань і, переходячи від студента до студента, надавати їм індивідуальні консультації.

5. Груповий перевернутий клас (The Group-Based Flipped Classroom). Ця модель спонукає здобувачів освіти вчитися один в одного, пояснювати одногрупникам відповіді, ефективні способи отримання інформації, проведення наукового дослідження тощо. Як її використати? Перед заняттям студенти мають за власним бажанням або за рекомендацією викладача об’єднатися в групи, ознайомитися з відповідними матеріалами. А на занятті працювати разом над певною науковою проблемою.

6. Віртуальний перевернутий клас (The Virtual Flipped Classroom). Можна організувати роботу студентів таким чином, щоб весь процес навчання відбувався дистанційно: викладач пропонує студенам матеріал для перегляду, видає практичні завдання, консультує онлайн, проводить тестування і виставляє підсумкові оцінки. Головне – розпочати вивчення відповідного матеріалу із самостійного опрацювання теорії, так, як це відбувається за принципами «Перевернутого класу».

7. «Перевернутий» викладач (Flipping The Teacher). Не обов’язково всю роботу має виконувати виклдач – готувати або шукати відеоматеріали, формувати практичні завдання, консультувати, перевіряти роботи. Певні види робіт можуть виконати студенти, а викладач стежитиме за тим, як буде організовано процес навчання, як буде представлена інформація, і надаватиме у разі необхідності допомогу.

Вибір виду «Перевернутого класу» залежить від теми заняття та індивідуальних особливостей здобувачів освіти.

Використання даної технології у фаховій підготовці майбутніх учителів математики сприяє вихованню у студентів самостійності, відповідальності, ініціативності, розвитку креативності, мобільності, професійної, комунікативної та цифрової компетентностей.

Наведемо приклад використання технології «перевернуте навчання» на практичному занятті з елементарної математики на тему «Цікавий світ функцій навколо нас». Схема заняття з усіма етапами подана на Рис. 1.72.

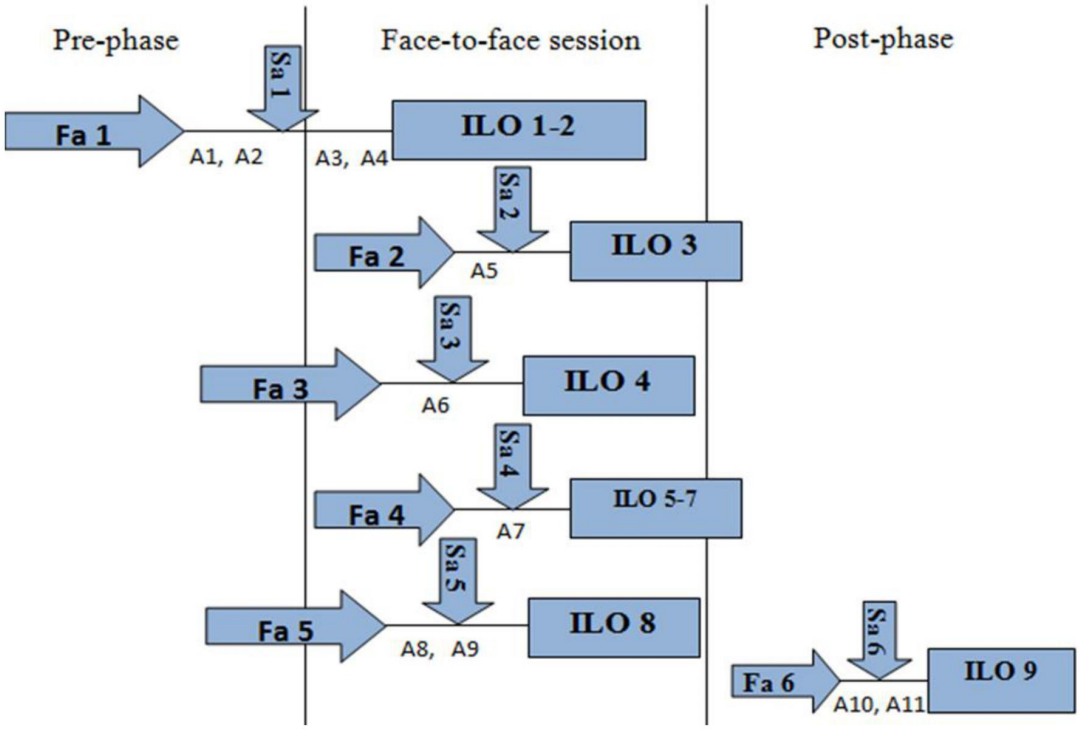


Рис. 1.72. Схема заняття за технологією «Перевернуте навчання»

Опишемо схему, де:

Formative Assessment (Fa) – формувальна оцінка.

Summative Assessment (Sa) – підсумкова оцінка.

Pre-phase – робота виконана перед заняттям.

Face-to-face session – робота один з одним під час заняття.

Post-phase – робота виконана після заняття

ILO (intended learning outcomes) – заплановані результати навчання.

FA 1: використовуючи систему MOODLE студенти розглядають матеріали (відео-, фотоматеріали, презентації, тощо), за допомогою форуму, обговорюють, діляться враженнями (ILO 1-2).

SA 1: Використання спільної віртуальної дошки, оцінка викладача (фронтальне опитування, експрес-опитування, тести on-line тощо).

FA 2: робота в групах (ILO 3)

SA 2: взаємооцінювання студентів

FA 3: розробка та презентація студентських презентацій (проекту) (ILO 4)

SA 3: самооцінювання студентів, взаємооцінювання студентів, оцінювання викладачем.

FA 4: індивідуальне і колективне виконання завдань (ILO 5-7)

SA 4: оцінювання викладачем

FA 5: перегляд відеоролика (ILO 8)

SA 5: загальне обговорення, оцінка викладачем відповідей

FA 6: виконання домашніх індивідуальних завдань і представлення отриманих результатів на MOODLE (ILO 9)

SA 6: загальне обговорення на MOODLE

FA 7: презентація готового проекту (ILO 10)

SA 7: взаємооцінювання і оцінка викладачем.

Pre-phace

ILO 1-2:

A1: перегляд студентами відео про види функцій і їх властивості;

A2: обговорення студентами дискусійних питань розміщених викладачем на форумі на цю тему

Face-to-face session

ILO 1-2:

A3: фронтальне опитування студентів з самостійно вивченого матеріалу (3-5 хв.)

A4: ліквідація прогалин (презентація теоретичного матеріалу) (7-10 хв.)

ILO 3:

A5: робота в парах з виконання завдань за готовими малюнками на визначення (10-15 хв.):

1) виду функції;

2) видів виконаних елементарних перетворень функції в загальному вигляді;

3) аналітичного запису функції представленої на малюнку;

4) властивостей заданої функції.

ILO 4:

A6: поділ викладачем студентів на групи для дослідження використання функцій і їх графіків в оточуючому середовищі (міні-проект «Світ функцій навколо нас») (10-15 хв.):

1) медицині;

2) архітектурі;

3) природі;

4) науці.

ILO 5-7:

A7: індивідуальне і колективне виконання завдань на (10-15 хв.):

1) побудову графіка функції, заданої аналітично в стандартному вигляді

2) найпростіші перетворення графіків елементарних функцій

3) визначення виду функції за заданим графіком

ILO 8:

A8: студенти переглядають відеоролик підготовлений викладачем, в якому наведені окремі приклади графіків функції в оточуючому середовищі (2-3 хв.)

A9: презентація результатів міні-проекту «Світ функцій навколо нас»

(13-17 хв.)

Post-phace:

ILO 9:

A10: розробити фрагмент уроку з вивчення видів функцій з обов'язковим включенням матеріалу отриманого при виконанні міні-проекту:

1) 7 клас

2) 8 клас

3) 9 клас

A11: розміщення розроблених фрагментів уроків на Moodle для загального обговорення

Відповідно до таксономії Блума, в результаті проведеного заняття було отримаємо такі очікувані результати навчання (ILO), які наведені в таблиці 3:

Таблиця 1.5

Очікувані результати навчання з теми «Цікавий світ функцій навколо нас» з використанням технології «перевернуте навчання»

Рівні	Очікувані результати навчання
Знання:	ILO 1: зміст поняття «функція», «графік функції»
	ILO 2: види елементарних функцій
Розуміння:	ILO 3: властивості елементарних функцій
	ILO 4: практичне використання функцій в повсякденному житті
Уміння:	ILO 5: виконувати побудову графіків елементарних функцій
	ILO 6: здійснювати елементарні перетворення графіків функцій
	ILO 7: за графіком визначити загальний вигляд функції
Аналіз	ILO 8: графіків функцій в навколишньому середовищі (природа, наука, архітектура, медицина і т. д.)
Синтез:	ILO 9: поєднувати і пристосовувати набутих знань і умінь у майбутній професійній діяльності
Оцінка:	ILO 10: якість виконання навчального проекту (в процесі самостійної пошукової роботи)

Приклад розробленого заняття в системі Moodle подано на рисунку 1.73.

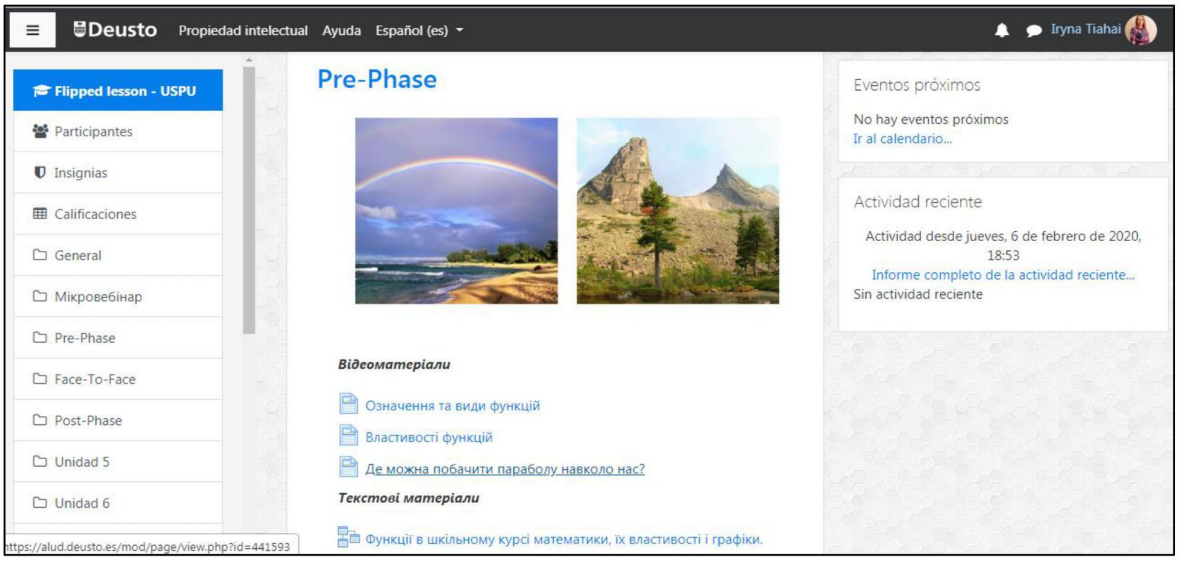


Рис. 1.73. Розроблене заняття
за технологією «Перевернуте навчання» в системі Moodle

Така форма роботи у вищій школі сприятиме формуванню у здобувачів освіти загальних та фахових компетентностей.

Однією з нових тенденцій розвитку освіти, є STEM – освіта, яка активно розвивається у Європі та США і є одним із інструментів підготовки фахівців майбутнього, котрі здатні креативно мислити та створювати інновації. Єдиного підходу до розуміння поняття «STEM-освіта» немає навіть там, де зародилася STEM-освіта – у США. Кожна країна визначає його самостійно. Загальним розумінням у світі є те, що така система освіти навчає підростаюче покоління жити у реальному швидкоплинному світі, який постійно змінюється, вміти реагувати на ці зміни, критично мислити, бути загально розвиненою творчою особистістю.

Працюючи за основними напрямками STEM-освіти це дозволить сформувати у здобувачів освіти найважливіші характеристики, які визначають компетентного фахівця:

- уміння побачити проблему;
- уміння побачити в проблемі якомога більше можливих сторін і зв'язків;
- уміння сформулювати дослідницьке запитання і шляхи його вирішення;
- гнучкість як уміння зрозуміти нову точку зору і стійкість у відстоюванні своєї позиції;
- оригінальність, відхід від шаблону;
- здатність до перегруповування ідей та зв'язків;
- здатність до абстрагування або аналізу;
- здатність до конкретизації або синтезу;
- відчуття гармонії в організації ідеї.

Велике значення грає практичне застосування отриманих знань. Здобувач освіти не просто знайомиться з новими напрямами розвитку точних наук та інженерії, а вчиться реалізовувати вивчене на практиці.

В Україні тематика STEM-освіти також набирає популярності. Навіть існує державна установа – Інститут модернізації змісту освіти, що зазначає важливість STEM освіти для України та працює над впровадженням даної методики в освітніх закладах.

Мета STEM-освіти – підготовка підростаючого покоління до навчання протягом усього життя і працевлаштування відповідно до вимог 21-го століття.

Основним завданням STEM-освіти є:

- формування найбільш затребуваних на ринку праці XXI ст. компетенцій і навичок:

- готовність до розв'язання складних (комплексних) практичних проблем, які виступають у вигляді суперечливої ситуації («знаю що, не знаю як»), тобто відомо, що потрібно отримати, але невідомо, як це зробити;
- проблема відрізняється від задачі тим, що не вона має однозначного розв'язання (має степінь невизначеності), успішне вирішення проблеми починається з правильної її постановки, продовжується аналізом, оцінкою, формування концепції для пошуку відповіді (рішення проблеми) з перевіркою і експериментальним підтвердженням;
- критичне мислення – уміння розуміти логічні зв'язки між ідеями, визначати, будувати й оцінювати аргументи, виявляти невідповідності і помилки в міркуванні (в тому числі й особистому), вирішувати проблему системно, визначати актуальність і важливість ідей, аргументувати власні судження і цінності, долучати необхідні джерела даних, робити висновки та ін.;
- креативність – готовність і здатність до творчості, яка виявляється як і в продуктах діяльності, так і у мисленні, спілкуванні, почуттях: цікавість до складних завдань, які можуть бути джерелом нового досвіду, самостійність поглядів та оцінок, непідлеглість стереотипам, відкритість до сприйняття нових ідей, дивергентність, рухливість, пластичність, оригінальність мислення;
- організаційні здібності – складна і важлива здатність, уміння організовувати взаємодію і керувати людьми, створювати позитивну мотивацію у колективі для досягнення максимальної продуктивності, що детермінує успіх у вирішенні поставлених задач;
- уміння працювати в команді – здатність до синхронізації й інтеграції діяльності членів групи для забезпечення найбільш ефективного використання наявних інтелектуальних і матеріальних ресурсів для досягнення поставлених цілей;
- емоційний інтелект – здатність ідентифікувати та управляти своїми власними емоціями та емоціями інших людей; в його основу покладено навички усвідомлення емоцій, готовність до їх використання у процесі розв'язання проблем і уміння керувати емоціями, що включає в себе регулювання своїх власних емоцій і підбадьорення або заспокоєння інших людей;
- оцінювання проблеми і прийняття рішення – здатність до визначення проблеми, множини можливих шляхів її вирішення, оцінювання витрат, «плюсів» і «мінусів», пов'язаних з кожним

варіантом, добір, реалізація обраного варіанту, оцінка впливу вирішення і зміни за необхідності дій;

- здатність до ефективної взаємодії, яка виявляється у емпатії до споживача продукту діяльності команди, уміння спілкуватися з різними людьми, створювати позитивний настрій, виявляти терпіння;
- уміння домовлятися – здатність до урегулювання існуючих розбіжностей, тобто досягнення компромісу або угоди без суперечок і конфліктів, на підставі принципів справедливості, взаємної вигоди і досягнення якнайкращого результату;
- когнітивна гнучкість – розумова здатність до швидкого переходу від однієї думки до іншої, одночасне розглядання конкретного об'єкта або складної проблеми в декількох аспектах, адаптація мислення, уваги у відповідь на зміну цілей діяльності чи завдань або появу нових зовнішніх чинників і ситуацій, розуміння й усвідомлення всіх можливих варіантів і альтернатив одночасно в тій чи іншій ситуації.

- різнобічний розвиток індивідуальності дитини на основі виявлення її задатків і здібностей у природничо різнобічний розвиток індивідуальності -математичній сфері, формування ціннісних орієнтацій, задоволення інтересів і потреб;
- становлення у підростаючого покоління цілісного наукового світогляду, загальнонаукової, загальнокультурної, технологічної, комунікативної і соціальної компетентностей на основі засвоєння системи знань про природу, людину, суспільство, виробництво, оволодіння засобами пізнавальної і практичної діяльності;
- формування соціально-компетентної особистості, здатної здійснювати самостійний вибір і приймати відповідальні рішення у різноманітних життєвих ситуаціях;
- виховання потреби і здатності до навчання упродовж усього життя, вироблення умінь практичного і творчого застосування здобутих знань;
- виховання в особистості любові до праці, забезпечення умов для її життєвого і професійного самовизначення, формування готовності до свідомого вибору і оволодіння майбутньою професією.

Сьогодні вчителі, зокрема, математики, працюють в умовах нової моделі освіти, реалізації концепції «Нова українська школа», запровадження нових підходів, зокрема STEM-освіти. Сьогодення вимагає від педагога працювати на майбутнє, випереджати свій час, що

передбачає удосконалення фахової майстерності, постійного аналізу педагогічної діяльності та внесення коректив відповідно до соціальних запитів протягом всієї професійної діяльності.

Цікавим є те, що по-перше, змінюється звична для нас форма викладання, під час STEAM-занять в центрі уваги знаходиться не викладач (вчитель), а практичне завдання, яке потрібно вирішити. Здобувачі освіти ж вчаться вирішувати це практичне завдання шляхом проб і помилок, а не вивчають «суху» теоретичну частину.

На відміну від класичної, в нашому розумінні, освіти, за STEM здобувачі освіи отримують набагато більше автономності. За рахунок такої автономності, вони вчиться бути самостійними, приймати власні рішення та брати за них відповідальність.

З метою інтеграції математики і природничих наук запропонована модель STEM-освіти. У цій моделі для успішного переходу від традиційної до інтегрованої моделі навчання зроблено акцент на важливості комплексного викладання знань, на взаємодії суб'єктів навчання. Ця модель передбачає системний підхід до вивчення природничо-математичних дисциплін і сприяє розвитку інновацій, реалізації творчого потенціалу особистості та її допрофесійної підготовки.

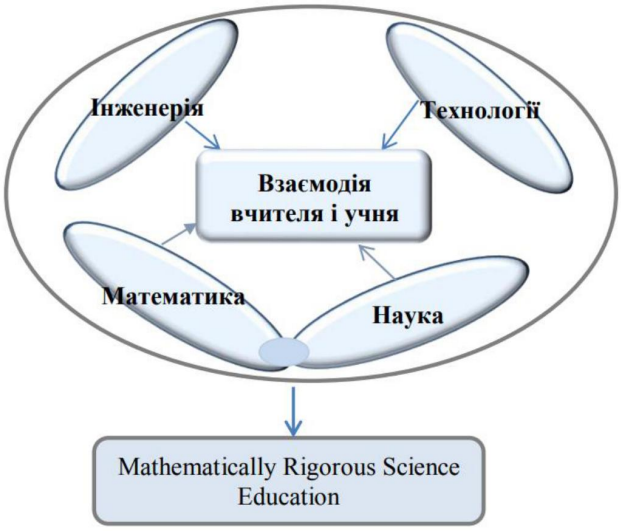


Рис. 1.74. Модель STEM-освіти з акцентом на математику та природничі науки

Дана модель пов'язує STEM-освіту з інтегрованим викладанням різних предметів. У той час як овальні форми STEM-складових орієнтовані на збереження унікальних характеристик у кожній STEM-

дисципліні, такі як глибокі знання, навички та вміння, стрілки з фігур представляють керовану взаємодію «вчитель – учень».

Отже, одним із важливих завдань, які стоять перед сучасним вчителем математики є модернізація процесу навчання шляхом забезпечення його творчого та дослідницького характеру з метою формування життєвих компетентностей учнів. Практичні методичні вміння майбутніх учителів математики мають стати інструментом побудови ефективної педагогічної взаємодії у процесі навчання учнів математики. Використання інноваційних технологій навчання в процесі методичної підготовки майбутніх учителів математики сприяє усвідомленню студентами необхідності створення та використання освітніх просторів, які повинні стати для учнів потужним інструментом розвитку критичного мислення, саморозкриття творчих здібностей, дослідницьких навичок, самопізнання.

3. Інформаційно-комунікаційні технології для оцінювання навчальних досягнень студентів з математичних дисциплін

Запровадження новітніх технологій у системі освіти зумовлює нові підходи в оцінюванні навчальних досягнень із будь-якої навчальної дисципліни, зокрема й з математичних. Серед основних форм контролю знань особливе місце займає поточний контроль, мета якого – відстежувати перебіг процесу навчання, отримувати інформацію про відповідність навчальних досягнень здобувачів освіти вимогам робочої та навчальної програм. Таке поточне оцінювання здійснюється на кожному занятті, відповідно до кредитно-модульної системи оцінювання, у різних формах. Тестування – один із найбільш об’єктивних методів перевірки рівня знань здобувачів освіти.

Тести можуть використовуватися на будь-якому етапі навчання. Одні з них покликані оцінити готовність студентів до засвоєння нового навчального курсу, інші допомагають виявити конкретні прогалини в знаннях здобувачів освіти і спланувати необхідну цілеспрямовану корекційну роботу, треті дають можливість прогнозувати подальший процес навчання та його результати.

Використання тестів дає можливість:

- здійснювати реальну індивідуалізацію та диференціацію навчання;
- вносити обґрунтовані зміни в процес навчання;
- достовірно оцінювати якість навчання й керувати ним.

Уміння складати грамотні тестові завдання необхідні кожному сучасному педагогу. У зв'язку із впровадженням в освітній процес ІКТ приділяється значна увага автоматизованому контролю знань учнів.

Впровадження комп'ютерного тестування дозволяє застосовувати такі основні типи тестів:

1. Тестові завдання з однією правильною відповіддю. Завдання такого формату складається з умови (запитання, незакінченого твердження) та 4-5 варіантів вибору, один з яких є правильним, а решта – дистрактори, функція яких полягає в тому, щоб збити з пантелику учасників тестування, які не впевнені у відповіді. У дистракторах моделюються типові помилки, яких припускаються здобувачі освіти при виконанні відповідних завдань. Якщо завдання має 4-5 варіантів відповідей, з яких лише одна є правильною, згідно зі статистикою, цю відповідь можна вгадати з імовірністю від 20 до 25 відсотків. Завдання з однією правильною відповіддю оцінюють переважно рівень знань від розрізнення до розуміння. Їх можна застосовувати не лише для перевірки знань теоретичного матеріалу, а й набуття найпростіших навичок.

2. Тестові завдання множинного вибору. За зовнішнім виглядом ці завдання схожі на попередній тип, проте вони передбачають вибір декількох правильних відповідей із запропонованих. У таких тестах кожен варіант відповіді повинен бути або абсолютно правильним, або абсолютно неправильним для того, щоб уникнути неоднозначності. Завдання з кількома правильними відповідями має умову (запитання або незакінчене твердження) та перелік варіантів вибору. Завдання з кількома правильними відповідями оцінюють переважно розуміння та застосування (навченість на рівні розуміння) знань.

3. Тести на встановлення відповідності (логічних пар) між елементами двох списків складаються зі спільного вступного запитання та чотирьох завдань, позначених буквами (або цифрами), до кожного з яких потрібно підібрати один варіант відповіді. Зазвичай такі завдання мають чотири основи та 5-6 варіантів до них, 1-2 з яких – дистрактори.

4. Тести на визначення правильної послідовності складаються зі вступного запитання та 4 варіантів відповідей, позначених буквами, які потрібно розташувати в правильній послідовності: першому варіанту відповіді належить цифра 1, другому – 2 і так далі. Суть запитання для його оцінювання вимагає підрахунку правильних

послідовностей, утворених учасником тестування. На множині відповідей завданням установлена послідовність їх виконання, при цьому будь-яка пара елементів вважається правильно впорядкованою, якщо послідовність виконання цих дій узгоджена із заданою.

5. Тести з короткою відповіддю, варіанти відповідей до яких можуть подаватися у вигляді чисел, букв, слів тощо. Завдання формулюються так, щоб вони мали єдину числову конкретну відповідь, яка записується в бланк десятковими дробами з позначеним місцем для коми. Оцінювання завдань цього типу зводиться до посимвольного порівняння рядка відповіді учасника тестування з рядком правильної відповіді. Такий підхід дає змогу автоматизувати оцінювання відповідей лише для найпростіших випадків: знакове дійсне число із заданою кількістю знаків після коми чи слово в правильному вигляді (наприклад, у називному відмінку) [6].

Тести дають змогу оперативно контролювати навченість здобувачів освіти, не потребують значних витрат часу і дають об'єктивні дані. Також тести можна розподілити за такими критеріями:

– альтернативні – вибір однієї правильної відповіді з двох запропонованих: «так» або «ні», «правильно» або «неправильно»;

– відповідностей – запис або позначення стрілками певних відношень, залежностей;

– виправлення помилок – виключення зайвого слова або неправильного позначення чи запису;

– вибіркових – вибір однієї правильної відповіді з 3-5 запропонованих у поставленому завданні [9].

Проте тести мають свої недоліки, оскільки викладачу не відомий хід міркувань студента, що приводить до відповіді. Не виключений випадок, коли здобувач освіти може навмання правильно поставити стрілку, виключити зайве слово чи вибрати відповідь.

На сьогодні існує чимала кількість тестових програм, що реалізують різноманітні методи тестового контролю знань на уроках математики, наприклад: GOOGLE-форми, Quizlet, TestMaker, EasyQuizzy, MyTestX тощо. Однак потрібно пам'ятати, що разом із використанням тестової форми контролю необхідно практикувати також і традиційні форми [2].

Застосування різних видів завдань у електронних тестах сприяє розвитку логічного мислення учнів, формує вміння співставляти, конкретизувати, виділяти суттєву інформацію щодо обраної теми, розвивати зорову пам'ять, уміння чітко і лаконічно формулювати

відповідь. Поточне тестування спонукає до систематичного вивчення матеріалу, дає можливість проаналізувати свої помилки, уникнути їх під час тематичного оцінювання.

Тести з автоматичною перевіркою дозволяють організувати швидке оцінювання рівня опанування навчального матеріалу студентами. Зазвичай тестові системи надають можливість створювати запитання різних типів (множинний вибір, текстова або числова відповідь, упорядкування, встановлення відповідності тощо). Часто є доступними бібліотеки готових запитань, які можна додати до власних сесій тестування, змінюючи їх у разі потреби [3].

Сьогодні широкого розповсюдження набуває не просто електронне тестування, а саме онлайн-тестування. У зв'язку із пандемією Covid-19 онлайн-тестування широко використовується під час дистанційного навчання, яке дозволяє навчати здобувачів освіти використовувати Інтернет не лише для розваг, а й для навчання.

Ефективність онлайн-тестування полягає в тому, що його студент може пройти вдома, а викладач – контролювати кількість перезапусків та результат; студент має можливість подумати і прийняти рішення, при цьому уникаючи можливості підглядати в результати інших студентів.

З-поміж сучасних освітніх технологій найбільш поширеними є комп'ютерно-інформаційні. Такі технології активізують заняття, рівень володіння знаннями стає значно вищим, а процес засвоєння набагато глибшим, що дає можливість викладачеві збільшити обсяг матеріалу та головне впроваджувати самостійну роботу студентів.

Одним із сучасних онлайн-інструментів, який викликає захоплення у здобувачів освіти незалежно від їх віку, є Kahoot!. Це навчальний сервіс, за допомогою якого можна проводити інтерактивні навчальні ігри: вікторини, обговорення, опитування тощо. Отримати доступ до нього можна через веббраузер або додаток Kahoot! у Google Play або App Store.

Доступ до платформи дає викладачу (вчителю) досить великі можливості:

- дозволяє залучати до тестування до 50 здобувачів освіти;
- питання можна створювати самостійно або використовувати вже готові з банку питань;
- можна включити функцію для автоматичного перемішування відповідей у питанні;

• для візуалізації питання можна користуватися банком зображень, додавати їх до запитань чи використовувати як відповіді;

• є можливість обмежувати час, що дається здобувачеві освіти для відповіді на питання;

• можна визначати кількість балів за кожну правильну відповідь;

• дозволяє дізнатися як відповідав на запитання кожен здобувач освіти, або будувати діаграми успішності академічної групи.

Безкоштовний доступ дає можливість створити лише два типи запитань: вікторина (quiz), тобто питання з «множинним вибором», коли здобувачу освіти пропонується декілька варіантів відповідей і він обирає один або кілька правильних, та «вірно-невірно» (true or false), коли здобувачу освіти пропонується два взаємовиключних варіанти відповіді

Пропонований сервіс дозволяє проводити тестування двома способами:

- віртуальний клас (virtual classroom) – тестування можна пройти разом із студентами під час офлайн занять. У цьому випадку питання та варіанти відповідей з'являються на екрані проектора або комп'ютера викладача, а відповідають студенти зі своїх мобільних телефонів або комп'ютерів;

- самостійне навчання (for self placed lerning) – студенти проходять тестування самостійно, питання та варіанти відповідей з'являються на екрані їхніх комп'ютерів чи смартфонів. Обравши цей спосіб, викладач має можливість встановити дату та період часу, протягом якого тестування буде відкритим.

Сервіс дає можливість скачати на диск Google чи на ПК файл із поіменними результатами у форматі Excel.

Ще одним онлайн-сервісом, який дозволяє створювати інтерактивні вправи є LearningApps.org. Даний сервіс є конструктором для розробки різноманітних завдань з різних предметних галузей для використання і на занятях, і у позааудиторний час.

В даному конструкторі існують різні варіанти інтерперетацій вправ: вікторини, вставити пропущені слова, кросворди, пазли, тести та ін. Іноді замість того, щоб завантажувати, пам'ять здобувача освіти значним обсягом знань, набагато важливіше буде навчити його знаходити, користуватися та застосовувати їх на практиці, саме тому важливо запропонувати студентам долучитися до створення власних вправ з подальшою демонстрацією їх своїм однокласникам та усім користувачам сервісу, адже ці навички згодом можуть знадобитися не

лише на заняттях математики, а й під час вивчення інших предметів, для розширення знань та простішого, більш цікавого запам'ятовування матеріалу [2].

LearningApps – онлайновий сервіс, який дозволяє створювати інтерактивні вправи. Він є конструктором для розробки різноманітних завдань з різних предметних галузей для використанням і на заняттях, і позааудиторний час.

Конструктор інтерактивних завдань LearningApps призначений для підтримки процесу навчання за допомогою інтерактивних модулів (вправ). При цьому створювати інтерактивні модулі за готовими шаблонами може як викладач, так і студент.

Перш ніж розпочинати створення власних інтерактивних завдань, реомендуємо переглянути колекції шаблонів, пропонованих сайтом, детальніше познайомитися з інтерфейсом та оцінити доцільність створення тієї чи іншої вправи. Для цього потрібно натиснути «Перегляд вправ», та обирати навчальний предмет і ознайомитися з роботами колег, які можливо вже створили вправи на даному сервісі: обираємо в полі «Категорія» необхідну предметну галузь (ці галузі вказують автори при створенні вправи)

Пошук потрібної вправи можна звузити за допомогою визначення рівня – від дошкільної освіти до післядипломної освіти за допомогою переміщення бігунка. А також пошук можна здійснювати і з допомогою відповідного поля (пошук можна здійснювати не лише за тематикою, а й за автором – в цьому разі відкриються всі вправи цього автора), що є досить зручним, адже класифікація відбувається декількома способами і можна обирати саме той, який буде необхідним в тій чи іншій моделі [9].

В середовищі пропонуються різні шаблони для створення вправ. Усі вправи поділено на категорії: Вибір, Розподіл, Послідовність, Заповнення, Онлайн-ігри та Інструменти. Розглянемо більш детально деякі вправи з відповідних категорій, які на нашу думку ефективно використовувати у процесі навчання математики.

1. Вправа «Вікторина». Дана вправа належить до розділу Вибір. Створення вікторин існує двох видів: з однією правильною відповіддю та з множинним вибором. В обох шаблонах присутня можливість вставки мультимедійного контенту: зображення, аудіоматеріалів та відеоматеріалів. Суть цієї вправи в тому, що учням послідовно задаються питання, на які передбачено єдину або кілька правильних відповідей. Існує режим, у якому перехід до наступного питання

відбуватиметься лише після правильної відповіді на попереднє. Питання та варіанти відповідей можуть містити різноманітні мультимедійні елементи.

Мета цієї вправи – за допомогою гри перевірити знання з певної теми.

2. Вправа «Класифікація». Дана вправа належить до розділу Розподіл. Суть цієї вправи в тому, що вчитель задає 2-4 групи, до яких потрібно віднести перелічені елементи. Екран ділиться на частини відповідно до визначених груп, і здобувачеві освіти потрібно перетягувати мультимедійні об’єкти у відповідні області екрану.

Мета цієї вправи – перевірити вміння здобувачів освіти віднести запропоновані ознаки, означення або приклади до двох (чи трьох) вказаних понять.

3. Вправа «Заповнити пропуски». Дана вправа належить до розділу Заповнення. Суть цієї вправи: здобувачам освіти дано означення, наприклад з теми «Подільність натуральних чисел», в яких є пропуски. Студентові потрібно вручну (з клавіатури) вписати правильні відповіді (Рис.1.75). Мета вправи: перевірити правильність запам’ятовування студентами правил з даної теми, та уважність введення відповідей.

Майбутнім учителям математики необхідно знати правила, тому їм буде корисно використовувати дані вправи як на заняттях, так і вдома для перевірки запам’ятовування інформації.

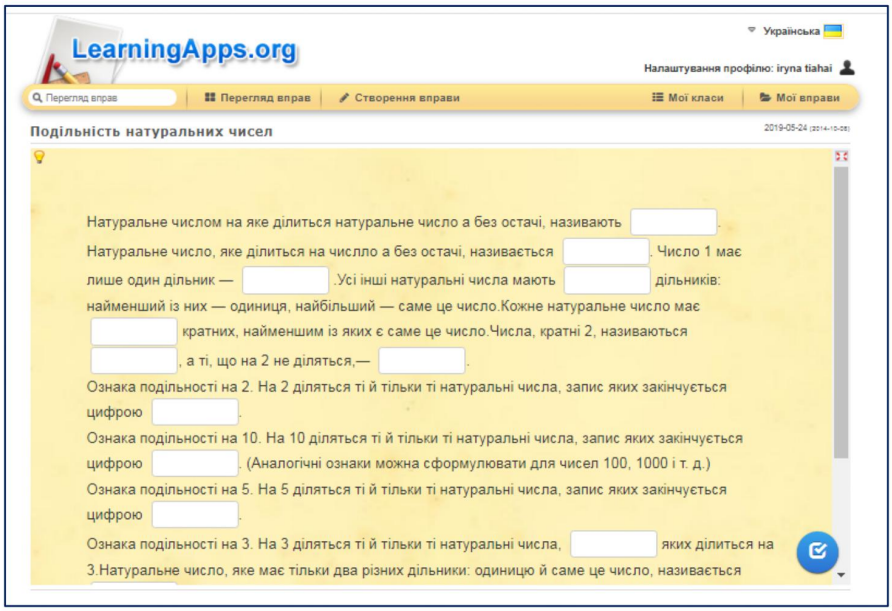


Рис. 1.75. Вправа «Заповнити пропуски» на сервісі LearningApps

Це далеко не весь перелік можливих вправ на сервісі LearningApps. Розглянувши деякі типи створення вправ, можна виокремити наступні переваги сервісу LearningApps:

– має дуже простий і зручний для користування інтерфейс;

– надає можливість працювати в ньому тією мовою, на якій здобувачеві освіти комфортно спілкуватися;

– можна створювати різні види інтерактивних вправ без будь-чиєї підказки, тому що всі підказки розміщені у всіх шаблонах вправ;

– перед тим як створити нову вправу, можна ознайомитися з прикладом і відразу ж побачити кінцевий результат;

– навіть без реєстрації можна користуватися вже створеними колегами вправами, тому що частина їх знаходяться в загальному доступі;

– сервіс має дуже приємний дизайн;

– наші дослідження показали, що на просторах Інтернету не так багато сервісів, які дозволяють створювати дидактичні матеріали рідною мовою.

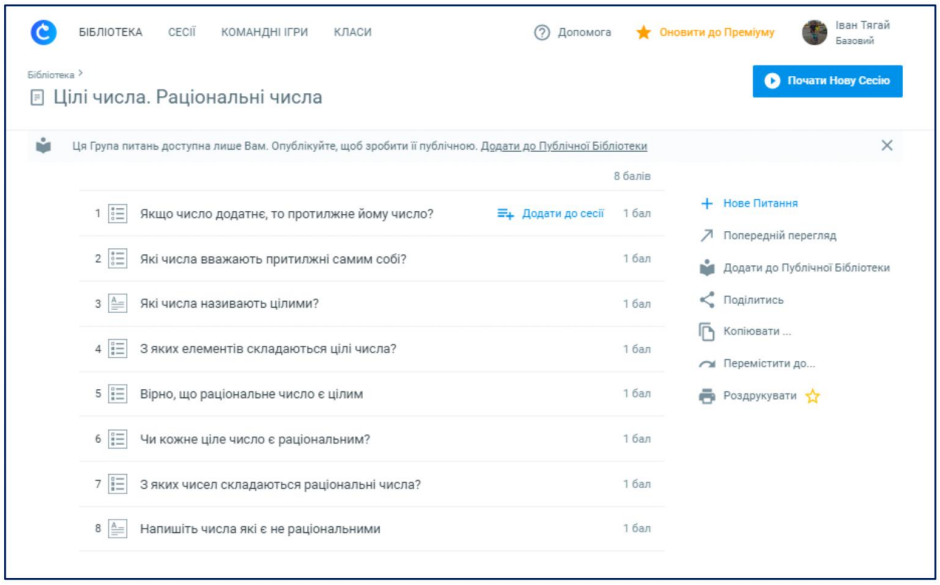


Рис. 1.76. Тестування на сервісі Classtime

Складності можуть виникати у випадку неякісного інтернет з’єднання. Середовище автоматично створює і QR-код, який також зручно використовувати як інтерактивний інструмент на заняттях, удома, в ході організації квестів тощо. Також ви можете надати статус вашої розробки: приватна вправа чи публічна. Із часом вправ накопичується достатня кількість. Аби систематизувати набір вправ,

які знаходяться у вашому «кабінеті», можна створювати папки і переміщувати в них відповідні вправи як на звичайному комп'ютері. Вправи на сайті подаються у зручному візуальному режимі сітки зображень [9].

Таким чином, використання можливостей сервісу LearningApps дозволяє різнобічно й цілеспрямовано формувати у здобувачів освіти освітні компетентності та більш ефективно досягати запланованих результатів завдяки включенню кожного студента в пізнавальну, творчу діяльність.

Ще одним цікавим онлайн-ресурсом для оцінювання навчальних досягнень студентів є Classtime. Classtime – це онлайн-помічник викладача (вчителя), що збагачує заняття миттєвою візуалізацією рівня розуміння та прогресу усієї групи в живому часі. За допомогою нього можна швидко перевіряти знання студентів, залучати їх до командної роботи, працювати над помилками тощо. Приклад проведення тестування в даному сервісі наведено на рисунку 1.76.

Особливістю даного сервісу є те, що можна спостерігати за активністю кожного учасника окремо, та за групою загалом. Приклад результатів тестування наведено на рисунку 1.77.

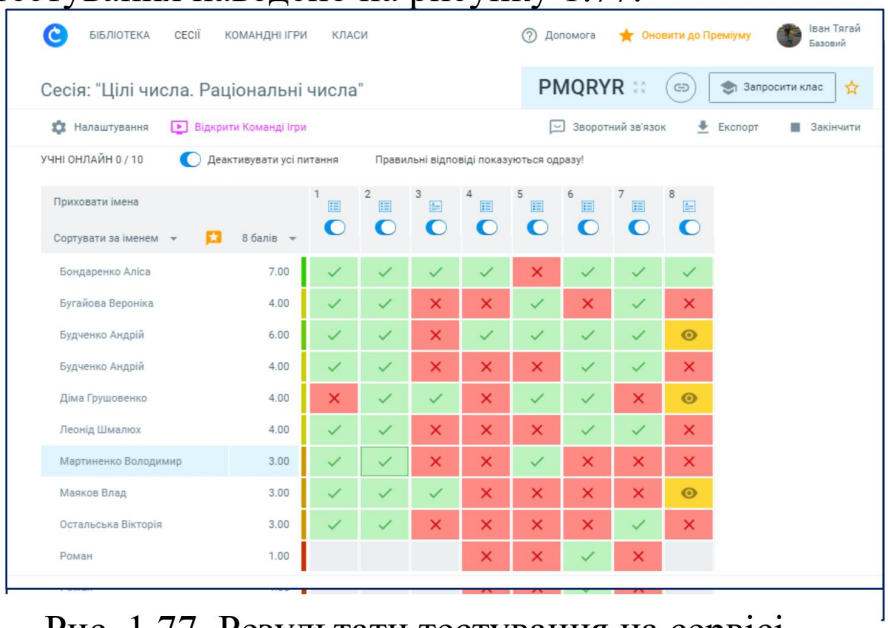


Рис. 1.77. Результати тестування на сервісі Classtime

Даний сервіс є зручним і під час дистанційного навчання, адже можна завантажити загальний звіт по всій групі, який можна переглянути та завантажити як PDF файл.

Також варто відзначити, що даний сервіс дозволяє додавати до питань картинки, відео, посилання, в сервісі є вбудований редактор

математичних формул LaTeX. Сервісі Classtime містить великий перелік видів тестування, а саме:

- Правда/Неправда;
- Встановити відповідність;
- Встановити відповідність (1+ відповідей в рядочку);
- Вибірка тексту;
- Обрати область;
- Кілька правильних відповідей;
- Одна правильна відповідь;
- Встановити порядок;
- Текст.

Однією з умов створення ефективного освітнього середовища в освітньому процесі є застосування Google-сервісів. Одним з найшвидших і простих способів створення тесту є використання Google-форми.

Google Forms – частина офісного інструментарію Google Drive. Один з найшвидших способів створити своє опитування або тест. Google Forms можуть використовуватися для проведення як контролюючого тестування, так і формувального.

Формувальні тести суттєво підвищують результати виконання контролюючих тестів. Цікавою можливістю є використання Google-форм для формувальних тестів, які можна проходити неодноразово, удосконалюючи та закріплюючи свої знання. Завдяки цьому значно підвищується успішність при виконанні завдань контролюючих тестів. Google-форми дозволяють пропонувати респонденту різні завдання в залежності від обраного варіанту відповіді на попереднє запитання. Завдяки цій можливості Google-форм на їх основі створюються інтерактивні веб-квести.

Основна робота з Google-формою полягає у додаванні питань. Крім питань, сервіс дає змогу додавати зображення та відео з Youtube, що є дуже зручним під час того, коли ми даємо якесь завдання в навчальному процесі для розуміння, можна знаходити відео-пояснення як готові, так і власноруч записувати, та надавати посилання на свій матеріал в якості пояснень.

Google-форми мають сторінку «Тести». Дуже важлива частина налаштувань. Увімкнувши оцінки, ви маєте можливість автоматизувати оцінювання тесту. Також можна налаштувати хід оцінювання, тобто показувати чи не показувати оцінку учневі одразу, можливо тільки після перевірки деяких запитань тесту вручну та

налаштувати ті елементи оцінювання, які він може бачити: визначати на які запитання дано неправильні відповіді, показувати правильні відповіді на запитання після виставлення оцінок, показувати загальну суму балів і бали отримані за кожне завдання. Розглянемо можливі типи запитань Google Forms:

- з короткими відповідями – дозволяє вводити слова у відповідь на запитання;
- абзац – дозволяє вводити речення;
- з варіантами відповіді – дозволяє здійснювати вибір одного з можливих варіантів або вводити свій варіант відповіді;
- прапорці – дозволяє здійснювати вибір декількох можливих варіантів і вводити свій варіант відповіді;
- спадний список – дозволяє здійснювати вибір одного з варіантів у випадаючому списку;
- завантаження файлу – дозволяє прикріпити файл з пристрою на якому проходять тест або обрати з хмари;
- лінійна шкала – дозволяє здійснювати оцінку пропонованого запитання у вибраній шкалі (максимально від 0 до 10). Можна також додати підписи значення кожної оцінки;
- таблиця з варіантами відповідей – таблиця, що складається з рядків і стовпців. Єдиному значенню рядка, можна поставити єдине значення стовпця;
- сітка прапорців – таблиця, що складається з рядків і стовпців. Одному значенню рядка, можна поставити у відповідність декілька значень стовпця і навпаки.

Також є можливість додати відгук до конкретного запитання, чи то до правильної відповіді, чи то до неправильної, щоб учень міг побачити свою помилку та розуміти правильність виконання завдання, а ще важливий момент, що можна не просто написати коментар текстом, а й додати посилання, наприклад, на якесь джерело або навіть прикріпити відео пояснення. Результати тестування автоматично зберігаються на «диску» в окремому файлі. Окрім табличних даних результати можна подавати у вигляді діаграм. Також можна переглянути відповіді як окремого респондента, так і динаміку відповідей по кожному запитанню.

Висновки

Сучасний розвиток суспільства і особистості висувають високі вимоги до організації процесу навчання взагалі та майбутніх учителів

математики зокрема. В умовах переходу до інформаційного суспільства, зміни освітньої парадигми, входження України у світовий освітній простір нагальною потребою стає створення такої педагогічної освіти, яка на основі національних надбань та європейських традицій забезпечує формування педагогічних працівників, здатних здійснювати професійну діяльність на інноваційних засадах. Освітня практика потребує розробки та обґрунтування нових педагогічних ідей. Ефективним шляхом оновлення системи підготовки майбутніх учителів є впровадження інноваційного навчання: співпраці та співтворчості суб'єктів навчання.

На часі є актуальною підготовка вчителів математики з високим творчим потенціалом, ініціативних і винахідливих, готових до постійного накопичення і оновлення знань та умінь, здатних творчо розв'язувати складні завдання, аналізувати, прогнозувати і моделювати результати власної професійної діяльності. Саме тому організація навчання майбутніх учителів математики потребує модернізації на основі активного впровадження інтерактивного навчання, дослідницького навчання, STEM-освіти, використання інформаційно-комунікаційних технологій тощо.

Модернізація системи освіти, необхідність створення якісного освітнього простору потребують пошуку та впровадження інновацій у навчанні фахових дисциплін у ЗВО. Впровадження інтерактивного та дослідницького навчання підвищує якість та ефективність освітнього процесу, а тому у сучасній педагогічній науці розглядається як одна з педагогічних інновацій. Ефективність інноваційного навчання математичних дисциплін майбутніх учителів математики забезпечується дотриманням таких педагогічних умов:

1) комплексне використання інноваційного навчання як за формами навчання студентів (аудиторна і позааудиторна), так і за етапами їх освітньої діяльності (актуалізація опорних знань і мотивація навчально-пізнавальної діяльності; набуття предметних і фахових компетентностей; розвиток самостійності у здобутті нових знань і досвіду; контроль та перевірка якості засвоєних знань, здійснення корекції та рефлексії).

2) готовність викладачів і студентів педагогічних університетів до інноваційного навчання предметів математичного циклу.

Ефективність інноваційного навчання математичних дисциплін майбутніх учителів математики забезпечується комплексним

використанням даного виду навчання під час різних форм організації освітнього процесу (аудиторних та позааудиторних) на різних етапах навчально-пізнавальної діяльності даних форм.

Одним із важливих завдань, які стоять перед сучасним вчителем математики є модернізація процесу навчання шляхом забезпечення його творчого та активного характеру з метою формування життєвих компетентностей учнів. Практичні методичні вміння майбутніх учителів математики мають стати інструментом побудови ефективної педагогічної взаємодії у процесі навчання учнів математики. Використання інноваційних технологій навчання в процесі методичної підготовки майбутніх учителів математики сприяє усвідомленню студентами необхідності створення та використання освітніх просторів, які повинні стати для учнів потужним інструментом розвитку критичного мислення, саморозкриття творчих здібностей, дослідницьких навичок, самопізнання.

Список використаних джерел

1. Алексюк А.М. Педагогіка вищої освіти України / А.М. Алексюк. – К. : Либідь. 1998. – 560 с.
2. Артемчук О. Р. Можливості використання мобільних додатків під час вивчення планіметрії в середній школі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cyberleninka.ru/article/n/mozhlivosti-vikoristannya-mobilnihdodatkiv-pid-chas-vivchennya-planimetriyi-v-seredniy-shkoli
3. Білоусова Л. Потенціал комп'ютерного тестування / Л. І. Білоусова // Вісник ТІМО. – 2008. – № 10. – С. 40–44.
4. Галушко Т. Є. Лекція у вищій школі [Текст] / Т. Є. Галушко. – К. : Вища школа, 1971. – 75 с.
5. Дроздова О. Інноваційні технології навчання в програмі підготовки майбутнього вчителя. URL: https://sno.udpu.edu.ua/index.php/naukovo-metodychna-robota/89-suchasni-tekhnolohiyi-rozvytku-profesiynoyi-maysternosti-maybutnikh-uchyteliv-25-zhovtnia-2018-r/157-innovatsijni-tekhnologiji-navchannya-v-programi-pidgotovki-majbutnogo-vchitelya
6. Захарченко Ю. О. Методичні рекомендації щодо підвищення якості створення та розв'язування тестових завдань / Ю. О. Захарійченко, О. В. Школьний // Математика в школі. – 2010. – № 3. – С. 11–18.

7. Звичайні дроби. URL: https://graasp.eu/spaces/5c879c33a1b2542059b1370c
8. Звичайні дроби. Рівень 2. URL: https://graasp.eu/spaces/5c8cc1dfd5b98461da96c03c.
9. Кирилецька Г. М. Роль і місце тестового опитування при діагностиці результатів навчання математики / Г. М. Кирилецька, Ю. Г. Гук. – Рівне, 2015. – 43 с.
10. Леонтович А. В. Концептуальные основания модели организации исследовательской деятельности учащихся. Школьные технологии. 2006., № 5. С. 63-71.
11. Мартинюк М. Т. Педагогічна практика: навч.-метод. посібник. Рекомендовано МОНМС України / М. Т. Мартинюк, О. В. Гнатюк, Т. Л.Годованюк, Н. М. Стеценко. – Умань : ПП Жовтий, 2011. – 176 с.
12. Мерзляк А.Г. Алгебраический тренажер: Пособие для школьников и абитуриентов / Под ред. А.Г. Мерзляк, В.Б. Полонський, М.С. Якір. – М. : Илекса, 2007. – 320 с.
13. Нелін Є.П. Алгебра 11 клас : підруч. для загальноосвіт. навч. закладів : академ. рівень, проф. рівень / Є.П. Нелін, О.Є. Долгова. – Х. : Гімназія, 2011. – 448 с. : іл.
14. Педагогіка вищої школи / За ред. З. Н. Курлянд. – Київ: Знання, 2005. – 399 с.
15. Портал Go-Lab. URL: https://www.golabz.eu
16. Потрал Phet.Colorado. URL: https://phet.colorado.edu
17. Працьовитий М. В. Екзамен з аналітичної геометрії (I семестр): для студентів математичних спеціальностей педагогічних вузів / М. В. Працьовитий. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2006. – 120 с.
18. Теорія і практика інтерактивного навчання математичних дисциплін : монографія / Ірина Тягай, Тетяна Махомета ; МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини. – Умань : Візаві, 2021. – 120 с.
19. Тягай І. М. Інтерактивне навчання у вищій школі : навчально-методичний посібник для організації самостійної роботи магістрантів / І. М. Тягай– Умань : ФОП Жовтий О. О., 2014. – 107 с.
20. Margus Pedaste, Mareo Mäeots, Leo A. Siiman, Ton De Jong at al. Phases of inquirybased learning: Definitions and the inquiry cycle. Educational Research Review, Volume 14, February 2015, P. 47-61. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X15000068

21. Ton De Jong. Innovations in STEM education: the Go-Lab federation of online labs // Smart Learning Environments. 2014. URL: https://slejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40561-014-0003-6

РОЗДІЛ 2
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН

Декарчук С. О.
старший викладач кафедри фізики та інтегративних технологій навчання природничих наук
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
dekarchukso@gmail.com
orcid.org/ 0000-0001-7589-203X

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ УЧНІВ ІЗ ДИДАКТИЧНИМИ МАТЕРІАЛАМИ ПІДРУЧНИКА З ФІЗИКИ ЗАСОБАМИ ЕЛЕКТРОННИХ ПОСІБНИКІВ

Анотація. *Даний розділ присвячено основним можливостям застосування е-посібника поряд із традиційним підручником, як дидактичну систему та висвітлено методичні аспекти впровадження електронних посібників у освітній процес з фізики в основній школі. Автор розкриває дидактичні можливості інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) як інструменту освітньої діяльності і принципово нового засобу навчання, що приводить до появи нових методів, засобів, організаційних форм навчання і контролю. Впровадження в освітній процес електронних освітніх ресурсів, зокрема, електронних посібників, сприяє розвитку самостійної, пошукової, освітньої діяльності учнів, підвищенню їхнього пізнавального і навчального інтересу до вивчення предмету зокрема фізики. Встановлено, що підтримка високоякісних, інноваційних методів навчання та викладання за допомогою електронних освітніх ресурсів в освіті набуває сьогодні особливого значення у зв'язку з глобальним процесом інформатизації суспільства. Як приклад наведено використання представлено методику організації продуктивної навчально-пізнавальної діяльності учнів під час роботи з окремими дидактичними матеріалами підручника з фізики на уроках різного типу з використанням електронного посібника.*

Ключові слова: *продуктивна навчально-пізнавальна діяльність учнів, дидактична функція підручника, електронний посібник, апарат організації засвоєння, активізація самостійної роботи учнів, інформаційно-комунікаційні технології, сучасний освітній процес, навчальна книга на друкованій основі.*

Пріоритетним напрямом розвитку України є перехід до інформаційного суспільства, що зумовлює необхідність інформатизації освітнього процесу закладів загальної середньої освіти. Одним із чинників модернізації системи освіти є розробка і впровадження нового покоління підручників, які поєднують сучасні досягнення психолого-педагогічної науки з дидактичними можливостями інформаційних технологій (ІТ). Освітній процес уже не може ефективно функціонувати без використання новітніх засобів навчання, які вносять суттєві зміни в його зміст, форми та методи.

Необхідно зазначити, що проблемі інформатизації освітнього процесу в психолого-педагогічній науці накопичено чималий практичний досвід розробки комп'ютерних засобів навчання, зокрема електронних посібників та підручників. Разом з тим, на даний час ще не вироблена єдина позиція щодо місця електронних засобів навчання у шкільній освіті. Такий підхід не сприяє розвитку електронних засобів навчання, які, на наш погляд, провідне місце серед яких повинні зайняти е-підручники та е-посібники.

Використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освітньому процесі відкриває широкі перспективи для поглиблення теоретичної бази знань учнів, посилення прикладної спрямованості навчання, розкриття творчого потенціалу усіх суб'єктів навчання, відповідно до їхніх запитів, здібностей. Одним з видів програмних засобів навчального призначення є електронні посібники. Вони створюються відповідно до діючих навчальних програм і можуть охоплювати як окремі розділи навчальних дисциплін, так і цілі навчальні курси. Крім того, електронний посібник має не тільки зберігати всі переваги друкованого аналогу, а й повною мірою використовувати можливості сучасних інформаційних технологій [1, 35].

Підручники завжди були і є в системі засобів навчання основним джерелом отримання нових знань. Видатний педагог Я. Коменський про підручник говорив: що він є найголовнішим засобом навчання з усієї системи засобів (навчання). Тому серед усього різноманіття

літератури підручник є першим і найважливішим джерелом знань для учнів, і його треба розглядати як один з основних компонентів навчального процесу.

Підручник висвітлює сучасний стан науки, забезпечує потреби національного виховання, практичне застосування теоретичних знань. Впровадження в освітній процес інформаційних технологій навчання спричинило появу нової генерації підручників (електронних посібників), що дало можливість підвищити якість навчання, започаткувати нові засоби виховного впливу, ефективніше взаємодіяти вчителям і учням. Упровадження електронних посібників у сферу освіти стало початком перетворення традиційних методів і технологій навчання учнів та усієї шкільної освіти.

Аналіз літературних джерел показав, що проблемі теорії та практики розробки і провадження електронних підручників (посібників) досліджували вчені, зокрема Л. Гризун, М. Бєляєв, В. Вимятін, С. Григор'єв, Ю. Древс, С. Сисоєва, О. Шмегера, О. Жосан.

Питання впровадження в освітній процес з різним аспектам організації і використання електронних підручників (посібників), висвітлені у працях дослідників: В. Волинський, О. Гриценчук, І. Кузбит, В. Мадзігон. Отже, на допомогу сучасній шкільній освіті прийшов новий вид навчальної літератури – електронне навчальне видання. [2] Відсутність, на даний час, єдиного стандарту до таких видань процес створення е-підручників (е-посібників) є досить непростим. Аналіз літературних джерел дозволяє зробити висновок, що е-посібник (е-підручник), незалежно від його змістового наповнення й типології, має відповідати певним вимогам: досягненню мети й завдань навчання; адаптації до індивідуальних особливостей суб'єктів навчання; проблемній подачі матеріалу завдань; спрямованості на інтенсивне керування процесом пізнання. Крім того, при впровадженні в освітній процес е-посібників враховувати такі чинники: ступінь відповідності інформаційного й технологічного забезпечення посібника навчальній програмі з певного предмета; позитивність впливу мотиваційних орієнтацій на формування в дітей знань і вмінь більш високого рівня; варіативність індивідуалізованих та диференційованих навчальних завдань; інтенсивність використання інноваційних методів навчання [3].

Отже, робота щодо розробки і впровадження е-підручників (е-посібників) в Україні ведеться. Однак зважаючи на відсутність спільного підходу до розроблення методики впровадження в освітній

процес закладів загальної середньої освіти сучасних електронних засобів навчання, досить повільними темпами.

1. Особливості розробки та впровадження електронних посібників з фізики для закладів загальної середньої освіти

Важко уявити сучасну освіту без використання інформаційних технологій. Це стосується і навчальної літератури, яка має бути доступною для всіх учасників освітнього процесу не тільки в традиційній формі (друковані видання), а й у електронному варіанті. Саме впровадження в освітній процес основної школи інтерактивних електронних посібників може вирішити проблеми, які на сьогодні стосуються шкіл, учнів, вчителів, а саме: модернізацію освіти, успішне впровадження інтегрованого навчання, повноцінний виклад матеріалу, різноманітність, ефективність засвоєння учнями навчального предмету.

Міністерством освіти і науки України з метою створення умов для впровадження у навчально-виховний процес загальноосвітніх та інших навчальних закладів сучасних інформаційно-комунікативних технологій, забезпечення їх електронними засобами розроблено ряд організаційних заходів для реалізації цієї проблеми.

Можливості інформаційно-комунікаційних технологій як інструменту освітньої діяльності і принципово нового засобу навчання приводить до появи нових методів, засобів, організаційних форм навчання і контролю [15]. Впровадження в освітній процес електронних освітніх ресурсів, зокрема, електронних посібників, сприяє розвитку самостійної, пошукової, освітньої діяльності учнів, підвищенню їхнього пізнавального і навчального інтересу до вивчення предмету зокрема фізики.

Проблема використання інформаційно-комунікаційних технологій навчання загалом та електронних підручників і посібників зокрема є досить актуальною у психолого-педагогічній науці. Впровадження інформаційних технологій в освіту суттєво вплинуло на систему засобів навчання, на співвідношення та взаємодію окремих компонентів цієї системи. Дослідженню різних аспектів інформатизації навчання присвячені праці багатьох дослідників.

Питання систематики комп’ютерно-орієнтованих засобів навчання, проектування інформаційних систем, психолого-педагогічні основи використання комп’ютерно-орієнтованих засобів навчання,

вплив інформаційних технологій навчання на особистість учнів розкрито в дослідженнях Ю. О. Жука, М. П. Шишкіна, І. І. Журавльової, Н. В. Журбенко, Н. Т. Задорожної, З. О. Зуєнко та ін.

Аспекти теоретичних і методичних принципів розробки і використання електронних видань розглядали у своїх роботах Агєєв В., Бочкарьов О., Красних О., Дацко Т., Зайцева Л., Щербаков В., Козлов О., Солодова Є., Холодов Є., Глазов Б., Ловцов Д., Михайлов С., Сухов А., Краснова Г., Беляєв М., Соловов О., Тищенко О., Щербаков В., Капустін Ю. та ін.

Питання, пов'язані із створенням та використанням електронних засобів навчання, зокрема електронних посібників, досліджувались такими науковцями, як: Агеєв В.Н., Биков В.Ю., Верлань А.Ф., Гуржій А.М., Жалдак М.І., Жук Ю.О., Лапінський В.В., Машбиць Ю.І., Підласий А.І., Раков С.А., Рамський Ю.С., Тищенко О.Б., Уваров А.Ю., Шишкіна М.П., Шут М.І. та ін.

Сутнісні характеристики електронних підручників, дидактичні аспекти їх упровадження в освітній процес розкривають Л. Білоусова, Н. Богданова, В. Вембер, Л. Гризун, Ю. Дорошенко, М. Жалдак, В. Лапінський, В. Мадзігон, Н. Морзе, Н. Тверезовська, Н. Фіголь.

Узагальнення досвіду використання електронних засобів навчального призначення та визначення критеріїв оцінювання якості електронних підручників здійснюють В. Дем'яненко, І. Воротникова, О. Геращенко, А. Кирилов, Н. Сливіна, С. Фомін та інші.

Отримані наукові результати є незаперечними, однак необхідно зазначити, що, на жаль, в Україні ще не існує затверджених на державному рівні вимог до електронних навчальних засобів, які б регламентували їхній зміст і структуру, а також дидактичні умови їхнього застосування у навчальному процесі. Дидактичні та методичні питання проектування і створення електронних посібників не розглядаються комплексно. Актуальними є проблеми розробки науково обґрунтованих педагогічних засад формування структури електронних посібників та їхнього використання у навчальному процесі, вимог до предметного наповнення та способів подання навчальних задач, визначення місця електронних посібників у навчальному процесі, створення методик їхнього використання за умов класно-урочної чи лекційно-семінарської системи навчання.

На даний час концептуальні засади електронного підручника або електронного посібника, їх розробка й упровадження перебувають на етапі становлення. Аналіз літератури показав, що дослідниками

пропонуються різноманітні варіанти визначення даного поняття та його основних ознак.

Так, Н. Кононець, вважає, що електронний підручник – це універсальний інтерактивний, гіпермедійний, методичний і дидактичний підручник, який містить широке коло питань з тем однієї дисципліни (або різних навчальних дисциплін), викладених у компактній формі гіпертекстового середовища, і призначений для використання у навчальному процесі. [4]

К. Бугайчук розглядає електронний підручник як навчальне електронне видання із систематизованим викладом дисципліни (її розділу, частини), у якому рівнозначно і взаємопов'язано за допомогою відповідних програмних засобів існує текстова, звукова, графічна та інша інформація, що забезпечує безперервність і повноту дидактичного циклу процесу навчання, служить для групового, індивідуального або індивідуалізованого навчання, відповідає навчальній програмі й призначене для використання у навчальному процесі. [5]

За визначенням В. Волинського, електронний підручник, являє собою нормативно-автономний засіб навчання, створений на базі експериментального або чинного традиційного підручника, але з розширеними змістовими, операційно-діяльнісними, інформаційними можливостями унаочнення та пояснення явищ і процесів, керівництва навчальною діяльністю користувача у процесі самонавчання. Основне призначення електронного підручника полягає в активізації процесу навчання у процесі вивчення, повторення, узагальнення, систематизації знань, формування умінь і навичок, застосування їх у практичній діяльності. [6]

В. Мадзігон вважає що електронний підручник, це: «програмно-інформаційна система, яка складається із програм для ЕОМ, що реалізують сценарії навчальної діяльності, і певним чином підготовлених знань (структурованої інформації і системи вправ для її осмислення й закріплення)»; «гіпертекстовий документ за формою подання і традиційний підручник за своїм змістом»; «електронний навчальний курс, який містить систематичний виклад навчальної дисципліни чи її розділу, відповідає державному стандарту і навчальній програмі й офіційно затверджений як даний вид видання". [7]

В своїх дослідженнях С. Раков зазначає, що для забезпечення ефективності навчання з використанням е-підручників вони повинні

втілювати кращі сторони традиційних засобів і реалізовувати нові якості та функції, серед яких:

• гіпертекстовість – можливість перегляду навчального матеріалу за гіперпосиланнями (асоціативними зв'язками, змістом, індексним покажчиком);

• мультимедійність – здатність використання засобів мультимедіа (графіка, звук, анімація, відео тощо) для більш ефективного подання навчального матеріалу;

• інтегрованість – електронні посібники включають не лише навчальні матеріали, а й запитання, тести для самоконтролю та контролю, гіперпосилання на іншу навчальну і довідкову літературу;

• конструктивність – навчальні курси на основі інформаційно-комунікаційних технологій можуть бути побудовані за принципами конструктивізму в навчанні, згідно з якими навчання реалізується через конструювання когнітивних (уявних) моделей через експерименти з реальністю або її комп'ютерними моделями, які побудовані за допомогою фахових пакетів або спеціалізованих діяльнісних середовищ;

• інтерактивність – можливість забезпечення зворотного зв'язку, яка забезпечує керованість процесу навчання. [8]

Ілійчук Л. вважає, що електронні підручники можна класифікувати на такі типи:

– статичний (трансформація традиційного (паперового) підручника в електронному форматі, створений у форматі PDF, DJVU тощо, відповідає паперовому аналогу, забезпечує можливість друку в повному обсязі та розташування на навчальній платформі, але без доступу до окремих фрагментів);

– з елементами мультимедіа (створений у форматі HTML, HTM тощо, має елементи мультимедіа, відповідає паперовому аналогу, містить мультимедійні елементи (гіпертекст, гіперпосилання), лінійну навігацію керування, передбачає можливість друку окремих статичних фрагментів і розташування на навчальній платформі, але без доступу до окремих фрагментів);

– мультимедійний (комплекс логічно пов'язаних структурованих дидактичних одиниць, представлених у цифровому вигляді, забезпечує можливість розташування е-підручника на навчальній платформі, має покрокову навігацію керування, оснащення мультимедійними елементами (анімація, симуляція, звук тощо),

забезпечує друк як окремих елементів підручника, так і в повному обсязі);

– інтерактивний (інтегрує в одному програмному продукті різноманітні види даних (текст, ілюстрації, анімація, таблиці, аудіо- та відеозображення, симуляція тощо), забезпечує можливість розташування на навчальній платформі, передбачає наявність покрокової навігації та блоку контролю й самоконтролю, реалізацію інтерактивних вправ, використання на різних пристроях, можливість розташування в соціальній мережі та друку окремих фрагментів е-підручника);

– інтелектуальний (комплекс загальнокористувацьких інструментів, за допомогою яких учитель може створити контент уроків, з можливістю підстановки, заміни чи трансформації навчального матеріалу);

– адаптивний (покликаний використовувати штучний інтелект та забезпечувати індивідуальну освітню траєкторію навчання кожному учню на основі аналізу його потреб і успішності, а вчитель у таких умовах є лише модератором для вибору контенту і мотивує до навчання). [9]

У процесі дослідження було з'ясовано основні методичні аспекти розробки та впровадження електронних посібників, як для учнів так для вчителів у процесі навчання фізики в основній школі. Встановлено, що підтримка високоякісних, інноваційних методів навчання та викладання за допомогою електронних освітніх ресурсів в освіті набуває сьогодні особливого значення у зв'язку з глобальним процесом інформатизації суспільства.

Дослідження полягає у здійсненні аналізу електронних посібників з фізики для основної школи задля визначення методики їх використання при роботі учнів як в класі так і в процесі самостійної роботи поряд із традиційним підручником.

Більшість програм, які використовуються в сучасній школі це програми для тестування, тематичного та підсумкового оцінювання пізнавальних компетенцій школярів. На часі постає питання про створення і використання електронних видань в тому числі і навчальних посібників з фізики які б базувались на таких дидактичних принципах:

1. Науковості і сучасності;
2. Наочності;
3. Систематичності і послідовності;

4. Врахування вікових та індивідуальних особливостей школярів.

Як засвідчує досвід роботи шкіл, вчителів-практиків на сьогодні більшість електронних посібників, що використовуються в навчальному процесі – це копії традиційних підручників виготовлених на нових носіях.

Багато авторів й надалі під електронним посібником розуміють електронну версію друкованого видання (формат .doc, .docx, .pdf, .djvu). Разом із тим наукові підходи у визначенні терміна "електронний посібник" говорять про нетотожність електронних версій друкованих видань підручників і електронних посібників як сучасного освітнього якісного продукту, що враховує рівень розвитку інформаційних технологій [10].

Для подальшого опису можливостей і особливостей електронного посібника, дамо його коротку характеристику.

На сьогоднішній день не існує не тільки єдиного підходу до класифікації електронних засобів навчального призначення, а й визначеності з термінологією в цій сфері. Так, різні автори дають різні назви деяким видам електронних засобів навчального призначення.

В роботах останніх років можна зустріти такі назви електронних засобів навчального призначення, як педагогічні програмні засоби навчального призначення, освітні електронні видання, програмно-методичні комплекси навчального призначення, електронні підручники, Інтернет-підручники, електронні навчальні посібники, віртуальні лабораторії, електронні атласи, комп'ютерні тренажери, електронні бази знань, бібліотеки електронних наочностей, контрольно-тестуючі комплекти та ін.

Концептуальні засади електронного посібника їх аргументація і розробка перебувають на етапі становлення. Дослідниками цієї проблеми пропонуються різноманітні варіанти визначення цього поняття, його основних ознак. На сьогодні існує багато різних підходів до класифікації електронних засобів навчання. В дисертаційних роботах, в наукових публікаціях зустрічаються такі назви електронних засобів навчання: педагогічні програмні засоби навчального призначення, електронні підручники, освітні електронні видання, програмно-методичні комплекси навчального призначення, інтернет-підручники, електронні навчальні посібники, віртуальні лабораторії, комп'ютерні тренажери, електронні бази знань, бібліотека електронних наочностей, контрольно-тестуючі комплекти комп'ютерні підручники.

Найбільша неоднозначність спостерігається при трактуванні поняття електронного посібника. Єдине загальноприйняте означення відсутнє, однак не можна зводити його лише до одного з багатьох видів електронних навчальних засобів.

Певним розв'язанням цієї проблеми може служити визначення "електронного посібника" зафіксоване у Положенні про електронні освітні ресурси, затвердженому Наказом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 01.10.2012 р. № 1060, яке у вересні 2016 р. було подано у новій редакції відповідно до Наказу № 1061 від 01.09.2016 р.: «електронний навчальний посібник - електронне навчальне видання, що доповнює або частково (повністю) замінює підручник, може містити цифрові об'єкти різних форматів та забезпечувати інтерактивні режими взаємодії з усіма учасниками навчально-виховного процесу» [11].

Головним критерієм навчального посібника має бути не носій інформації, а дотримання в його змісті і конструкції ряду дидактичних та педагогічних вимог. Вимоги до оформлення е-посібника повинні відповідати вимогам, що висуваються до традиційних підручників, одночасно реалізувати нові в порівнянні з ним можливості та розв'язувати нові задачі.

Електронні посібники повинні задовольняти навчально-методичні, дизайн-ергономічні та технічні вимоги. Вище зазначені вимоги до електронних посібників базуються на вимогах до електронних навчальних видань, що визначені Міністерством освіти і науки України, але мають особливості.

Відзначимо наступні навчально-методичні вимоги до е-посібників:

1) **Науковість змісту посібника.** Зміст матеріалу має доповнювати традиційний підручник, не дублювати матеріал, поданий в друкованих виданнях. Текстовий навчальний матеріал має подаватися з використанням гіпертекстової розмітки. Бажано, щоб електронний підручник містив стислий виклад матеріалу. Бажано, щоб матеріал був поданий з врахуванням профільності навчання. Електронний підручник не повинен містити інформації, ефектів, які не призначені для досягнення навчальної мети та відволікають увагу учня. Електронний підручник має містити орієнтовний перелік творчих завдань, учнівських проектів із застосуванням досягнень сучасних інформаційних технологій та апаратних засобів.

2) **Структура змісту.** Традиційний підручник та електронний посібник повинні мати несуперечливу структуру. Зміст та структурні елементи в електронному посібнику доцільно подати у вигляді гіперпосилань, а також передбачити використання посилань на глосарій, тлумачний словник чи довідник. Список додаткової літератури має містити посилання на електронні ресурси, розміщені в мережі Інтернет та наявні в інших доступних програмних продуктах. Алфавітний покажчик бажано також доповнити списками мультимедійних ілюстрацій. Електронний підручник повинен надавати можливість розгляду основних теоретичних положень, застосування їх на практиці, виконання завдань в інтерактивній формі, має містити різнорівневі завдання, вправи, тести, презентації, шаблони та заготовки до практичних та лабораторних робіт. По завершенні розділу мають бути запропоновані комплексні завдання чи творчі проекти, орієнтовані на індивідуальне чи групове виконання.

3) **Доступність змісту.** В електронному посібнику мають бути передбачені різні за складністю рівні подання матеріалу та різнорівневі завдання для учнів, забезпечуючи можливість впровадження особистісно-орієнтованих технологій. Е-посібник має оптимально, найбільш раціонально застосовувати мультимедійні форми подання матеріалу. При виконанні завдань має бути забезпечено інтерактивність та зворотній зв'язок, що сприяє розвитку самостійності.

Серед спеціальних вимог, яким мають відповідати саме електронні навчальні видання, зважаючи на специфіку їх природи, дослідниця С. Сисоєва виділяє також особливості їхнього створення та використання – зручність, раціональність, адаптовуваність, інтерактивність, мультимедійність, відповідність. [12]

Зручність можна тлумачити як зручність пошуку, легкість отримання і доступність взаємодії з ресурсом. Швидкий пошук об'єкта досягається за рахунок маркування його ключовими даними. Успішний доступ до ресурсу пов'язаний із ступенем його відповідності комунікаційним засобам, що мають різні характеристики. А також з можливістю роботи у різних апаратних середовищах, операційних системах і Web-браузерах. Зручність взаємодії з ресурсом значною мірою визначається зрозумілістю його інтерфейсу. Категорія вимог раціональності пов'язана з оптимізацією витрат на створення і використання навчальних матеріалів. Важливою вимогою також є універсальність, що передбачає можливість вносити

зміни без тотального перепрограмування ресурсу. Адаптовуваність ресурсу – це його гнучкість, можливість відповідно до запитів користувача обирати: об'єм у рекомендованому діапазоні, форму (методику) викладання, рівень складності, послідовність вивчення, ступінь наочності, мову навчального матеріалу. Під інтерактивністю розуміємо електронний навчальний ресурс, в якому можливі операції з його елементами: маніпуляції з об'єктами, взаємообмін інформацією.

Зважаючи на поширення та популярність електронних посібників у закладах загальної середньої освіти, дослідники запропонували ряд принципів, яких необхідно дотримуватися у процесі їх створення. До таких принципів належать:

- квантування – розбиття матеріалу на розділи, що складаються з модулів, мінімальних за об'ємом, але замкнутих за змістом; ·
- повнота – кожен модуль має містити такі компоненти: теоретичне ядро, контрольні питання з теорії, приклади, завдання і вправи для самостійного опрацювання, контрольні запитання з усього модуля з відповідями, контрольна робота, довідка (help), історичний коментар;
- наочність – кожен модуль має складатися з колекції кадрів з мінімізованим текстом і візуалізацією, що полегшує розуміння і запам'ятовування нових понять, тверджень і методів;
- навігація – кожен модуль має бути зв'язаний гіпертекстовими посиланнями з іншими модулями так, щоб у користувача був вибір переходу до будь-якого іншого модуля. Такий принцип не виключає, а навіть передбачає наявність рекомендованих переходів, що реалізовують послідовне вивчення курсу;
- керованість – учень самостійно керує електронним посібником, він має можливість вивести на екран будь-яку кількість прикладів та пояснень, а також перевіряє себе, відповідаючи на контрольні запитання і виконуючи контрольну роботу, заданого рівня складності;
- адаптованість – електронний посібник повинен допускати адаптацію до потреб конкретного користувача у процесі навчання, дозволяти варіювати глибину і складність матеріалу, що вивчається, і його прикладну спрямованість, стосовно потреб користувача генерувати додатковий ілюстративний матеріал, надавати графічні і геометричні інтерпретації понять, що вивчаються;
- комп'ютерна підтримка – у будь-який момент роботи учень може отримати комп'ютерну підтримку, яка дозволяє зосередитися на суті матеріалу, що вивчається на цей момент, розглянути більшу кількість прикладів і вирішити більше завдань;

- редагування – електронний посібник повинен бути виконаний у форматі, який дозволяє компонувати його в єдиний електронний комплекс, розширювати і доповнювати його новими розділами і темами, а також формувати електронні бібліотеки з окремих дисциплін вчителя [13].
- Електронний посібник – електронний програмний комплекс з навчальним матеріалом і тестами з конкретного предмета. Електронний посібник не може бути зведений до паперового варіанту без втрати дидактичних якостей. Електронний посібник будується на гіпертекстовій основі та призначений для самостійного вивчення теоретичного матеріалу з курсу [14, с.190].

2. Теоретичні аспекти організації роботи учнів із дидактичними матеріалами підручника з фізики засобами електронних посібників

Вже на початку XXI століття почала помітно збільшуватися різниця між вимогами інформаційно-насиченого суспільства та станом накопичення інформації окремою людиною. Стає все важче підтримувати відповідність між зростаючим потоком інформації та здатністю людини її засвоювати. Розв'язати цю проблему й покликана модернізація сучасної системи освіти.

Розвиток освіти в Україні характеризується багатоаспектним полем діяльності щодо реалізації основних завдань та цілей, що окреслені: Законами України «Про освіту» та «Про вищу освіту», «Національною доктриною розвитку освіти», «Національною стратегією розвитку освіти в Україні на 2012-2021 роки». Зокрема, нормативно акцентується на запровадженні ефективних сучасних технологій та новітніх досягнень і, зокрема, засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в реальну освітню практику. Успішне досягнення цих та інших освітніх цілей потребує розроблення та впровадження у навчальний процес нових методичних технологій та засобів навчання. В основу модернізації освітнього середовища закладів освіти покладено особистісно орієнтований та компетентнісний підходи.

Виокремимо такі компетентності, як: основні компетентності у природничих науках; інформаційно-цифрова компетентність; уміння вчитися впродовж життя. Відповідно до цих компетентностей учень у процесі навчання набуває наступних умінь: пояснювати природні явища і процеси; використовувати знання з фізики для вирішення

завдань, пов’язаних із реальними об’єктами природи; за допомогою фізичних методів самостійно чи в групі досліджувати природу; визначати можливі джерела інформації, відбирати необхідну інформацію, оцінювати, аналізувати інформацію; використовувати сучасні пристрої для отримання, опрацювання, передачі та представлення інформації; використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології і пристрої для вивчення природних (у т.ч. фізичних) явищ для обробки результатів експериментів, моделювання фізичних явищ і процесів тощо.

Формування вище зазначених компетентностей потребує удосконалення навчального процесу, використання більш ефективних засобів навчання, методів і технологій навчання, у тому числі й інформаційних. Застосування ІКТ у процесі навчання фізики надає значні можливості у вирішенні цих та інших освітніх завдань. Проте, підручник як навчальна книга на друкованій основі, був і залишається бути основним джерелом систематизованої інформації для учня. Шкільний підручник є складною й цілісною багатофункціональною системою; з-поміж інших функцій підручника, - провідною є його дидактична функція. Наукові дослідження та освітня практика переконують, що кращі сучасні (і насамперед, національні) навчальні видання з фізики органічно поєднують у собі відмінні риси традиційного підручника (систематична реалізація інформаційних і трансформаційної, освітніх і пізнавально-перетворювальної функцій), робочої книги, зошита (питання й вправи, проблемно-дослідницькі розвивальні завдання тощо), збірника (хрестоматії) навчальних матеріалів (праці фізиків, тексти творів, документи тощо), довідника (покажчики, хронологічні таблиці, словники тощо).[22]

Навчальний матеріал, викладений у підручнику, конструюють для кращого його засвоєння за допомогою поділу на розділи, параграфи, та інші структурні частини. Підручники з фізики, окрім основного тексту, містять спеціально створені дидактичні матеріали щодо організації навчально-пізнавальної діяльності учня, а саме: апарат орієнтування, що включає в себе передмову, вступ, зміст, сигнальні символи (геометричні, цифрові, буквені, у вигляді рисунків, знакові чи інші умовні позначення), алфавітний, іменний і тематичний покажчики. Окрім цього, сучасні підручники з фізики містять спеціально-орієнтований системний апарат організації засвоєння, що охоплює вправи, завдання і запитання для учнів щодо перевірки знань та здійснення зворотного зв’язку, інструктивні і довідкові матеріали

(пам'ятки, коментарі, вказівки для самостійного опрацювання матеріалу та практичних завдань, спостережень і дослідів; зразки розв'язання задач, прикладів), таблиці, підписи-пояснення до ілюстрованого матеріалу тощо.[23] Типи завдань, що рекомендуються для виконання учнями, можуть бути різними: контрольні завдання за темами; завдання для відтворення поточного навчального матеріалу учнями у процесі самостійної роботи з підручником; рівневі завдання (у т.ч. й творчого характеру) на застосування нових знань, спостереження, проведення практичних і лабораторних робіт; посилання на раніше засвоєний матеріал, а також на матеріал інших, насамперед суміжних навчальних предметів.

Щоб розширити функціональні можливості підручника з фізики, у ньому є дидактичні матеріали, спрямовані на реалізацію вимог навчальної програми й Державного стандарту. Це, зокрема формування наукового світогляду, саморозвитку й самоосвіти учня. З цією метою у підручниках використовують окремі рубрики, деякі з яких мають такі назви: «Від теорії до практики», «Це цікаво знати», «Перевірте себе», «Тестові завдання», «Підготуйте повідомлення», «Поглибте свої знання», «Історична довідка» (Шут М. І., Мартинюк М. Т., Благодаренко Л. Ю.). В сучасних підручниках (автори: Бар’яхтар В.Г., Благодаренко Л. Ю., Коршак Є. В., Ляшенко О. І., Мартинюк М. Т., Сиротюк В.Д., Шут М. І. та ін..) виокремлюють: цікаві факти, додаткові відомості, біографії вчених. Стало доброю традицією, що практично після кожного параграфу підручника фізики розміщують контрольні запитання (для організації самостійної роботи учнів з текстом підручника та матеріал для додаткового читання).

Апарат організації засвоєння як цілісний структурний елемент підручника покликаний спрямовувати й стимулювати мисленнєву діяльність учнів у процесі засвоєння навчального матеріалу та сприяти формуванню прийомів їх самостійної навчально-пізнавальної діяльності. Безперечно, виклад навчального матеріалу в підручнику має бути спрямований не лише на розширення обсягу знань, їх структурування й інтегрування, узагальнення предметного змісту, але й на постійне перетворення наявного суб’єктного досвіду кожного учня (за І. С. Якиманською), забезпечувати можливість саморозвитку й самовдосконалення, надавати право вибору видів і форм виконання завдань, способів навчальної діяльності, прийомів виконання навчальних дій, допомагати учням контролювати й оцінювати не лише

результат, а й процес учіння, простежувати ті зміни, які відбулись у навчальному й особистісному розвитку школярів тощо.

Не зважаючи на такі нововведення, у сфері вдосконалення структури підручника з фізики упродовж останніх 20-25 років, якість навчання фізики не зазнала значних позитивних змін. Серед чинників цієї проблеми є й науково-методичний контент, зокрема: необхідність більш детальніше дослідити питання методики організації роботи учнів з навчальним матеріалом підручника.

Проблему реалізації дидактичних функцій шкільного підручника, розвитку пізнавальної активності учнів й управління нею у процесі вивчення фізики досліджували провідні науковці П.С. Атаманчук, В.Ю. Биков, Л.Ю. Благодаренко, С.П. Величко, М.І. Жалдак, Ю.О. Жук, О.І. Іваницький, О.І. Ляшенко, В.Ф. Заболотний, М.Т. Мартинюк, М. І. Шут та ін. Як наслідок, в теорії і методиці навчання накопичено значний досвід конструювання апарату організації засвоєння підручника. Цей досвід можна кваліфікувати як цілісну методичну систему і означити її терміном «апарат організації засвоєння» (скорочено АОЗ). Проте, як показують наші спостереження, в практичній освітній діяльності дидактична функція АОЗ сповна не реалізується. Це підтверджують і результати анкетування вчителів і учнів. Більш цього, в процесі нашої роботи зі студентами-першокурсниками фізичних (природничих та інших) спеціальностей з'ясовано, що вони: не володіють узагальненими планами відповідей щодо окремих типів наукових понять (наукових фактів, фізичних величин, законів тощо); у них не сформовано узагальнених способів діяльності в частині виконання провідних видів навчальної діяльності (експериментування, розв'язування задач, виконання навчальних проектів і ін..); низький рівень засвоєння «ціннісної складової» сучасних підручників з фізики.[16]

Нашим респондентам було запропоновано дати пропозиції щодо покращення навчально-пізнавальної діяльності з фізики. За результатами опитування з'ясовано, що кількість учнів які хотіли б використовувати електронні посібники, як доповнення до друкованого підручника, складає 63,2%. Свою позицію учні обґрунтовують тим, що їм зручніше користуватися гаджетами зі встановленими електронними посібниками, аніж із традиційним підручником як книгою на друкованій основі. Частка дітей, які носять з собою смартфони, планшети або електронні книги, що мають доступ до мережі Інтернет становить понад 60%.

Такі «побажання» учнів є не випадковими, оскільки освітнє середовище сучасних закладів освіти інтенсивно модернізується завдяки його інформатизації. Таку позицію учнів підтримують й учителі. Зокрема, вони висловили думку, що впровадження та використання нових електронних засобів (електронних посібників) сприятиме організації сучасного освітнього процесу, але потребує певного методичного підходу, а отже й відповідних навичок роботи з ними. Аналогічної точки зору дотримуємося і ми.

Принагідно зазначимо, що в епоху цифрових перетворень перед шкільною освітою постають окремі завдання: зацікавити «цифрове покоління» новими інформаційними джерелами, у т.ч. й в контексті вивчення програмного навчального матеріалу, утримувати увагу, сприяти позитивній мотивації учіння, саморозвитку і самореалізації учнів здійснювати безпосередню підготовку молоді до майбутньої життєвої діяльності в умовах становлення інформаційного суспільства.

Проаналізувавши теоретичні праці вітчизняних дослідників в галузі методики фізики та результати спостережень реальної освітньої практики щодо роботи вчителів (і звісно, учнів) з АОЗ підручника фізики ми дійшли висновку, що в ході використання електронних посібників у навчально-виховному процесі з фізики виникають суперечності, які обумовлені невідповідністю завдань, що вирішуються використанням інформаційно-комунікаційних технологій у вивченні фізики, із реальними потребами шкільної фізичної освіти; формалізованим підходом до створення власних дидактичних матеріалів вчителями та відсутністю у них досвіду створення власного або підбору і комбінування існуючого педагогічного програмного забезпечення (ППЗ) у навчанні фізики; відсутністю повноцінної можливості відпрацювання навичок роботи із електронними посібниками при викладанні фізики в основній школі; недостанім досвідом роботи вчителів фізики з реалізації функції підручника, зокрема з реалізації можливостей апарату організації засвоєння підручника для 7-9 класів засобами ІКТ. [27]

Таким чином, для вирішення вищеозначених суперечностей виникає потреба у розробці та впровадженні науково-методичних рекомендацій та дидактичних матеріалів щодо організації навчальної діяльності з використанням електронних посібників з фізики. Електронна форма посібника дозволяє вчителю застосувати його при виконанні різних дидактичних завдань, а саме: освітніх – розширювати

понятійний апарат; формувати знання, вміння; виховних, які розвивають навички самостійної, пізнавальної, дослідницької діяльності; формують навички самоконтролю і взаємоконтролю, а також навички колективної роботи; розвивати логічне мислення, вміння узагальнювати й робити висновки. Електронний посібник, як один із засобів інформаційно-комунікаційних технологій є безсумнівно, перспективним дидактичним засобом, який має значні переваги, і за певних умов їх використання в освітньому процесі підвищує ефективність засвоєння навчального матеріалу.

Нами також встановлено, що основними умовами використання в освітньому процесі електронних посібників є врахування вікових та індивідуальних особливостей учня його освітніх потреб, рівня мотивації та ін. Ці умови необхідно враховувати при проектуванні та створенні електронних посібників, чітко визначаючи цільову групу, для якої відповідний дидактичний засіб створюється.

Що стосується доступності шкільних підручників, які рекомендовані Міністерством освіти і науки України, а також електронних версій, то відповідно статті 75 Закону України «Про освіту» зазначається, що центральний орган виконавчої влади у сфері освіти і науки забезпечує створення та функціонування спеціалізованого інформаційного ресурсу в мережі Інтернет, на якому у вільному доступі в повному обсязі розміщуються безкоштовні електронні версії підручників або електронні підручники для здобуття повної загальної середньої освіти [20]. На основі цього виникає очевидне запитання: Як методично правильно організувати освітню діяльність учнів з е посібником зокрема при вивченні фізики в основній школі?

Електронні посібники дають можливість кожному учневі незалежно від рівня його підготовки брати активну участь у навчальному процесі, індивідуалізувати свій процес навчання, здійснювати самоконтроль. Бути не пасивним спостерігачем, а активно одержувати знання і оцінювати свої можливості. Е-посібник має сучасний дизайн і відповідає ергономічним вимогам до комп'ютерних засобів навчання. Перше, це можливість включати в нього сучасні (у тому числі мультимедійні) способи подання інформації, у вигляді навчальних програм, що використовують у тому числі засоби анімації. Друге, можливість включати інтерактивні засоби контролю знань, у тому числі і для самоперевірки. Третє, при сьогоднішньому складному стані з підручниками, електронну версію можна легко записати на диск

або флешку і користуватися ним на домашньому комп'ютері. Якщо при цьому посібник покласти на сервер, то до нього може бути забезпечений необмежений доступ не тільки для вивчення навчального матеріалу, а й створення поміток та нотаток, що дає можливість учням більш продуктивніше працювати з ним. Учні починають одержувати задоволення від самого процесу навчання, незалежно від зовнішніх мотиваційних факторів.

Зважаючи на те, що робота з кожним зі структурних компонентів традиційного підручника достатньо повно описана в сучасній психолого-педагогічній і методичній літературі [3; 4], розглянемо дидактичні можливості поєднання роботи використання зміст діяльності вчителя і учнів з навчальною книгою на уроках різного з фізики різного типу.

Аналіз досліджень присвячених створенню та використанню електронних засобів навчання, зокрема електронних підручників показав, що дослідники визначають, що в електронному версіях має бути передбачено подання певних методичних рекомендацій. Зокрема, електронний посібник має містити пошукову систему, ілюстративний матеріал, як статичний так і динамічний з звуковим супроводом [16].

Все це дає значну перевагу електронному посібнику та максимально полегшує сприйняття, розуміння і запам'ятовування (причому активне, а не пасивне) найбільш суттєвих понять, тверджень і прикладів, залучаючи до процесу навчання інші, ніж звичайний підручник, можливості сприйняття інформації, зокрема, слухову і емоційну пам'ять, а також використовуючи комп'ютерні пояснення. Використання електронних посібників робить освітній процес гнучким і дозволить вчителю застосовувати інноваційні форми, технології навчання та підходи Нової української школи.[19]

Аналіз вище перерахованих досліджень дає змогу виділити такі можливі варіанти застосування електронних посібників на уроках фізики різних типів:

1. *На уроці засвоєння нових знань.* (Час роботи з е-посібником 20 хв.) Спочатку вчитель проводе традиційну актуалізацію опорних знань шляхом фронтального опитування учнів за допомогою вирішення текстових завдань у робочих зошитах чи запису фізичного диктанту. Наступним етапом є вивчення нового матеріалу. Учням пропонується зайняти робочі місця за комп’ютером, відкрити е-посібник та розпочати роботу із параграфом нової теми під керівництвом вчителя, за планом уроку. Педагог описує віртуальну модель процесу, явища

або експерименту приведену в е-посібнику використовуючи SMART-дошку, а діти оформляють конспект у вигляді нотаток та коментарів у е-посібнику.

2. Електронний посібник на *уроці формування вмінь та навичок*. (Час роботи з е-посібником від 5 до 10 хв.) На даному уроці вчитель здійснює виклад основного теоретичного матеріалу відповідно до змісту параграфу підручника. По завершенню учням пропонується виконати наступні завдання приведене у е-посібнику: «Встановити відповідність», «Чи правильне твердження». Під керівництвом вчителя учні співвідносять отримані знання із отриманими відповідями.

3. *Урок застосування набутих вмінь та навичок*. (Час роботи з е-посібником 15-20 хв.). Під час уроку даного типу учні виконують завдання на застосування отриманих знань із теми у вигляді задач, лабораторних робіт, практикумів, тощо. Вчитель за допомогою е-посібника використання графічного методу постановки задачі демонструє модель процесу, явища, події тощо. Учні в свою чергу отримують можливість перевірити отримані результати використовуючи зворотній зв'язок із посібником. Для підготовки до лабораторних робіт та практикумів у е-посібнику реалізована віртуальна модель дослідів, які учні можуть виконати самостійно в дома, а при виконанні їх в класі використати отримані знання практично.

4. *Урок комбінованого типу*. У рамках уроку розглянутого типу за допомогою електронного підручника здійснюється повторення й узагальнення вивченого матеріалу (Час робота з е-посібником 15–17 хв). Завдяки наявності пошукової системи у посібнику учні можуть знайти швидко відповіді на всі питання які їх цікавлять з метою заповнення прогалин та ефективнішого закріплення раніше вивченого матеріалу. Вчитель в свою чергу здійснює контроль за підготовкою до уроку шляхом проведення аналізу відповідей у проведеній самостійній роботі в електронному середовищі у вигляді тестових завдань. Такий варіант застосування е-посібника ефективний для уроків підсумкового повторення, коли в ході уроку потрібно переглянути зміст кількох параграфів, повторити найбільш важливі факти і події, визначити причинно-наслідкові зв'язки.

5. *Уроки контролю і корекції знань.* Е-посібник використовується, як засіб моніторингу засвоєння учнями понять, термінів, правил, формул. Результати тестування учнів з фіксуються й

обробляються електронному середовищі. Відсоток правильно вирішених завдань дає учневі уявлення про те, як він засвоїв навчальний матеріал, при цьому він може переглянути, які структурні одиниці засвоєні ним слабше, і згодом доопрацьовувати цей матеріал. Отже, на деяких етапах учень може керувати процесом свого навчання самостійно.

Окрім вище перерахованих дидактичних можливостей використання електронного посібника не варто упускати такий вид освітньої діяльність учня, як самостійна робота. Одним з аспектів застосування електронних посібників є також його можливість активізації самостійної роботи учнів. Особливо це стосується роботи з навчальною книгою в якій деякі поняття можуть бути висвітлені частково або зовсім поверхнево.[24] Враховуючи наявність в е-посібникові системи словникового покажчика учні швидко перейшовши за посиланням можуть отримати додаткову інформацію у вигляді не тільки сухої теорії, а й переглядати короткі відео наукового змісту, анімованих моделей механізмів, процесів та явищ викладених у доступній формі.

Деякі завдання запропоновані вчителем можуть бути присвячені самостійному вивченню нового матеріалу з використанням групового методу роботи навіть в позаурочний час. Ця можливість реалізується шляхом надання спільного доступу до окремого завдання е-посібника попередньо розмістивши його у хмарному середовищі. Така робота проводиться у групах учнів (3–4 особи) результатом якої є навчальний проект, який вони захищають на уроці в класі. Таким чином відбувається залучення учнів до дослідницької роботи.

Педагог, у свою чергу, на основі отриманої інформації в ході використання е-посібника під час уроків фізики має можливість більш чітко керувати освітнім процесом. Результати навчання учнів дають змогу вчителеві визначити необхідність організації повторення за цією чи іншою темою для досягнення максимального рівня його засвоєння. З огляду на досягнення деяких учнів можна зробити аналогічні висновки по кожному окремому учневі та прийняти відповідні методичні рішення, спланувавши з кожним із них індивідуальну роботу. Нарешті, можна простежити динаміку навчання кожного учня із предмета. Стабільно високі результати деяких учнів дають можливість педагогу вибудувати для них індивідуальну предметну траєкторію навчання, щоб закріпити їхні успіхи і заохотити до подальшої праці.

Висновки

Головним чинником модернізації загальної середньої освіти є створення засобів навчання нового покоління, в якості якого виступає електронний посібник. Його призначення поєднання досягнень сучасної педагогічної науки з потужним програмним та дидактичним потенціалом інформаційних технологій.

Не підлягають сумніву актуальність розробки і використання електронних підручників і електронних посібників як засобу навчання учнів загальноосвітніх закладів освіти. Упровадження в освітній процес електронних посібників і електронних підручників навчального призначення дозволяє здійснити якісні зміни в системі освіти, відкриває широкі можливості для поглиблення теоретичної бази знань, посилення прикладної спрямованості навчання, підвищення рівня пізнавальної активності, розкриття творчого потенціалу вчителів і учнів відповідно до їх запитів, нахилів та здібностей.

Впровадження е-підручників з фізики в освітній процес закладів освіти перебувають у процесі розвитку. Дидактичне наповнення на сьогодні ще уточняються і конкретизується, становлячи великий інтерес для педагогічних досліджень.

Сучасні електронні навчальні посібники та програмні продукти є складними педагогічними засобами, які значною мірою полегшують працю педагога та сприяють розвитку самостійності й активності учнів. Добре підготовлене заняття з використанням матеріалу електронного посібника сприятиме його успішному проведенню з урахуванням особистісно-зорієнтованого навчання, забезпечить мотивацію навчання, рефлексію на рівні самоствердження, саморегуляції, самореалізації (самоаналіз навчальної діяльності). Опрацювання (повторення, поглиблення, тренування і контроль) навчального матеріалу електронного посібника може здійснюватися за різним варіантом складності, темпу, послідовності.

Отже, проблема реалізації дидактичної функції сучасного підручника з фізики в умовах упровадження інформаційно-

комунікаційних технологій в реальну освітню практику є актуальною та потребує цілісного подальшого науково-методичного дослідження.

Список використаних джерел

1. Башмаков А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих сисистем / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков. – М. : Филинъ, 2003. – 616 с.
2. Шлапак Ю.Електронний підручник (посібник): стан і перспективи в Україні - Збірник наукових праць Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського.- № 49, 2018. – С. 69–82
3. Іванова С. М. Вплив комп'ютерних ігор на формування елементів логічного мислення у дітей старшого
4. Кононець, Н. В. (2009). Аспекти педагогічної майстерності викладача: розробка електронних підручників. Витоки педагогічної майстерності, 6, 202–210.
5. Бугайчук, К. Л. (2011). Електронний підручник: поняття, структура, вимоги. Інформаційні технології і засоби навчання, Вип. 22 (2). Doi 10.33407/itlt.v22i2.437
6. Волинський, В. П. (2007). Теоретичні основи створення електронних підручників. Проблеми сучасного підручника, 7, 28–30
7. Мадзігон, В. М. (2006). Теоретичні засади створення електронних підручників. Проблеми сучасного підручника: збірник наукових праць Інституту педагогіки АПН України, 6, 34–38
8. Раков, С. А. (2005). Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу в навчанні з використанням інформаційних технологій. (Дис. доктора пед. наук). Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Харків)
9. Ілійчук Л. В. Електронний підручник як інноваційний засіб навчання / Л. В. Ілійчук // Освітні обрії. - 2020. - Т. 50. - № 1. - С. 61-65.
10. Удовиченко О. З досвіду створення електронного підручника як засобу підтримки навчального процесу / О. Удовиченко, А. Юрченко // Фізикоматематична освіта. Науковий журнал. – Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка. – 2014. – № 1(2). – С.27. (27–32).
11. Про затвердження Положення про електронні освітні ресурси: Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України

№ 1060 від 01.10.2012, зі змінами і доповненнями [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1695-12

12. Сисоєва С. О. Інтерактивні технології навчання дорослих: навчально-методичний посібник / НАПН України, Ін-т педагогічної освіти і освіти дорослих. Київ : ВД "ЕКМО", 2011. – С. 55

13. Електронний підручник у системі навчально-методичного забезпечення ВНЗ / М. Левшин, Ю. Прохур, О. Муковіз // Вища освіта України. − 2007. − № 1. − С. 60−67

14. Кадемія М. Ю. Інформаційно-комунікаційні технології в навчальному процесі: Навчальний посібник / М. Ю. Кадемія, І. Ю. Шахіна. – Вінниця, ТОВ «Планер». – 2011. – 220 с.

15. Булда А.А. Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. 2009. №1. С. 18-21.

16. Савченко О. Я Організація роботи учнів з підручником [Текст] / О. Я. Савченко, Я. П. Колодюк // Навчання і виховання учнів 2 класу : методичний посібник для вчителів ; [упор. О. Я. Савченко]. – К. : Початкова школа, 2003. – С. 109–124.

17. Конституція України: Закон від 05.09.2017 № 2145-VIII. База даних «Законодавство України». ВР України. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19 (дата звернення: 8.11.2018).

18. Зуев Д. Д. Школьный ученик / Зуев Д. Д. – М. : Педагогика, 1983. – 240 с.

19. Воротникова І. П., Геращенко О. А. Електронні засоби навчального призначення: каталог, методичні рекомендації та конспекти уроків : природничо-наукові дисципліни, математика, інформатика, управління навчальним закладом, Луганськ: Упр. освіти і науки Луган. облдержадмін., Луган. обл. ін-т післядиплом. пед. освіти, 2008.

20. Вембер В. П. Навчально-методичні вимоги до електронного підручника, *Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*: Зб. наук. праць, № 4(11), с.50-56, 2006.

21. Використання Інтернет технологій для дослідження природних явищ у шкільному курсі фізики : Посібник / [Авт. кол. : Ю. О. Жук, О. М. Соколюк, Н. П. Дементієвська, О. В. Слободяник, П. К. Соколов ; За ред. Ю. О. Жука] ; Ін-т інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К. : Атіка, 2014. – 172 с.

22. Проблеми сучасного підручника : зб. наук. праць / [ред. кол. ; голов. ред. – О. М. Топузов]. – К. : Педагогічна думка, 2015. – Вип. 15. – Ч. 2. – 378 с.

23. Пометун О. І., Гупан Н. М. Проектування шкільного підручника: вимоги і проблеми / О. І. Пометун, Н. М. Гупан // Проблеми сучасного підручника : зб. наук. пр. / Національна академія педагогічних наук України ; Інститут педагогіки. – К. : Пед. думка, 2014. – Вип. 14. – С. 564–573.

24. Білоусова Л. І. Електронні дидактичні ресурси у сучасній системі засобів навчання / Л. І. Білоусова, Н. В. Олефіренко // Гуманітарні науки. Науковопрактичний журнал. – К. : Вид-во «Педагогічна преса», 2012. – № 1(23). – С. 100–106.

25. Олефіренко Н. В. Сучасні інструментальні засоби створення електронних ресурсів навчального призначення / Н. В. Олефіренко // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2012. – № 6. – С. 36–42.

26. Волинський В. П. Інформаційні функції, роль і призначення електронних підручників / В. П. Волинський , О. С. Красовський // Проблеми сучасного підручника : зб. наук. праць / [ред. кол. ; наук. ред. – О. М. Топузов]. – К. : Педагогічна думка, 2010. – Вип. 10. – С. 113–120.

27. Коваль В. С. Особливості створення та використання електронних підручників з фізики / В. С. Коваль // Проблеми сучасного підручника : зб. наук. праць / [ред. кол. ; голов. ред. – О. М. Топузов]. – К. : Педагогічна думка, 2014. – Вип. 14. – С. 271–277.

Ільніцька К. С.
кандидат педагогічних наук,
старший викладач кафедри
фізики та інтегративних технологій
навчання природничих наук
Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини
e-ilnitskaja@udpu.edu.ua
orcid.org/ 0000-0002-6179-5543

STEM-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

Анотація. *Підготовка сучасних фахівців – майбутніх учителів фізики – просто немислима без оволодіння ними, хоча б в загальних рисах, знаннями сучасних методів дослідницьких розрахунків і теорії моделювання відповідних фізичних і технічних систем із застосуванням передових технологій, що вже містить елементи політехнізму. Тобто, удосконалення змісту політехнічного навчання має здійснюватися у напрямах STEM-освіти. У матеріалі розглядаються інноваційні напрямки формування технічної компетентності майбутніх учителів фізики в результаті системного підходу до інтеграції фізики, електроніки та ІКТ, зокрема, найбільш затребувані напрямки STEM: використання апаратно-програмних та робототехнічних комплексів і адитивних технологій.*

Ключові слова: *STEM-освіта, технічна компетентність, робототехнічні технології, 3D-моделювання, адитивні технології.*

Компетентнісний підхід в освіті, задекларований Законом України «Про освіту» та концепцією реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року, схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 р. № 988-р, потребує створення в закладах освіти середовища, яке б враховувало вимоги новітніх технологій викладання навчальних предметів – середовище Нової української школи. Особливо такі вимоги стосуються викладання предметів природничого циклу.

Стрімкий розвиток ІТ-галузі, нанотехнологій потребує підготовку досвідчених фахівців, а отже, виникає гостра освітня потреба у якісному навчанні сьогоднішніх здобувачів освіти технічним дисциплінам – математиці, фізиці, інженерії, програмуванню. Освіта повинна бути випереджальною та орієнтованою на формування знань, умінь і компетенцій, що дозволяють молодому поколінню успішно інтегруватися в сучасні соціотехнічні системи, ефективно підтримувати і розвивати науково-технічний потенціал суспільства.

У процесі набуття вищої педагогічної освіти в рамках широкого спектру існуючих напрямків підготовки важливу роль відіграє використання електронних освітніх та інформаційних ресурсів, у тому числі й для більш повного і глибокого засвоєння суб'єктами навчання як теоретичних основ дисциплін, так і отримання навичок самостійної підготовки. Електронні дошки, сенсорні панелі, інформаційні та комунікаційні мережі, робототехнології – все те, що ще десяток років тому здавалося фантастикою, для нинішніх студентів є звичайними елементами освітнього середовища.

Підготовка сучасних фахівців – майбутніх учителів фізики – просто немислима без оволодіння ними, хоча б в загальних рисах, знаннями сучасних методів дослідницьких розрахунків і теорії моделювання відповідних фізичних і технічних систем із застосуванням передових технологій, що вже містить елементи політехнізму. Тобто, удосконалення змісту політехнічного навчання має здійснюватися у напрямах STEM-освіти.

Відповідно до Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» у змісті Концепції йдеться, зокрема, про те, що «перед освітньою галуззю постає завдання розвитку і виховання всебічно-розвиненої, освіченої, інноваційної особистості, здатної віддано працювати на благо своєї держави, справжнього патріота, згідно з Концепцією реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти на період до 2029 року «Нова українська школа», схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 року № 988-р. Природничо-математична освіта (STEM-освіта) має стати ключовим напрямом розвитку освітньої галузі, складовою державної політики щодо зміцнення конкурентоздатності економіки та розвитку людського капіталу, одним з головних чинників інноваційного розвитку освіти, що відповідає запитам сучасної економіки та потребам суспільства.

STEM-освіта – трансдисциплінарний підхід до навчання, який базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем реального світу, створюючи зв'язки між школою, громадою, професією, глобальною економікою, що сприяє конкурентоздатності особистості в новій економіці й робить вивчення науки, техніки, інженерії та математики більш значущим та контекстним. STEAM-підхід дозволяє виховати гнучкість, критичне та практично орієнтоване мислення. На перший план виходить здатність вчитись та сприймати зміни, а не самі знання, які нині стають застарілими з неймовірною швидкістю.

STEM-освіта – це категорія, яка визначає відповідний педагогічний процес (технологію) формування і розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей молоді, рівень яких визначає конкурентну спроможність на сучасному ринку праці: здатність і готовність до розв’язання комплексних задач (проблем), критичного мислення, творчості, когнітивної гнучкості, співпраці, управління, здійснення інноваційної діяльності. STEM-освіта ґрунтується на між- та трандисциплінарних підходах у побудові навчальних програм різного рівня, окремих дидактичних елементів, до дослідження явищ і процесів навколишнього світу, вирішення проблемно орієнтованих завдань.

Використання провідного принципу STEM-освіти – інтеграції дозволяє здійснювати модернізацію методологічних засад, змісту, обсягу навчального матеріалу предметів природничо-математичного циклу, технологізацію процесу навчання та формування навчальних компетентностей якісно нового рівня. Це також сприяє більш якісній підготовці молоді до успішного працевлаштування та подальшої освіти, яка вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять» [1].

Під STEM-компетентністю майбутнього учителя фізики ми розуміємо готовність і здатність до розробки і реалізації програм і практик, які поєднують міждисциплінарний, проектний, дослідний і прикладні підходи на основі інтеграції змісту навчальних предметів, форм урочної та позаурочної діяльності у відкритих просторах школи за участю фахівців з різних областей знань і сфер діяльності.

Формування технічної компетентності в результаті системного підходу до інтеграції фізики, електроніки та ІКТ, має забезпечуватися активною діяльністю суб'єктів навчання у таких напрямах [2]:

– освоєння принципів дії та правил експлуатації сучасних електронних технічних засобів (цифрових лабораторій) при виконанні фізичних дослідів;

– оволодіння засобами здійснення електронної комунікації;

– знання технічних і методичних можливостей інноваційних технологій;

– уміння розробляти та виготовляти за допомогою комплексного залучення засобів ІКТ дидактичних матеріалів;

– оволодіння правилами і прийомами оснащення фізичних лабораторій і кабінетів сучасним мультимедійним обладнанням;

– вивчення конструктивних особливостей та можливостей більш якісного удосконалення наявного апаратного забезпечення освітнього процесу з фізики.

Одними з найбільш затребуваних напрямків STEM є використання апаратно-програмних та робототехнічних комплексів і адитивних технологій.

У зв'язку із загальною інформатизацією освіти і швидким розвитком цифрових засобів обробки інформації назріла необхідність упровадження в освітній процес сучасного демонстраційного і лабораторного обладнання з використанням цифрових приладів та лабораторій.

Цифрові лабораторії (ЦЛ) – це високотехнологічне електронне обладнання для зчитування, реєстрації, цифрової обробки і візуалізації результатів вимірювань, проведених у рамках експериментів і досліджень, демонстраційних і лабораторних робіт. ЦЛ надають можливість проводити різного роду природничо-наукові експерименти, а також здійснювати навчально-дослідні проекти, що сприяють вирішенню міжпредметних завдань. Вони дозволяють активізувати пізнавальну діяльність учнів, сприяють розвитку зацікавленості до предметів природничого циклу.

Цифрові навчальні лабораторії, як правило, мають у своїй основі спеціалізоване програмне забезпечення, реєстратори даних, а також певний набір датчиків, які дозволяють отримувати практично всі фізичні, хімічні та біологічні дані, необхідні для наочного викладання навчального матеріалу в закладах освіти. Програмне забезпечення представляє собою потужний інструмент, як для моніторингу експериментальних даних, так і для глибокого аналізу, з можливістю доведення математичних закономірностей, ведення журналу наукових спостережень і спільної роботи з іншими учасниками експерименту.

Ці навчальні лабораторії спеціально розроблені для використання в освітніх закладах різного рівня й забезпечують комплексний підхід у сучасному навчанні та досягнення учнями зазначених у державному освітньому стандарті результатів.

Серед популярних цифрових лабораторій, призначених для проведення демонстраційних дослідів, лабораторних і практичних робіт, організації навчальних досліджень, можна виділити такі, як: «Einstein» – http://einsteinworld.com/home; «Pasco» – https://www.pasco.com; «COBRA 3» і «COBRA 4» – https://www.phywe.com/; «LabDisc» – https://www.globisens.net/; «SenseDisc» – http://www.sensedisc.com; «Vernier» – https://www.vernier.com/; «NeuLog» – https://www.seseducation.co/neulog.html [3].

Практичний досвід використання ЦЛ показав, що ефективність їх застосування багато в чому залежить від зручності використання і, відповідно, від рівня напрацювання методики проведення експериментів, яка включає в себе як обладнання, так і методичний та програмний супровід.

Розробкою та методикою застосування автоматизованих апаратно-програмних комплексів для проведення лабораторного практикуму з фізики займалися вітчизняні науковці: С. П. Величко, В. Ф. Заболотний, А. М. Петриця, М. І. Садовий, М. І. Шут, А. О. Юрченко. Ю. О. Ляшенко, В. А. Дідук, А. Ю. Романова, В. Г. Гриценко. Зокрема, показано, що використання автоматизованого програмно-апаратного комплексу має значні переваги перед застосуванням віртуальних комп'ютерних фізичних експериментів, адже комп’ютерні моделі не дозволяють враховувати додаткові фактори, які неминуче супроводжують перебіг реальних фізичних процесів. Широка ж номенклатура прецизійних цифрових датчиків уже на сучасному етапі дає можливість перейти до розробки автоматизованих комплексів, що дозволить значно підвищити якість виконання експериментальних досліджень у процесі навчання здобувачів вищої освіти. Такі автоматизовані комплекси є основою робототехнічних систем, які також варто вивчати майбутнім учителям фізики.

Робототехніка – прикладна наука, що займається розробкою автоматизованих технічних систем, є ще одним з перспективних напрямів в галузі інформаційних технологій. Фундаментом для робототехніки слугують електроніка, механіка та програмування.

Переважну більшість сучасних технічних галузей не можливо уявити без використання роботизованих систем виробництва. У свою чергу, розвиток таких галузей виробництва потребує підготовки фахівців відповідної кваліфікації. Це, безумовно, ставить нові завдання перед сучасною системою освіти. Відповідні рішення на державному рівні вже приймаються в ряді країн. Так, для систем освіти США і Великобританії пріоритетною є цілеспрямована підготовка учнів (і навіть дітей дошкільного віку) у галузі інформатики та робототехніки, формування у них практичної готовності до виконання різних технічних проектів.

Зрозуміло, що на динаміку цього процесу має відповідним чином реагувати й вітчизняна вища педагогічна освіта, особливо це стосується підготовки вчителів фізики. Сучасний вчитель фізики повинен мати: відповідні знання і володіти практичними навичками з конструювання, програмування, виготовлення моделей; вміння оперувати отриманими знаннями у самостійній конструкторській діяльності, а в майбутньому – формувати ці навички та логічне мислення в учнів [2].

З кожним роком робототехнічні технології все більше імплементуються в освітній процес закладів освіти. Змістовні, методичні та технічні аспекти організації занять з робототехніки обговорюються в роботах науковців, вчителів, педагогів, методистів та інженерів. Зарубіжний дослідник М. Берс [4] розкриває можливість ознайомлення через робототехніку дітей 4-7 років з технологіями й інженерними компонентами STEM. А. Карберрі приділяє увагу завданням політехнічної підготовки випускників, формування технічних знань та вмінь яких відбувається шляхом тісного зв'язку фізики і робототехніки, яка забезпечує технічну культуру учнів [5]. За Д. Х. Джонассеном [6], робототехніка – це технологія розробки та коригування моделі робота за допомогою комп'ютерного середовища. Така технологія сприяє формуванню критичного мислення учнів. У своїх статтях А. Кейснер, Ж. Раффі, С. Вунш-Вінсент, Б. Міллер і Д. Р. Аткінсон аналізують інноваційну систему в сфері робототехніки і роль інтелектуальної власності в цілому [7; 8].

Теоретичним обґрунтуванням упровадження освітньої робототехніки у процес навчання майбутніх учителів фізики займаються О. І. Ляшенко, О. С. Мартинюк та інші. І. В. Кіт та О. Г. Кіт визначають особливості вивчення робототехніки за навчальним курсом «Технологія створення робототехнічних систем»

[9]. О. С. Мартинюком розглянуті окремі методичні аспекти підготовки майбутніх фахівців у галузі освітньої робототехніки [10]. О. В. Задорожна, Ю. Г. Ковальов розкривають питання використання робототехніки на заняттях з фізики у закладах загальної середньої освіти та закладах вищої освіти, зокрема авіаційного профілю [11]. Д. В. Соменко та О. О. Соменко проаналізували переваги використання апаратно-обчислювальної платформи Arduino для створення навчального фізичного обладнання із застосуванням ЕОТ [12]. Н. В. Морзе, О. В. Струтинська, М. А. Умрик висвітлили питання упровадження освітньої робототехніки як складової STEM-освіти [13]. Авторськими колективами створені програми курсів за вибором «Робототехніка» для учнів середньої та старшої школи.

Робототехніка, як відомо, є міждисциплінарною областю знань. Тому цим слід обов'язково керуватися за розробки методичних підходів до упровадження робототехніки як об'єкта вивчення в систему вищої педагогічної освіти. На нашу думку, основними чинниками, які повинні враховуватися при розробці моделей упровадження робототехніки в освітню програму ЗВО, такі [14]:

– стрімкий розвиток робототехніки як області науково-технічного знання, різноманіття видів роботів і широкий спектр областей їх застосування;

– необхідність знання основ робототехніки як умови адаптації та інтеграції людини в сучасну техносферу;

– міждисциплінарність робототехніки як об'єкта вивчення;

– необхідність узгодження предметних програм навчання як умова якісного освоєння суб'єктами навчання теорії і практики створення і використання робототехнічних систем;

– необхідність практичної підготовки здобувачів вищої освіти до моделювання та конструювання найпростіших роботів; дотримання наступності навчальних програм різних рівнів освіти з цього напряму;

– необхідність диференційованого підходу до навчання, виявлення обдарованих учнів, їх підтримки в рамках програм індивідуального розвитку; зв'язок змісту предметного навчання з позааудиторною роботою, конкурсною діяльністю, присвяченою робототехніці.

Вивчення елементів сучасної мікроелектронної та комп'ютерної техніки, основ промислової та освітньої робототехніки передбачає раціоналізацію структури й змісту освітнього процесу, удосконалення техніки проведення демонстрацій, лабораторних робіт та робіт

спеціального практикуму, їх модернізацію, оновлення форм, методів і засобів навчання [15]. Фундаментом для робототехніки слугують механіка, програмування та електроніка. Зрозуміло, що знань, здобутих суб'єктами навчання під час вивчення розділу «Механіка» в курсі «Загальної фізики», достатньо (за умови ефективності освітнього процесу) для виготовлення найпростішого робота. Проте, для виготовлення електроніки робота необхідні як знання з фізики, так і навички з розрахунку радіоелектронних конструкцій.

Головна мета упровадження робототехніки в систему вищої педагогічної освіти – забезпечення високого рівня розвитку технічної та цифрової компетентностей майбутніх учителів фізики в умовах STEM-освіти.

Конструкторсько-технічна робота студентів та заняття робототехнікою забезпечать [15]:

1) ефективність вивчення та засвоєння матеріалу зі спеціальності, здатність висловлювати свої думки чітко, переконливо, посилаючись на відомі закони фізики та додаткові джерела інформації;

2) схильність до аналітичної діяльності, винахідливості, прагнення до глибокого вивчення конструювання і досконалого знання радіоелектронних приладів та засобів робототехніки;

3) уміння приймати правильні рішення із врахуванням усіх можливих факторів, бажання вивчити технологію виробництва, досягти розуміння можливостей технологічних процесів;

4) уміння використовувати сучасну обчислювальну техніку, вільно володіти математичним апаратом, прагнення до створення цікавого й нового.

Аналіз і узагальнення наявного досвіду роботи дозволив виділити наступні напрями використання робототехніки з метою формування технічної та цифрової компетентностей майбутнього вчителя фізики:

1. Робототехніка як об'єкт вивчення. Вивчення фізичних принципів роботи давачів, двигунів та інших систем конструктора.

2. Робот як засіб вимірювання в традиційному експерименті. Давачі базового конструктора і додаткові види давачів використовуються як вимірювальна система в фізичному експерименті з обробкою і фіксацією його результатів в різних видах.

3. Робот як засіб постановки фізичного експерименту (роботизований експеримент). Комплексне використання двигунів, систем оповіщення, давачів, робототехнічного конструктора в демонстраційному та лабораторному експериментах.

4. Робот як засіб моделювання та конструювання. Застосування освітньої робототехніки в проектно-дослідницькій та конструкторській діяльності здобувачів вищої освіти може відбуватися за наступними напрямами: використання наявних роботів з іншими системами; створення нового робота; модернізація робота (розробка та проектування нових давачів та інших систем робота, що розширюють можливості його використання, зокрема, і за нових умов).

За використання елементів робототехніки на заняттях під час підготовки майбутніх учителів фізики можна виділити наступні позитивні сторони їх використання у процесі проведення демонстраційного експерименту, а також на лабораторних заняттях:

- обробка результатів вимірювання фізичних величин може бути запрограмована і проведена в автоматичному режимі за умов виконання програми;
- виключаються випадкові похибки вимірювання, пов'язані з використанням органів чуттів людини: швидкістю реакції людини, окоміром, сприйняттям подій на слух і т. ін.;
- проводиться безперервний моніторинг значень фізичних величин протягом зазначеного проміжку часу і з регульованою частотою зняття показів давачів від одиничного вимірювання за весь час експерименту до декількох десятків разів на секунду;
- дані експерименту виводяться на екран протягом експерименту у вигляді числових значень, числових шкал, таблиць значень і графіків функцій.
- графіки, отримані в результаті експерименту, а також інструменти для їх дослідження, дають додаткові можливості для аналізу закономірностей фізичного процесу.
- при проведенні лабораторних робіт із застосуванням робототехніки можливий розподіл завдань за рівнями складності, що дозволяє забезпечити індивідуалізацію процесу навчання здобувачів вищої освіти. Диференціація завдань визначається ступенем участі здобувачів освіти у збірці і налаштуванні автоматизованого експерименту за рівнями: 1) використання для експерименту попередньо зібраної установки; 2) самостійне збирання та налаштування установки, програмна настройка давачів, розробка програм для обробки результатів вимірювань тощо.

Окрім зазначених переваг необхідним вважаємо вказати і на певні недоліки використання робототехнічних комплексів у фізичному

практикумі. Серед них можна виділити такі:

- експериментальна установка із застосуванням робототехнічних засобів вимагає попереднього складання і програмування, що супроводжується витратами часу. Для мінімізації витрат часу необхідним є: створення методичного забезпечення, що включає покрокові інструкції щодо збирання установки, створення програм для використання на різних установках; заміна деяких вузлів конструкції установки нерозбірними аналогами.
- Наявність інструментальних похибок систем давачів і необхідність їх врахування.

Розвиток сучасних технологій значно випереджає модернізацію освітньої галузі, яка потребує постійного оновлення та уточнення. У зв'язку з цим, актуальним є упровадження в навчальний процес нових пристроїв, програмних та програмованих засобів тощо, пов'язаних не тільки з популярними інформаційно-комунікаційними технологіями. Зважаючи на тенденції розвитку комп'ютерних графічних технологій, розуміння процесу створення тривимірного контенту в спеціалізованих системах є також важливим компонентом повноцінного професійного становлення майбутнього вчителя фізики. Підготовка творчих, висококваліфікованих, компетентних фахівців, що орієнтуються в швидко мінливих умовах і здатних застосовувати сучасні інформаційні технології, – одне з головних завдань освітньої системи. Серед вимог до обов'язкових результатів навчання з природничої освітньої галузі чільне місце посідає здатність до моделювання [16].

Моделювання – процес заміни об'єкта дослідження деякою його моделлю і проведення дослідження на моделі з метою отримання необхідної інформації про об'єкт. Вперше моделювання стало застосовуватися в архітектурній і будівельній діяльності і позначало зображення схеми, креслення або графіка будь-якого передбачуваного об'єкта. Пізніше моделювання поширилося і в інших науках як метод дослідження процесів і явищ навколишньої дійсності. Моделювання допомагає досліднику пізнати об'єкт вивчення, встановити взаємозв'язок з іншими об'єктами і описати його в найбільш доступній формі. Метод моделювання застосовується, як метод навчального пізнання. Наприклад, здобувачі освіти моделюють різні фізичні явища, історичні події, фізичні і хімічні експерименти та багато іншого.

На вивчення редакторів 3D-графіки виділяється або незначна частина навчального часу, або й зовсім не виділяється.

Методиці реалізації створення тривимірної комп’ютерної графіки в літературі приділено не достатньо уваги. Проте окремі аспекти висвітлені у працях Г. В. Веселовської [17], Р. М. Горбатюка [18], С. М. Горобця [19], О. О. Мосіюка [20].

Водночас, науковцями та методистами наголошується на чи не вирішальну важливість підготовки з 3D-моделювання в закладах вищої освіти. Включення подібного матеріалу у курс «Основи сучасної електроніки», на нашу думку, допоможе удосконалити процес навчання й сформувати у здобувачів вищої освіти просторову уяву та технічне мислення.

3D-моделювання – це процес створення об'ємної моделі будь-якого предмета. Мета тривимірного моделювання полягає в тому, щоб створювати візуальний тривимірний образ потрібного вам об'єкта. Це дозволяє моделювати не лише нові об’єкти, а й точні копії вже існуючих [21]. Тривимірне моделювання поєднує знання із різних галузей науки і техніки: геометрія, креслення, комп’ютерні технології, основи кольорознавства, композиції та графіки, дизайн, фотографія тощо. Це звичайно сприяє всебічному розвитку тих, хто здобуває знання та досвід, але, разом із тим, накладає додаткові вимоги до підготовки викладача [20].

Адитивні технології (3D-друк) – це одна з форм технологій адитивного виробництва, де тривимірний об'єкт створюється шляхом накладання послідовних шарів матеріалу (друку, вирощування) за даними попередньо створеної цифрової моделі. Друк здійснюється спеціальним пристроєм – 3D-принтером, який забезпечує створення фізичного об'єкта шляхом послідовного накладання пластичного матеріалу на основі віртуальної 3D-моделі. 3D-принтери, як правило, швидші, більш доступні і простіші у використанні, ніж інші технології адитивного виробництва і вони пропонують розробникам продуктів можливість друку деталей і механізмів з декількох матеріалів з урахуванням їх різних механічних і фізичних властивостей за один процес складання [21].

Як свідчать дослідження аналітиків, експертів та науковців [22] адитивні технології у сучасному суспільстві є галуззю, що найбільш динамічно розвивається, демонструючи динаміку близько 30 % щорічно. Тому упровадження цих технологій має значні перспективи зростання у сегменті виробництва. Крім того, рівень впровадження адитивних технологій у реальному виробництві розглядається як реальний індикатор економічної потужності держави.

Серед вітчизняних науковців дослідження з теорії технологій 3D-друку та їх використання у сфері освіти проводили О. М. Гречко [23], В. В. Крівцов [24], С. І. Чернишов [25].

Технологія 3D-друку значно підвищує інтерес до процесу навчання, оскільки дає можливість суб'єктам навчання відчути себе справжніми новаторами. Створивши на комп'ютері модель, студент вже через кілька годин зможе тримати її в руках – це прекрасна мотивація створювати нове.

Здобувачі вищої освіти, які використовують 3D-принтер в освітніх цілях, отримують можливість навчатися на власних помилках, що передбачає формування їх критичного мислення. На папері або ПК вади моделі помітити складно, а створюючи макет або тестову деталь, змоделювавши її на в 3D-програмі, вже через невеликий проміжок часу можна отримати готовий виріб.

Пропонуємо декілька прикладів застосування вищезазначених засобів STEM-освіти у лабораторному практикумі з дисципліни «Основи сучасної електроніки».

Приклад 1. Використання апаратно-програмних комплексів.

Апаратно-програмні комплекси, що використовуються в закладах освіти, містять вимірювальний блок, що підключено до комп'ютера на якому встановлено програмне забезпечення для аналізу результатів експерименту [26]. Прикладами таких комплексів є апаратно-програмний комплекс аналізу та синтезу модульованих сигналів «Вектор» [27], комплекс «PULSE» [28], комплекси побудовані на основі програмних середовищ Advanced Design System, MatLab, LabVIEW, HPIEE та інші.

Як варіант подібного обладнання для проведення лабораторних робіт з курсу «Основи сучасної електроніки» може також слугувати цифрова лабораторія Vernier.

Комплекс Vernier складається з [29]:

– реєстратора даних LabQuest®2, який дозволяє отримувати дані автономно або передавати їх на комп'ютер чи смартфон. Завдяки автономності цей реєстратор дозволяє проводити дослідження як у польових, так і в лабораторних умовах. LabQuest®2 – це найбільш потужне універсальне вирішення збору даних, яке доступне для навчання STEM. Його застосування передбачає можливість під'єднання та повноцінного використання мультимедійних дисплеїв, комп'ютерів, смартфонів. Також є можливість відправляти отримані дані на електронну пошту. Серед вбудованих давачів є GPS-модуль,

який дозволяє робити геопозиціонування місць збору даних на відкритій місцевості. Зовнішній вигляд реєстратора даних LabQuest®2 показано на рис. 2.1.

– Цифрових давачів для вимірювання різних показників: температури, тиску, напруги, струму, ультрафіолетового випромінювання, рівнів вологості, радіації, вмісту кисню й вуглекислого газу, визначення ЕКГ, ЧСС і артеріального тиску, рівня звуку, електропровідності різних розчинів тощо.



Рис. 2.1. Реєстратор даних LabQuest®2 [29]

Однією з головних переваг цифрових давачів є можливість передачі їх показів безпосередньо до комп'ютера з подальшою можливістю обробки цієї інформації за допомогою різноманітного програмного забезпечення. За використання ж традиційного аналогового обладнання для подальшої обробки показів вимірювальних приладів ці значення необхідно спочатку занотовувати, а швидкість виконання подібних операцій людиною є обмеженою. Цифрові ж вимірювальні комплекси можуть фіксувати десятки тисяч значень фізичної величини за 1 с.

До переваг застосування обладнання Vernier слід віднести: широкий асортимент давачів, за допомогою яких можна реєструвати будь-які покази; компактність; точність і достовірність даних; повну відповідність вимогам навчального процесу у закладах освіти.

Приклад 2. Використання сімейства контролерів Arduino в навчальному фізичному експерименті.

Arduino – це апаратно-програмний комплекс, який дозволяє реалізувати автоматизацію вимірювань та здійснювати управління різноманітними пристроями, технологічними процесами тощо.

Arduino – це інструмент для проектування електронних пристроїв, що краще взаємодіють із оточуючим фізичним середовищем, ніж стандартні персональні комп'ютери. Вибір Arduino обумовлений тим, що для нього існує широка програмна підтримка. Для проекту створена спеціальна мова програмування Wiring, що має багато спільного з мовою програмування C++. Arduino дає можливість організувати обмін даними через віртуальний com порт з ПК. Для Arduino спроектовано і випускаються різноманітні давачі: температури, вологості, тиску та ін.

Переваги сімейства контролерів Arduino полягають у наступному [12]:

1) Arduino є платформою прототипування електроніки з відкритим вихідним кодом, яка заснована на гнучких, легких у використанні апаратних засобах і програмному забезпеченні.

2) Arduino може відчути навколишнє середовище, отримуючи вхідні дані від різних давачів і вплинути на це оточення, контролюючи лампи, двигуни та інші пристрої. Мікроконтролер на платі програмується з використанням мов програмування Arduino (на підключення) і розвитку навколишнього середовища Arduino (на основі обробки даних). Arduino-проекти можуть бути автономними або зв'язаними з програмним забезпеченням на комп'ютері.

3) Плати можуть бути побудовані самостійно або придбані попередньо зібраними; програмне забезпечення можна завантажити безкоштовно. Апаратні еталонні конструкції (CAD-файли) доступні під відкритою ліцензією і їх можна адаптувати до власних потреб.

4) Arduino побудований за ідеєю, що здобувачі вищої освіти будуть використовувати його як уже готовий ППЗ: є отримані дані з давачів, є код, тому є можливість проводити дослідження.

Плати розширення, що встановлюються на платформи, урізноманітнюють функціональність Arduino для управління різними пристроями та отримання даних тощо. Налагоджувальна плата з давачами забезпечує за допомогою модуля Maxstream Xbee Zigbee бездротовий зв'язок з декількома пристроями Arduino в радіусі до 35 м (у приміщенні) і до 90 м (поза приміщенням). Плата розширення Motor Shield забезпечує управління двигунами постійного струму й зчитування показів давачів. Плата розширення Ethernet Shield забезпечує під'єднання до Інтернету.

Можливе виготовлення та використання цілого ряду вимірювальних приладів, побудованих на універсальних панелях mini-

ELVIS (Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite) для навчальних дослідів з мікроелектроніки та схемотехніки. Інформація про плату знаходиться у відкритому доступі й може бути використана для самостійного її виготовлення. Тому суб'єкти навчання мають можливість пройти усі етапи конструювання платформи від проектування друкованої плати різними способами (включаючи фоторезистний) до програмування готової конструкції.

Приклад 3. Використання програм для 3D-моделювання при підготовці майбутніх учителів фізики

Технологія тривимірного моделювання може застосовуватися в природничих дисциплінах у таких напрямах:

– у географії та геодезії – для 3D-моделювання та візуалізації місцевості, атмосферних явищ, виверженьвулканів, цунамі та ін.;

– в астрономії – для моделювання небесних тіл і космічних явищ;

– у хімії – для моделювання перебігу хімічних процесів, для створення моделей молекул і атомів;

– у фізиці – для моделювання фізичних експериментів і явищ, особливо таких, яких не можливо відтворити в лабораторних умовах, або небезпечних.

Вважаємо, що програми для 3D-моделювання є універсальним інструментом для формування технічної компетентності майбутніх учителів фізики, зокрема і під час вивчення дисципліни «Основи сучасної електроніки».

Проєктування та виготовлення електронного обладнання для експериментально-дослідницької роботи з фізики стає доступнішим за умов залучення програмних комплексів імітаційного моделювання та графічного програмування. На ринку існує безліч програм для 3D-моделювання, але найбільш простими для освоєння є Sculptris, Lego Digital Designer, Sketch Up, Blender.

Як приклад, розглянемо можливості використання останньої програми під час виконання лабораторних робіт майбутніми учителями фізики.

Blender – безкоштовний, професійний пакет для створення тривимірної комп'ютерної графіки, що включає в себе засоби моделювання, анімації, рендеринга, обробки і монтажу відео зі звуком, компонування за допомогою «вузлів», а також для створення інтерактивних ігор [30]. Інтерфейс програми представлено на рис. 2.2.

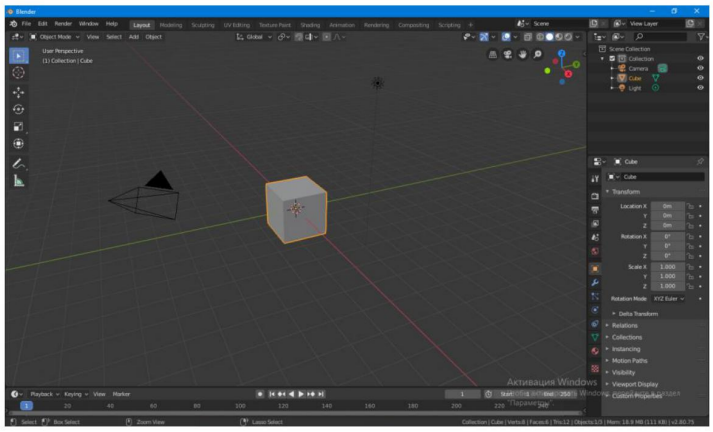


Рис. 2.2. Інтерфейс 3D-редактора Blender

До основних переваг програми Blender можна віднести: малий розмір, високу швидкість роботи, наявність версій для більшості сучасних операційних систем, безкоштовність, мінімальні вимоги до конфігурації апаратного забезпечення та ін.

Програма поширюється під ліцензією GPL (General Public License), тобто може використовуватися без обмежень будь-ким. У ній якісно реалізовані інструменти для полігонального і твердотільного моделювання, присутні засоби для створення та редагування сплайнів, NURBS поверхонь і перетворення їх у звичайні полігональні меші. Вбудовані модифікатори дозволяють досконало налаштувати геометрію моделі, взаємодію об'єкта із іншими компонентами тривимірної сцени. Пакет тривимірної графіки містить такі важливі компоненти як: два вбудованих рушії для рендеру (Blender Internal і Render Cycles), інструментарій для анімації, відеоредактор та програмні засоби для розробки комп'ютерних ігор (Blender Engine). На високому рівні реалізована система фізичної взаємодії між об'єктами сцени, розроблені програмні модулі для імітації руйнування моделей, явищ природи (дощ, вогонь, дим), тканин тощо. Наявність відповідних засобів розширює можливості застосування програми в освітньому процесі та дозволяє продемонструвати студентам весь шлях реалізації певного проекту від ідеї до фінального рендеру зображення розробленої 3D-моделі.

Окрім того, в Blender є одна перевага у порівнянні з іншими середовищами тривимірного моделювання, – це наявність так званого «грального рушія» (він же game engine, gBlender). Він дозволяє моделювати фізичний світ, зокрема «ньютонівську» фізику: масу, силу, взаємодію тіл. Окрім «середовища для дослідів», Blender може використовуватися для створення віртуальних лабораторій.

Отже, програмний продукт Blender можна використовувати для створення:

– віртуальної лабораторії;
– окремих додатків віртуальних лабораторій;
– демонстраційних моделей.

Приклад 4. Використання 3D-принтера при підготовці майбутніх учителів фізики

В рамках курсу «Основи сучасної електроніки» під час вивчення теми «Використання апаратно-програмних комплексів та адитивних технологій в інноваційній діяльності», перед виконанням лабораторної роботи на тему «Вивчення можливостей 3D-друку», що передбачає 3D-друк власної моделі, ми пропонуємо розглядати питання підготовки моделі до друку.

Після того, як студенти були ознайомлені з інтерфейсом програми для 3D-моделювання, а також засвоїли методику моделювання здобувачам вищої освіти пропонується вивчити наступні обмеження і вимоги, які накладає друк на FDM-принтері на геометрію моделі:

1. У моделі повинна бути пласка підставка причому, всі точки повинні знаходитися в одній площині з координатою Z. Пласка підставка впливає на те, як міцно модель буде триматися на рухомому столі принтера. Якщо рівновага моделі на столі під час друку порушиться, геометрія моделі буде не досконалою і процес доведеться зупинити.

2. Модель повинна мати «чисту» сітку без помилок, оскільки нестандартні перетини граней, розриви в сітці і подвійні ребра можуть призвести до непередбачуваних дефектів під час друку. Для того, щоб надрукувати складну модель, рекомендується об'єднати її за допомогою операцій, застосувавши параметр «Union». Це дозволяє об'єднувати сітки незалежних об'єктів, причому навіть, якщо частина одного об'єкта розміщена всередині іншого, сітка автоматично буде обрізана і підігнана належним чином. Щоб перевірити результат моделювання на наявність помилок до моделі застосовують модифікатор STL-check, який, в разі виявлення помилок, підсвічує їх червоним кольором на моделі. Також існують засоби, що дозволяють виправляти неочевидні проблеми сітки, наприклад, безкоштовний хмарний сервіс cloud.nettfab.com.

3. В невеликих моделях важливо стежити за товщиною стінок моделі. Мінімальна товщина стінки повинна дорівнювати діаметру

сопла, інакше 3D-принтер не зможе її надрукувати.

4. За моделювання для друку на FDM-принтері потрібно прагнути до мінімуму нависаючих елементів. Це пов'язано з тим, що принтер не може надрукувати шар пластику на відстані кількох сантиметрів від столу, отже, для кожного такого елемента необхідна конструкція для підтримки. Така конструкція є допустимим елементом, адже в будь-якій сучасній програмі-слайсері є можливість створювати її автоматично. Проте існує ряд недоліків використання даних елементів: на виготовлення конструкцій для підтримки нависаючих елементів використовується певна кількість пластика, що підвищує вартість друку; тривалість друку може збільшуватись в кілька разів, в залежності від величини моделі і необхідної кількості таких елементів; після завершення друку конструкцію для підтримки необхідно від'єднати від моделі, що не завжди зручно, адже поверхня після цього може залишатися не рівною і, найчастіше, потребує обробки. Винятком можуть бути принтери з двома екструдерами, які дозволяють друкувати елементи підтримки з матеріалів, які розчиняються у воді.

5. Точність друку на побутових 3D-принтерах не висока (становить приблизно 0,3 мм), тому при моделюванні і підгонці деталей будь-яких механізмів не варто розраховувати, що всі вони ідеально підійдуть один до одного. На точність по осях XY, впливає, в цілому, жорсткість конструкції і те, наскільки сильно натягнуті ремені, чи рівно стоїть стіл, на якому розміщений 3D-принтер, тощо. Точність по осі Z визначається висотою шару (0,1-0,4 мм).

Різні види пластика мають різний коефіцієнт усадки, тобто після охолодження моделі, вона може трохи «стиснутися». На коефіцієнт усадки також може впливати якість зберігання пластика. Тому варто спочатку роздрукувати модель в чорновому варіанті.

6. При створенні великих моделей необхідно враховувати максимально можливі габарити 3D-друку. Як правило, габарити визначаються розмірами друкованого столу в FDM-принтері. Більшу модель необхідно друкувати по частинах, попередньо продумавши, як ці частини будуть з'єднуватися одна з одною.

7. Програми для моделювання об'єднує можливість зберігати файл у форматі -STL для 3D-друку. Практично будь-який 3D-редактор може експортувати в цей формат самостійно або ж з використанням плагінів. Програми-слайсери перед друком перетворюють модель в спеціальний G-код. У файлах .STL міститься інформація щодо геометрії поверхні

без урахування забарвлення і текстури 3D-об'єкта. Важливим моментом є те, що .STL-формат не зберігає даних про одиниці виміру, тому рекомендується моделювати об'єкти для 3D-друку в міліметрах або переводити одиниці виміру в міліметри перед експортом в .STL [31]. Процесу друку передує обробка тривимірної цифрової моделі за допомогою програми-слайсера. Модель поділяється на шари певної висоти, прораховується відношення товщини сопла і стінок моделі, за необхідності генеруються структури для підтримки, необхідні для друку елементів, що нависають. Також програма підраховує наближений час друку моделі і витрати пластика, за необхідності вона може навести навіть вартість моделі з урахуванням тарифу на електрику і витратних матеріалів, якщо попередньо налаштувати дану функцію. Будь-яка програма-слайсер дозволяє проглянути процес побудови моделі і визначити, чи не з'явилися непередбачені дефекти і отвори в моделі.

Після ознайомлення здобувачів вищої освіти з особливостями 3D-друку, студентам пропонується перейти до виконання лабораторної роботи, кінцевим результатом якої має бути друк за допомогою принтера створеної власноруч моделі. Фрагмент методичних вказівок до виконання лабораторної роботи на тему «Вивчення можливостей 3D-друку» в межах виконання лабораторного практикуму з дисципліни «Основи сучасної електроніки» наведено нижче.

Фрагмент методичних вказівок до виконання лабораторної роботи на тему «Вивчення можливостей 3D-друку»

Лабораторна робота. Вивчення можливостей 3D-друку

Мета: ознайомитись з основними поняттями та термінами, з методами 3D-друку та можливостями їх використання.

Завдання:

1. Ознайомитись із можливостями 3D-принтера «da Vinci 1.0 Pro 3-1»;
2. Навчитися друкувати задану модель на 3D-принтері.

Обладнання: ПК, 3D-принтер.

Завдання для самостійної роботи:

1) Ознайомитись із змістом методичних вказівок до лабораторної роботи;

2) Опрацювати теоретичний матеріал за рекомендованою літературою;

3) Дати відповіді на контрольні запитання і підготуватись до співбесіди із викладачем;

4) Після виконання лабораторної роботи зробити відповідні висновки.

Контрольні запитання:

1. Що називають 3D-друком?
2. За допомогою яких методів може здійснюватися 3D-друк?
3. У яких сферах можна використовувати 3D-друк?
4. Розкрийте можливості адитивних технологій в освіті.
5. З яких основних компонентів складається тривимірний принтер?

Теоретичні відомості

3D-друк або «адитивне виробництво» (additive manufacturing) – це процес створення монолітних тривимірних об'єктів практично будь-якої геометричної форми на основі цифрової моделі. 3D-друк базується на концепції побудови об'єкта шляхом послідовного нанесення шарів матеріалу, які повторюють контур моделі. Фактично, 3D-друк є протилежністю отримання виробів шляхом різання, де формування деталі відбувається за рахунок видалення зайвого матеріалу.

3D-друк може бути здійснений наступними методами:

1. Екструдування – видавлювання розплавленого матеріалу;
2. Фотополімеризація – затвердіння полімеру ультрафіолетовим або лазерним випромінюванням;
3. Друк методом спікання і плавлення матеріалів;
4. Ламінування – склеювання шарів матеріалу з подальшим вирізанням.

3D-друк стає все більш популярним, хоча до недавнього часу він здавався більше фантазією, ніж реальністю. Просторовий друк знаходить все більш широке застосування, і, в той же час, він стає все дешевшим.

Перший пристрій для 3D-друку з'явився у 1984 році, але термін «3D-друк» почав використовуватися тільки в 1996 році. Піонером у цій області була 3D Systems. Протягом багатьох років технологія все більше удосконалювалася і ставала дешевшою. У 2006 році з'явився перший домашній принтер (RepRap), а три роки по тому був розроблений принтер для самостійної збірки. Такі пристрої почали масово продаватися в 2013 році.

Найпопулярніші сфери, де використовують 3D-друк – це: • побут; • архітектура; • харчова промисловість; • ювелірне мистецтво; • медицина; • дизайн; • космонавтика; • освіта.

Маючи 3D-принтер, можна надрукувати майже будь-яку дрібницю з пластику. Наприклад, частинки зламаних деталей до побутової техніки, меблів або ж господарських речей. Невелику іграшку, елемент декору з простим дизайном, чи з супер складним та багатьма рухомими елементами і в декількох кольорах. Тут варто зазначити, що в більшості випадків навіть не потрібно створювати власні 3D-моделі на комп'ютері, оскільки їх доволі багато у відкритому доступі.

У світі наче гриби ростуть компанії, які займаються 3D-друком в будівництві. Так, наприклад, китайська компанія Yingchuang New Materials минулого року спромоглася побудувати 10 повнорозмірних будинків лише за одну добу. А в Дубаї друкують "офіси майбутнього" на 250 квадратних метрів з модульних систем з дуже стильним дизайном.

Нема нічого важливішого за здоров'я і саме в цій сфері завдяки 3D-друку медики здатні творити неймовірні речі. Завдяки індивідуальному підходу можна створювати найскладніші імпланти з неймовірною точністю, шини, які значно комфортніші ніж гіпси, або ж біонічні протези за доступною ціною.

В ортодонтії на зміну жахливим брекетам прийшли елайнери – пристрої, які виправляють прикус. Вони дешевші, завдають менше незручностей у використанні та виглядають значно естетичніше та майже непомітно.

Але найдивовижніше – це біодрук, в якому замість штучних матеріалів використовують живі клітини. І хоча наразі цей вид 3D-друку знаходиться на зародковому етапі, йому пророкують велике майбутнє. Уявіть, що скоро можна буде друкувати потрібні органи з власних клітин, які не будуть відторгатися організмом.

В той час як великі автомобільні гіганти друкують окремі елементи для своїх авто, деякі стартапи вирішили друкувати автомобілі повністю. Восени 2014 року світ побачив перший електрокар Strati. Він значно відрізняється від класичних авто та має доволі скромні характеристики, проте це всього лише початок. В майбутньому Strati може докорінно змінити індустрію автомобілебудування, зважаючи на те, що на виготовлення одного авто витрачається всього лише 44 години.

Не лише авто, а й мотоцикли тепер друкують на 3D-принтері. Німецька компанія APWorks виготовляє свій футуристичний Light Rider з надлегких матеріалів, які використовуються в космічний галузі.

Він важить лише 35 кілограмів та може їхати зі швидкістю 80 кілометрів на годину (рис. 2.3).

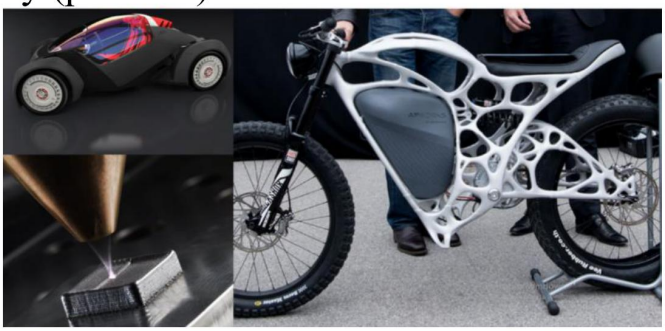


Рис. 2.3. Вироби 3D-друку

Якщо на початку цього десятиріччя на 3D-принтері друкували лише невеликі дрони та форсунки до авіадвигунів, то зараз все стало набагато серйозніше. Навесні цього року компанія Boeing анонсувала, що друкуватиме для свого нового 787 Dreamliner титанові елементи фюзеляжу, котрі нестимуть навантаження на корпус під час польоту. Norsk Titanium, яка виступає у ролі підрядника Boeing, розробила власну технологію друку на основі швидкого плазмового осадження (англ. Rapid Plasma Desposion – RPD). Це коли титановий дріт плавиться в хмарі з газу аргону. Завдяки цьому компанія планує здешевити вартість літака на 2–3 мільйони доларів.

Технології 3D-друку і сканування, безсумнівно, відкривають нові можливості для удосконалення освітньої галузі. Експерти стверджують, що подібні технології підвищують інтерес до процесу навчання і тягу до знань, адже завдяки їм кожен учень або студент зможе відчути себе винахідником чогось абсолютно нового. Створивши за допомогою спеціальної програми або ж мобільного додатка модель, здобувач освіти, вже через короткий час зможе тримати її в руках. Це дасть можливість не тільки розглянути деталь, що проектується, але й оцінити інші її характеристики.

Тривимірний принтер (рис. 2.4) складається з декількох різних компонентів. Всі деталі прикріплені до спеціальної рами. Рухома головка управляється кроковими двигунами, які, в свою чергу, управляються спеціальними контролерами. Друкуюча головка є найважливішою частиною принтера. Саме вона, завдяки впливу високої температури, розплавляє матеріал, який формує 3D-деталь. Матеріал поставляється у спеціальних котушках. Весь процес друку відбувається на столі, що підігрівається. Принтер також має термістори, які керують температурою головки, кінцеві вимикачі, джерело живлення, а також додаткові елементи, такі як РК-дисплей.



Рис. 2.4. 3D-принтер «XYZPRO»

Перед початком друку необхідно підготувати відповідний проект майбутньої деталі. Для цього використовуються спеціальні програми для 3D- моделювання. Потім ми отримуємо файл STL, який використовується програмним забезпеченням принтера. Саме з цієї програми передаються спеціальні команди, що управляють 3D-принтером. Маючи STL-файл, можна переглянути об'єкт, який хочемо роздрукувати.

Обсяг і проведення досліджень

1. Ознайомтесь з відео про принцип роботи 3D-принтера, який використовується у лабораторній роботі за посиланнями: https://www.youtube.com/watch?v=aSaLySWq43I; https://www.youtube.com/watch?v=5Xo1sPaw_nA
2. З ПК відкрийте програму TinkerCAD, зайшовши за посиланням https://www.tinkercad.com/.
3. Перейдіть на вкладку «3D-проєкти», а далі натисніть «Створити новий проєкт».
4. Створіть власний проект у програмі TinkerCAD, попередньо ознайомившись із експрес-курсом для її опанування за посиланням https://www.qbed.space/knowledge/blog/tinkercad-for-beginners-part-1.
5. Після створення кінцевого варіанту проєкту натисніть «Експорт» та оберіть формат .Stl для завантаження файлу.
6. Збережіть файл у створеній під вашим прізвищем папці на робочому столі ПК.
7. Підключіть ПК до 3D-принтера та здійсніть 3D-друк, попередньо виконавши усі необхідні налаштування за допомогою викладача чи лаборанта.

Висновки

Технічна компетентність, якою мають оволодіти майбутні вчителі фізики в результаті виконання робіт фізичного практикуму на сучасному обладнанні, повинна носити інтегративний характер, давати високоефективний результат, спрямованість отримуваної освіти на творче практичне застосування, спонукати її носія до самовдосконалення та продовження освіти. Це мотивує випускників фізичних спеціальностей педагогічних ЗВО оволодівати відповідними знаннями, набувати необхідних умінь і навичок та готовності до грамотної повсякденної роботи з сучасним обладнанням і повноцінно проявляти особистісні якості у майбутній професійній діяльності. Використання в освітньому процесі засобів STEM-освіти, зокрема, мікроелектроніки, автоматики та робототехніки, є одним із аспектів фахової підготовки майбутніх вчителів фізики та ефективного навчання учнів. Включення понять робототехніки та адитивних технологій у загальний перелік фундаментальних фізичних термінів і уявлень є необхідним. Виконання лабораторних робіт в межах курсу «Основи сучасної електроніки» із застосуванням апаратно-програмних комплексів, робототехнічних засобів та адитивних технологій дозволить учасникам освітнього процесу не лише набути необхідних знань, а й розвинути їх технічну компетентність.

Список використаних джерел

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text (дата звернення: 28.11.2021).

2. Ільніцька К. До питання про формування технічної компетентності майбутніх учителів фізики у процесі застосування засобів сучасної електроніки й комп'ютерної техніки в навчальному фізичному експерименті. Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. 2016. Вип. 10(2). С. 52–56.

3. STEM-освіта та використання цифрових лабораторій в освітньому процесі. URL: https://ele.zp.ua/sites/stem-osvita/ (дата звернення: 15.11.2019).

4. Bers M., et al. Teachers as Designers: Integrating Robotics in early Childhood education. *Information Technology in Childhood Education*. 2002. P. 123–145.

5. Carberry A. R., McKenna A. F. Exploring students' conceptions of modeling and modeling uses in en-gineering design. *Journal of Engineering Education.* 2014. Vol. 103. № 1. P. 77–91.

6. Jonassen D. H. Computers as mindtools for schools. Prentice Hall. 2006. 253 p.

7. Keisner A., Raffo J., Wunsch-Vincent S. Robotics: Breakthrough Technologies, Innovation, Intellectual Property. *Foresight and STI Governance.* 2016. Vol. 10. № 2. P. 7–27.

8. Miller B., Atkinson R. D. Are Robots Taking Our Jobs, or Making Them? *The Information Technology and Innovation Foundation*. 2016. Vol. 10. № 2. URL: https://foresight-journal.hse.ru/data/2017/01/20/1116151283/2-2016.pdf (дата звернення: 25.10.19).

9. Кіт І. В., Кіт О. Г. Методичні особливості курсу «Технологія створення робототехнічних систем». *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2015. № 8. С. 45–46.

10. Мартинюк О. С. Особливості методики навчання студентів (майбутніх учителів фізики та загальнотехнічних дисциплін) основ мікроелектроніки та освітньої робототехніки. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі.* Київ, 2014. Вип. 14. С. 50–58.

11. Задорожна О. В., Ковальов Ю. Г. Освітня робототехніка у навчанні фізики. *Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія: Проблеми методики* фізико-*математичної і технологічної освіти.* 2016. Вип. 9(2). С. 120–125.

12. Соменко Д. В., Соменко О. О. Використання можливостей апаратно-обчислювальної платформи Arduino в лабораторному практикумі з фізики. *Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти.* 2016. Вип. 9(1). С. 173–184.

13. Морзе Н. В., Струтинська О. В., Умрик М. А. Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету.* 2018. Вип. 5.

С. 178–187. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeeemu_2018_5_22 (дата звернення: 14.09.2019).

14. Ільніцька К. С. Робототехніка як об'єкт вивчення майбутніми учителями фізики в межах дисципліни «Основи сучасної електроніки». *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини*. Умань, 2020. Випуск 1. С. 80–86.

15. Мартинюк О. С. Особливості методики навчання студентів (майбутніх учителів фізики та загальнотехнічних дисциплін) основ мікроелектроніки та освітньої робототехніки. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі.* Київ, 2014. Вип. 14. С. 50–58.

16. Про затвердження Державного стандарту базової середньої освіти: проєкт постанови від 2019 р. URL: https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2019/06/standart-1206.pdf (дата звернення: 15.09.2019).

17. Основи комп'ютерної графіки: навч. посіб. / Г. В. Веселовська. К.: Центр навч. літ-ри, 2004. 392 с.

18. Горбатюк Р. М. Комп'ютерне моделювання у підготовці майбутніх інженерів-педагогів до професійної діяльності. *Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: Педагогіка.* 2009. № 3. С. 222–229.

19. Горобець С. М. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у самостійній роботі студентів при вивченні дисципліни «Основи комп'ютерного дизайну». *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. 2015. Вип. 1. С. 76–80. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VZhDU_2015_1_17 (дата звернення: 13.04.2017).

20. Мосіюк О. О. Особливості вивчення 3D моделювання у процесі професійної підготовки майбутніх учителів інформатики. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота.* 2018. Вип. 2(43). С. 182–186.

21. 3D технологии в повседневной жизни людей. URL: http://techno-guide.ru/informatsionnye-tekhnologii/3dtekhnologii.html (дата звернення: 09.09.2019).

22. Аддитивные технологии, материалы и конструкции: материалы науч.-техн. конф. (Гродно, 5–6 окт. 2016 г.). Гродно: ГрГУ, 2016. 274 с.

23. Гречко А. М. Технологии быстрого прототипирования – от детской игрушки до мирового господства. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія:*

Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. Х.: НТУ ХПІ, 2013. № 65(1038). С. 14–36.

24. Крівцов В. В. Можливості використання 3D-друку під час навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі.* 2014. Вип. 14. С. 32–39.

25. Чернишов С. І. Підвищення ефективності інтегрованих технологій пошарового вирощування виробів на основі статистичного прогнозування: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08. Х., 2006. 20 с.

26. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік. URL: https://drive.google.com/file/d/0B3m2TqBM0APKekwtZFdhWXJuODg/view (дата звернення: 14.09.2019).

27. Дингес С. И., Колесников И. И., Пестряков А. В. и др. Аппаратно-программный комплекс анализа и синтеза модулированных сигналов «Вектор». *T-COMM. Телекоммуникации и транспорт*. 2009. Спецвып. S1: «Технологии информационного общества». С. 97–99.

28. Гичко А. О. Сімейство контролерів Arduino та його можливості у процесі навчання фізики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти.* Кропивницький, 2017. Вип. 11, ч. 2. С. 86–89.

29. Головань М. С. Компетентнісний підхід у процесі професійної підготовки фахівців у вищих навчальних закладах. *Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця:* матеріали III міжвуз. наук.-практ. конф. (Суми, 5–6 груд. 2012 р.). Суми: Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2012. С. 21–23.

30. Горбатюк Р. М. Комп'ютерне моделювання у підготовці майбутніх інженерів-педагогів до професійної діяльності. *Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: Педагогіка.* 2009. № 3. С. 222–229.

31. Долинин Ф. И. Использование 3D-принтеров в высших учебных заведениях для образования и возможности заработка. *Инновации в науке:* сб. ст. по материалам XXXV междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск: СибАК, 2014. С. 60–67.

Решітник Ю.В.
кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри фізики та інтегративних
технологій навчання природничих наук
Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини
dikhtiarenko_iu@udpu.edu.ua
orcid.org/ 0000-0002-7937-2880

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ ІЗ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ

Анотація. *Параграф монографії присвячено питанням модернізації курсу загальної фізики у закладах вищої освіти. Показано, що важливе значення при цьому відіграють інформаційні технології навчання, які спрямовані на удосконалення інформаційної культури майбутніх вчителів фізики та природничих наук. Здійснено аналіз досліджень проблем використання сучасних інформаційних технологій в навчальному процесі з фізики. Накопичений досвід переконливо свідчить про незаперечні переваги поєднання традиційних методичних систем навчання з інформаційними технологіями. Серед значної кількості комп'ютерних засобів особлива увага приділяється програмному забезпеченню та ресурсам, які дозволяють ефективно і наочно демонструвати моделі фізичних явищ на лекційних заняттях; виконувати розрахунки і будувати на їх основі графіки залежностей у процесі розв'язування задач, доповнювати завдання реальних лабораторних робіт з фізики віртуальними.*

Ключові слова: *інформаційні технології, модернізація освітнього процесу, візуалізація навчального матеріалу, Wolfram Demonstrations Project, комп'ютерне моделювання фізичних процесів, математичний програмний комплекс MathCAD, графічний аналіз розв'язків, віртуальні лабораторії, PhET Colorado.*

Сучасні тенденції розвитку вищої освіти визначають кардинальну зміну підходів до організації освітнього процесу у закладах вищої освіти. Викладач повинен виконувати не тільки функцію передачі наукових знань, а й уміти вибирати оптимальну стратегію викладання, використовувати сучасні педагогічні

технології, спрямовані на покращення якості освіти та формування творчої, всебічно розвиненої особистості.

Одним із основних шляхів підвищення ефективності системи освіти є впровадження інноваційних технологій навчання, серед яких важливе місце належить інформаційним технологіям (ІТ).

Фізика як навчальна дисципліна стала однією з перших галузей освіти, де використання інформаційних технологій продемонструвало свої багаті можливості. Питаннями застосування сучасних інформаційних технологій в освітньому процесі з фізики займалися такі науковці, як В. Ю. Биков, С. П. Величко, М. І. Жалдак, Ю. О. Жук, В. Ф. Заболотний, О. І. Іваницький, М. П. Лапчик, Г. В. Луньова, Н. В. Морзе, О. В. Оспеннікова, Ю. С. Рамський, Т. В. Тихонова та ін. Ними були запропоновані та досліджені найрізноманітніші форми використання інформаційних технологій, зокрема, віртуальні експерименти, комп'ютерні тренажери розв'язування задач, тестуючі програми для перевірки знань тощо. Наразі в закладах вищої світи накопичено значний досвід використання інформаційних технологій, і пошук нових його форм продовжується [1].

Основними організаційними формами навчання із загальної фізики в закладах вищої освіти є лекційні, практичні та лабораторні заняття, використання інформаційних комп'ютерних технологій для кожної з яких є виправданим. Існує велика кількість програмних середовищ, що дозволяють створити мультимедійний супровід навчальних занять, таких як MySlideShow, OpenOffice Impress, Powerbullet Presenter, ProShow Producer, Quick Slide Show. Найбільш поширеною програмою такого типу є Microsoft Office PowerPoint. Її характеризує: доступність, простота, наявність інструментів для створення графічних об'єктів, можливість створення динамічних та анімованих зображень, демонстрацій аудіо- та відеороликів. Однак, поряд зі звичними презентаційними технологіями у сферу освіти проникають нові, так звані, інтерактивні технології, які дозволяють відійти від презентації у вигляді слайд-шоу. Нова форма подачі матеріалу за допомогою інтерактивного обладнання (інтерактивної дошки SMART Board, інтерактивного дисплею Sympodium) являє собою презентацію, що створюється викладачем під час заняття – презентацію, що створюється тут і зараз. Впровадження нових технологій у сферу освіти веде за собою перехід від старої схеми репродуктивної передачі знань до нової, креативної форми навчання.

В умовах впровадження в навчальний процес інформаційних технологій, суттєво оновився технологічний інструментарій для моделювання, дослідження фізичних явищ і процесів, розв'язання графічних, якісних і кількісних задач, обробки експериментальних даних. Сучасні автоматизовані математичні системи Mathematica, MathLAB і MathCAD виступають в ролі потужного апарату, що полегшує розв'язання задач, пов'язаних з багаторазовими повторюваними процедурами обчислення, розв'язку рівнянь, систем, побудовою графіків. Використання в навчальному процесі інтерактивних комп'ютерних систем (або математичних пакетів) в рамках загальної фізики сприяє формуванню у студентів глибоких і міцних знань, умінь і навичок, розвиває продуктивне, евристичне, творче мислення.

Для формування вмінь та навичок проведення навчальних фізичних досліджень використовуються віртуальні лабораторії. Серед найбільш поширених ресурсів є: VirtuLAB, PhET, Wolfram Demonstrations Project. Використання віртуальних лабораторій надає студентам можливості для осмислення та закріплення теоретичного матеріалу, здійснення контролю знань з певної теми тощо.

1. Використання ресурсу Wolfram Demonstrations Project під час лекційних занять

Аналіз літературних джерел засвідчує, що в закладах вищої світи накопичено значний досвід використання ІТ, однак питання їх ефективного застосування під час викладання лекцій у процесі вивчення навчальних дисциплін ще не стало предметом ґрунтовного вивчення.

Використання ІТ у закладах вищої світи під час лекційних занять має на меті реалізацію таких завдань: розвиток системності мислення студентів; підтримка усіх видів пізнавальної діяльності; закріплення знань; реалізація принципу індивідуалізації навчання при збереженні його цілісності [2].

Цінність лекції полягає в тому, що у її процесі здобувач освіти має змогу засвоїти значно більше інформації, ніж за той самий час самостійної роботи. Під час лекції формуються погляди й переконання студентів, уміння критично оцінювати здобуту інформацію. Лекція сприяє також встановленню прямого контакту між викладачем і студентами, своєчасному інформуванню студентів про новітні наукові досягнення тощо. На лекції розглядають найгостріші проблемні та

вузлові питання, висвітлюють шляхи розв'язання проблем сучасною наукою і практикою, розглядають важкі для самостійного опрацювання студентами питання робочої програми. Здобувач освіти у процесі лекції може отримати відповідь на будь-яке запитання, що дасть йому змогу повноцінно включитися у навчально-пізнавальну діяльність.

За способом викладу навчального матеріалу виокремлюють такі види лекції: проблемні лекції, лекції-візуалізації, бінарні лекції, або лекції-дискусії, лекції із заздалегідь запланованими помилками, лекції-прес-конференції [3].

Лекція-візуалізація виникла як результат пошуку нових можливостей реалізації принципу наочності. Викладач на такій лекції використовує демонстраційні матеріали, форми наочності, які не лише доповнюють словесну інформацію, а й самі виступають носіями змістовної інформації. Читання її зводиться до вільного, розгорнутого коментування підготованих матеріалів. Лекція вимагає від студента зосередженості уваги на науковій інформації, яку подає викладач. Тільки в такому разі він свідомо засвоюватиме навчальний матеріал, виявлятиме зацікавленість до різних наукових питань [3]. Зазначений тип лекції сприяє навчанню студентів перетворювати усну й письмову інформацію у візуальну форму, що завдяки систематизації й виокремленню найбільш значущих, суттєвих елементів змісту навчання формує у них професійне мислення.

Особливо корисною є візуалізація і моделювання при вивченні: складних фізичних явищ на рівні, доступному для розуміння, усуваючи використання громіздкого математичного опису; динамічних об'єктів і явищ, які складно зрозуміти, дивлячись на просту статичну картинку в звичайних підручниках та навчальних посібниках. Далеко не всі навчальні експерименти з фізики можна або потрібно проводити в «реальному» режимі. Не дивно, що технології комп'ютерного моделювання досить швидко прийшли в цю область.

Проект Wolfram Demonstrations

Дуже цінним джерелом онлайнових лабораторій є багатогалузевий ресурс з відкритим кодом Wolfram Demonstrations Project (WDP) (рис. 2.5). Задуманий WDP розробником Mathematica Стівеном Вольфрамом як спосіб довести обчислювальні дослідження до якомога ширшої аудиторії. Каталог проекту регулярно оновлюється. Станом на березень 2021 року в каталозі розміщені і доступні відвідувачам сайту більше 12 000 демонстрацій.

Мета проекту – наочна демонстрація концепцій сучасної науки і техніки. Включені в колекцію модулі з інтерактивним інтерфейсом динамічно ілюструють розв'язання проблем, різні процеси і поняття в широкому діапазоні областей: математика, природничі науки, техніка тощо; охоплюють різні рівні знань від елементарних, призначених для дітей, до складних, орієнтованих на вищу школу та присвячених новітнім дослідженням.

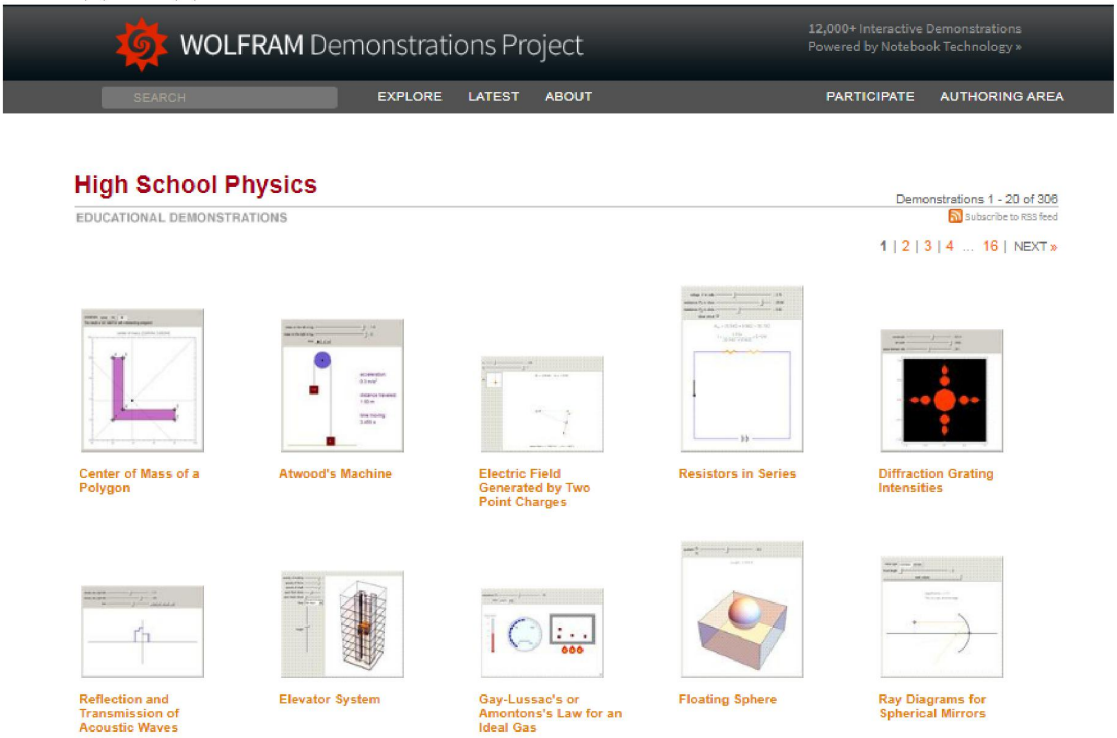


Рис. 2.5. Демонстрації з фізики у вищій школі
Wolfram Demonstrations Project

Технологічною основою для створення лабораторій і демонстрацій служить пакет Wolfram Mathematica. Для перегляду демонстрацій слід завантажити і встановити спеціальний Wolfram CDF Player розміром трохи більше 150 Мбайт. Каталог проекту містить розділи з фізики з моделями різних рівнів складності. Ресурс не містить конкретних завдань або контролю їх виконання. Однак не можна назвати контент просто презентаціями або відеороликами. У демонстраціях Wolfram є частка інтерактивності. Практично в будь-якій з них є інструменти, які допомагають змінювати параметри об'єктів для перегляду (шляхом пересування повзунка, натискання на клавішу або перетягування графічного елементу), проводячи тим самим віртуальні досліди над ними. Це сприяє більш глибокому розумінню процесів і явищ, що демонструються, створення умов для

креативного, творчого мислення. Єдиною незручністю може стати мовний бар'єр, оскільки сайт на даному етапі є суто англомовним [4].

Приклади інтерактивних демонстрацій в темах дисципліни «Загальна фізика (електрика і магнетизм)»

У процесі викладання дисципліни «Загальна фізика (електрика і магнетизм)» використовуються інтерактивні модулі візуалізації за різними темами. Ілюстративний матеріал відповідає змісту робочої програми, має прикладну спрямованість і відображає сучасний рівень науки.

Наведемо інтерактивні модулі візуалізації, які використовуються під час подачі матеріалу лекції «Провідники в електричному полі». До кожної моделі підготовлені проблемні питання, які є підґрунтям для індивідуальної аудиторної роботи студентів.

Зміст теми «Провідники в електричному полі» складається з 5 пунктів:

1. Розподіл зарядів у провіднику. Еквіпотенціальність поверхні провідника.
2. Напруженість поля біля поверхні провідника та її зв'язок з поверхневою густиною заряду.
3. Електростатична індукція. Врахування поля наведених зарядів.
4. Електрична ємність провідника. Конденсатори.
5. Електростатичні генератори.

В основній частині лекції здійснюється блокова подача та пояснення навчального матеріалу з використанням мультимедійної презентації.

Для інтерактивної демонстрації пункту «Конденсатори» використовуються модулі WDP, приведені на рис. 2-3.

Рис. 2.6 демонструє залежність ємності конденсатора від напруги, площі пластин, відстані між пластинами, відносної діелектричної проникності середовища, що заповнює простір між пластинами.

В якості розрахункових завдань розглядаються такі:

1) проаналізувати залежність ємності конденсатора від площі пластин (зафіксувати напругу, відстань між пластинами та діелектричну проникність середовища; знайти зміни ємності змінюючи значення площі пластин) та побудувати графік їх залежності;

2) дослідити як зміниться ємність між пластинами плоского конденсатора, якщо відстань між пластинами буде збільшено (зменшено) вдвічі.

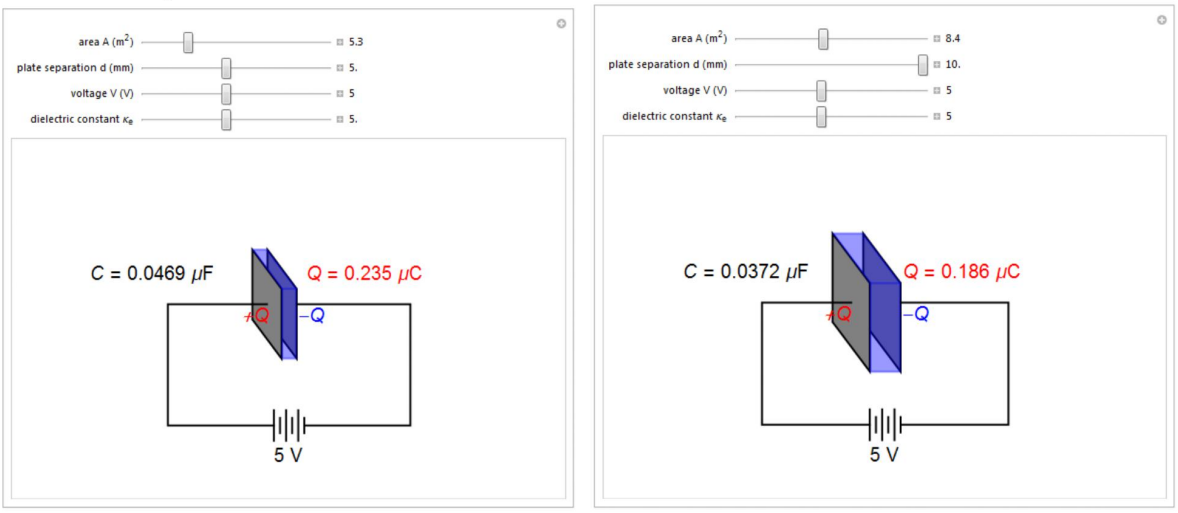


Рис. 2.6. Плоский конденсатор

На рис. 2.7 показаний скриншот модуля для пояснення методу зображень для точкового заряду між пластинами конденсатора.

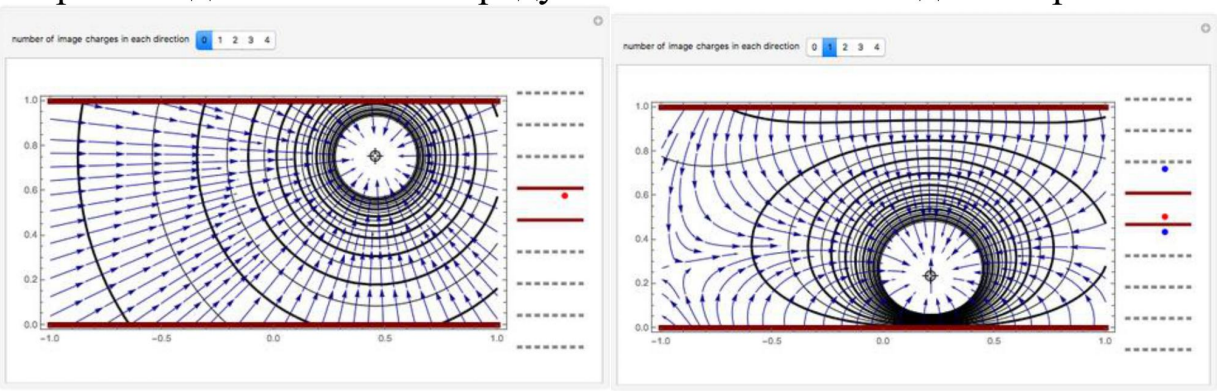


Рис. 2.7. Метод зображень для точкового заряду всередині конденсатора

Даний модуль дозволяє, переміщуючи точковий заряд, демонструвати отримане електричне поле (сині потокові лінії) та еквіпотенціальні лінії (чорні). Праворуч відображено набір реальних та уявних зарядів (червоний для позитивних, синій для негативних), а також розташування двох реальних пластин (суцільні червоні лінії) та декілька їх зображень (пунктирні сірі лінії).

Для зворотного зв'язку з аудиторією використовується обговорення матеріалу під час лекції та закріплення на практичному занятті (додаток А). Запитання на лекційному занятті до здобувачів освіти: В чому полягає метод зображень? Як обчислити силу, що діє

на точковий заряд, розташований між обкладинками плоского конденсатора? За правильні відповіді студенти заохочуються балами до рейтингу.

Під час викладання матеріалу пункту «Електростатичні генератори» демонструється генератор Ван де Граафа, скриншот якого представлений на рис. 2.8.

Візуально представлений навчальний матеріал забезпечує систематизацію наявних у студентів знань, надання можливостей для аналізу і синтезу, класифікацію і узагальнення навчального матеріалу, створення проблемних ситуацій і умов розв’язання.

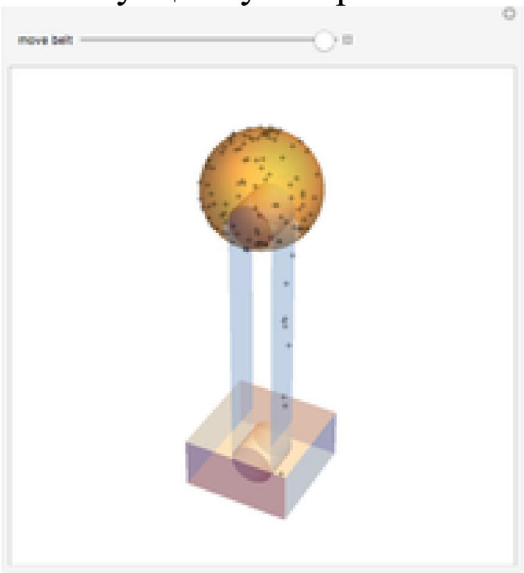


Рис. 2.8. Генератор Ван де Графа

На завершення приведеного прикладу слід зазначити, що кількість демонстраційних роликів, які представлено в ресурсі WDP і які охоплюються даною темою дуже велика. Тому можна запропонувати студентам здійснити пошук нових демонстрацій, які стосуються тематики заняття та розробити індивідуальне дослідницьке завдання для розв’язання на занятті.

Всі теми з відповідними посиланнями на ресурс Wolfram Demonstrations Project завантажені у систему дистанційного навчання, які студенти мають змогу переглядати постійно.

Таким чином, Wolfram Demonstrations Project – це ефективний засіб візуального та інтерактивного подання інформації, здатний підвищити якість сприйняття та глибину засвоєння навчальної інформації.

2. Використання математичного пакету MathCAD під час практичних занять із загальної фізики

Практичні та лабораторні заняття є складовою частиною навчального курсу із загальної фізики, мають тісний зв'язок з лекційним матеріалом. Вони, зазвичай, слідують за лекціями й тим самим наповнюють теоретичний курс практичним змістом.

Цільове призначення практичних занять із загальної фізики полягає у поглибленні й закріпленні знань, набутих на лекціях, формуванні вмінь і навичок застосування знань під час розв'язування задач. Розв'язування задач є найважливішим компонентом сучасних технологій навчання завдяки їх винятковій ролі у формуванні й розвитку пізнавальної активності, аналітичного стилю мислення; інтелектуальних і пошуково-творчих здібностей в умовах диференційованого навчання фізики; активізації навчально-пізнавальної діяльності на заняттях з фізики та під час самостійної роботи; оволодіння методами наукового пізнання [1].

Одним із ефективних інструментів набуття студентами навичок розв'язування задач є прикладні комп'ютерні програми математичного спрямування. Спеціалізовані пакети для математичної обробки останнім часом все більше розширюють свою нішу на ринку комп'ютерних програм. Серед найбільш поширених: Mathematica, MathCAD, MatLAB.

Математичний пакет MathCAD

Програма MathCAD отримала популярність і визнання не лише серед науковців, але й у викладачів і студентів вищих навчальних закладів, оскільки серед інших програмних засобів вирізняється простотою та зручністю інтерфейсу, поданням математичних виразів у вигляді, близькому до традиційного друкованого запису на папері, можливістю короткочасного (30 днів) безкоштовного користування в ознайомчих і навчальних цілях [5] при відсутності ліцензії. Поширенню програми MathCAD у науковій і навчальній діяльності сприяє також наявність значної кількості посібників та інтернет-курсів для самостійного оволодіння даним програмним продуктом. Зокрема, розв'язання значної кількості задач з фізики засобами математичного пакету MathCAD можна знайти в книгах [6, 7], на Інтернет-сайтах [5] та ін.

На рис. 2.9 приведено інтерфейс програмного середовища MathCAD, який схожий з іншими додатками Windows, що дозволяє здобувачу освіти працювати у звичному середовищі при завантаженні

пакету і використовувати знання і уміння при роботі з іншими Windows-додатками. Зручними є панелі: Математика, Калькулятор, Графіки, Обчислення та ін., що використовуються в процесі розв'язання задач з фізики.

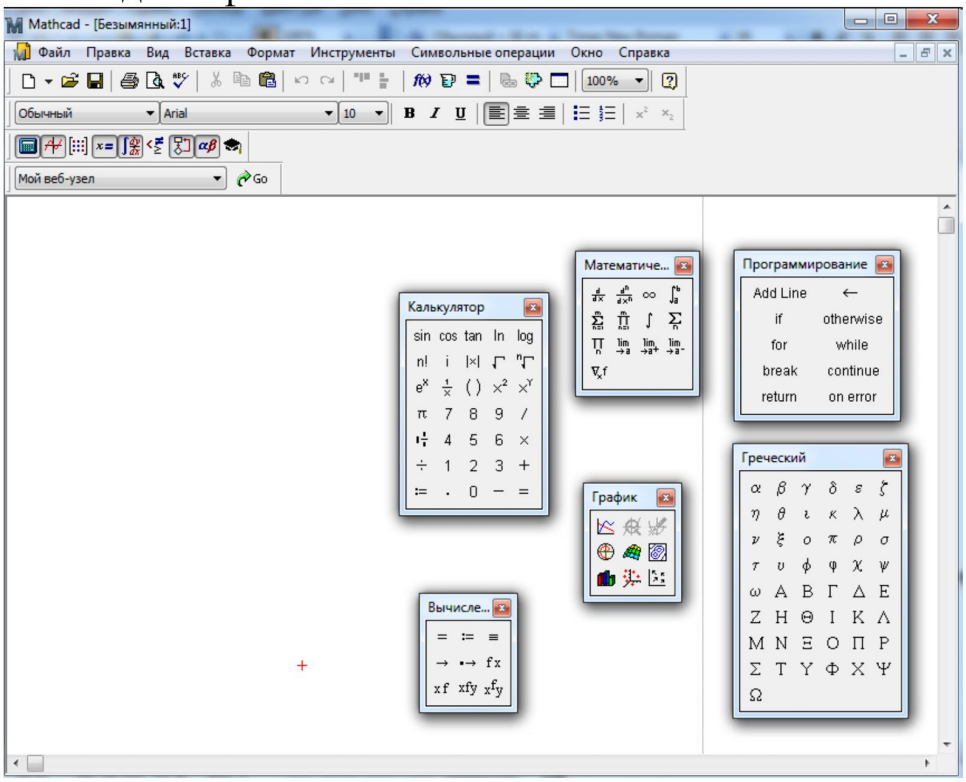


Рис. 2.9. Інтерфейс пакета MathCAD

Для вірного розв'язання і оформлення задачі здобувач освіти повинен дотримуватись певного алгоритму у відповідності до типових вимог розв'язання задач з фізики.

Основними пунктами при цьому є:

– аналіз умови задачі,

– вибір раціонального способу розв'язання,

– розв'язання і оформлення,

– аналіз і перевірка правильності розв'язання.

Використання пакету MathCAD відбувається під час виконання пункту «розв'язання» та дозволяє здобувачу освіти вивільнити простір та час для аналітичної і пошукової діяльності, перекладаючи частину розрахунків на спеціалізовані програми.

Слід зазначити, що робота у програмі MathCAD вимагає уважного і відповідального ставлення. На перших етапах знайомства з середовищем студенти мають запам'ятати, що десятковий дріб записується через крапку, а не кому; щоб провести розрахунок

необхідно ввести усі змінні, що використовуються у задачі; програма проводить розрахунок зліва на право та згори вниз; в ній існує три види знаків «=» і вони по різному використовуються в залежності від мети розрахунку; щоб розв'язати систему рівнянь або виконати операції із матрицями є службові команди тощо. Все це привчає здобувачів освіти до порядку виконання дій, формалізації запису величин, вчить самостійно відшуковувати та виправляти синтаксичні помилки.

Виправлення помилок відбувається однаково легко на будь-якому етапі розв'язку, незалежно від того у який момент їх було помічено та на який об'єм розрахунків вони впливають. Помилка автоматично виправляється при виправленні вихідних формул або зміні числових даних. У випадках, коли студент вагається між декількома шляхами розв'язання він може швидко перевірити всі варіанти та обрати вірний або переконатися в тотожності декількох з них.

Використання середовища MathCAD дозволяє викладачу (на власний розсуд в залежності від рівня підготовки студентів): приділити більше часу поясненню властивостей явищ, що в ній розглядаються, зробити додаткові акценти на послідовність та логіку розв'язання задач, приділити більше часу для напрацювання у студентів навичок розв'язання задач шляхом збільшення їхньої кількості, урізноманітнити постановку задачі, показати можливі формулювання однієї задачі різними способами, продемонструвати розв'язання задач підвищеної складності, вивчити нестандартні підходи до аналізу задач та показати рівнозначність отриманих результатів [8].

Реалізацію ідеї використання математичного пакету MathCAD під час практичних занять із загальної фізики продемонструємо на типових задачах з електрики.

Приклади розв'язання задач із загальної фізики (електрика і магнетизм) в середовищі MathCAD

Передбачається, що викладач зі студентами на практичному занятті розв'язують пропоновані задачі аналітично та перевіряють і досліджують отриманий розв'язок засобами MathCAD.

Умова задачі 1: Два точкових електричних заряди q_1 і q_2 мають координати (X_1, Y_1) і (X_2, Y_2). Розрахуйте розподіл потенціалу електричного поля та побудуйте еквіпотенціальні лінії $\varphi = \varphi(x, y)$.

Розв'язання. Потенціал електричного поля, що створюється зарядами q_i з координатами (x_i, y_i), $i = 1,2,...$ в точці x, y дорівнює:

$$\varphi(x,y)=\sum_{i=1}^{n}\frac{kq_i}{\sqrt{(X_i-x)^2+(Y_i-y)^2}}.$$

Результати розрахунку еквіпотенціальних ліній $\varphi=\varphi(x,y)$ представлено на рис. 2.10. Заряди додатні, тому по мірі наближення до кожного з них потенціал зростає.

Вихідні дані: $q1 := 10$ $q2 := 5$ $i := 1..100$ $j := 1..100$

$x_i := 0.01 \cdot i$ $y_j := 0.01 \cdot j$

$$\varphi_{i,j} := \frac{q1}{\sqrt{(0.3-x_i)^2+(0.3-y_j)^2+0.001}} + \frac{q2}{\sqrt{(0.7-x_i)^2+(0.6-y_j)^2+0.001}}$$

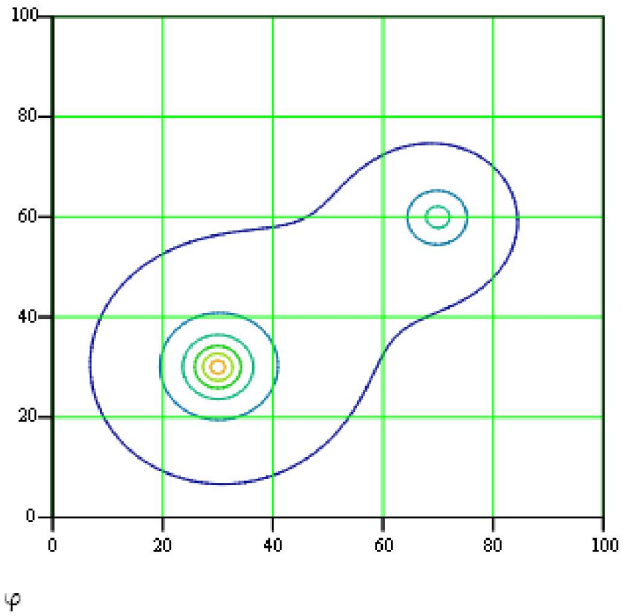


Рис. 2.10. Побудова еквіпотенціальних ліній двох точкових зарядів у середовищі MathCAD

Умова задачі 2: Поряд із зарядженою пластиною розташовані два точкових заряди. Розрахуйте розподіл потенціалу та побудуйте силові лінії напруженості електричного поля.

Розв'язання. Залежність $\varphi=\varphi(x,y)$ визначається аналогічно до попередньої задачі. Напруженість електричного поля в двовимірному випадку дорівнює:

$$\vec{E}(x,y)=-grad\,\varphi=-\vec{i}\,\frac{\partial\varphi}{\partial x}-\vec{j}\,\frac{\partial\varphi}{\partial y}.$$

Для побудови силових ліній в середовищі MathCAD обчислюються проекції вектора напруженості на осі координат і

будується матриця $E_{i,j} = Ex(x_i, y_j) + iEy(x_i, y_j)$ і нормована матриця $A_{i,j}$, яка використовується для побудови векторного поля (рис. 2.11).

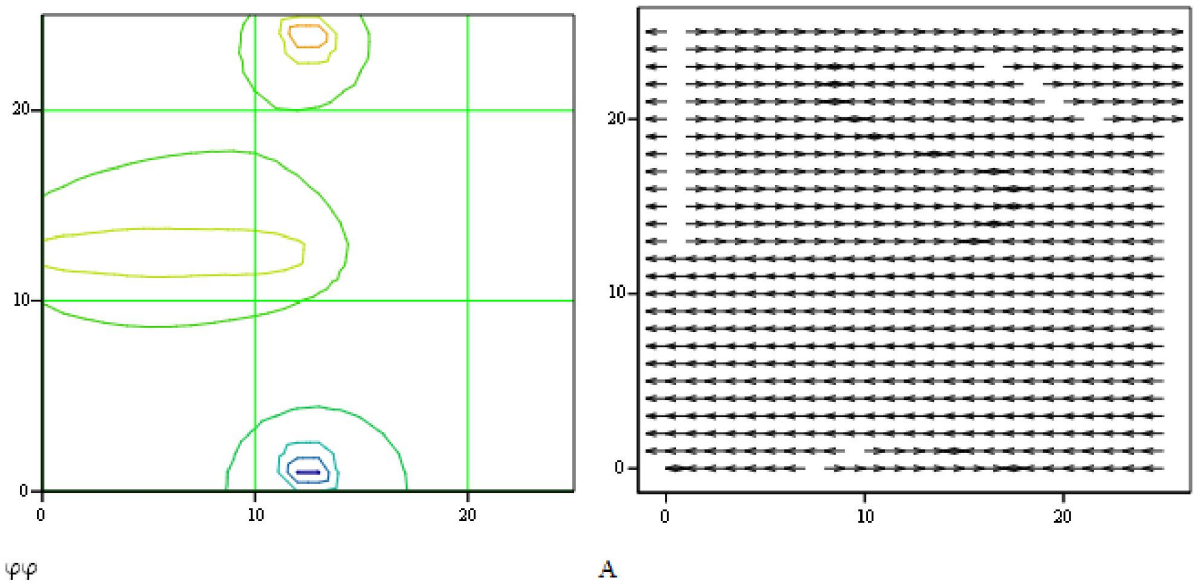
Вихідні дані: $N1 := 25$ $i := 0..N1$ $j := 0..N1$

$$x_i := -5 + 0.4 \cdot i \qquad y_j := -5 + 0.4 \cdot j$$

$$\varphi(x,y) := \frac{-4}{\sqrt{x^2 + (y+4.5)^2}} + \frac{4}{\sqrt{x^2 + (y-4.5)^2}} + \sum_{i=0}^{10} \frac{1}{\sqrt{(x + 0.5 \cdot i)^2 + y^2}}$$

$$Ex(x,y) := -\frac{d}{dx}\varphi(x,y) \qquad Ey(x,y) := -\frac{d}{dy}\varphi(x,y) \qquad \varphi\varphi_{i,j} := \varphi(x_i, y_j)$$

$$E_{i,j} := Ex(x_i, y_j) + i \cdot Ey(x_i, y_j) \qquad A_{i,j} := \frac{E_{i,j}}{|E_{i,j}|}$$



φφ A

Рис. 2.11. Графічне зображення електричного поля системи, що складається із зарядженої пластини та двох точкових зарядів

Умова задачі 3: Розрахувати силу струму у вітках схеми, поданої на рис. 8, якщо $R_1 = 50$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, $R_3 = 10$ Ом, $R_4 = 45$ Ом, $R_5 = 5$ Ом, $R_7 = 55$ Ом, ЕРС $= 100$ В.

Розв'язання. Дана задача зводиться до розв'язання системи алгебраїчних рівнянь за допомогою обчислювального блоку Given/Find (рис. 2.12).

Даний блок складається з кількох компонентів, які вводяться в наступному порядку:

1. Початкове наближення (присвоєння початкових значень змінним: усім шести шуканим значенням сили струму присвоюється один ампер).

2. Команда Given, яку необхідно набрати з клавіатури.

3. Рівняння, які необхідно розв'язати (у нашому випадку - закони Кірхгофа). Рівняння вводяться в звичайній математичній формі, але замість простого знака рівності «=» використовується оператор логічної рівності (вводиться шляхом натиснення клавіш Ctrl=).

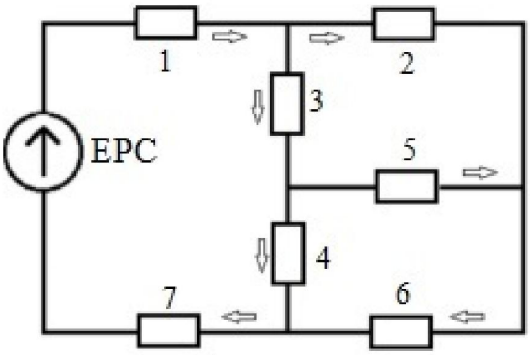
4. Звернення до функції Find. Аргументами функції є імена змінних відносно яких розв'язується система. Функція повертає вектор значень, де перший аргумент відповідає першій змінній в списку аргументів, другий елемент – другій змінній і т.д.

Розв'язання задачі приведено на рис. 8.

Вихідні дані: $R1 := 50$ $R2 := 30$ $R3 := 10$ $R4 := 45$

$R5 := 5$ $R6 := 17$ $R7 := 55$ $EPC := 100$

$(I1\ I2\ I3\ I4\ I5\ I6) := (1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$



Given

$I1 = I2 + I3$ $I3 = I4 + I5$

$I6 = I2 + I5$ $I1 = I4 + I6$

$R1 \cdot I1 + R3 \cdot I3 + R4 \cdot I4 + R7 \cdot I1 = EPC$

$R1 \cdot I1 + R2 \cdot I2 + R6 \cdot I6 + R7 \cdot I1 = EPC$

$R2 \cdot I2 - R5 \cdot I5 - R3 \cdot I3 = 0$

$R5 \cdot I5 + R6 \cdot I6 - R4 \cdot I4 = 0$

$$\begin{pmatrix} I1 \\ I2 \\ I3 \\ I4 \\ I5 \\ I6 \end{pmatrix} := Find(I1, I2, I3, I4, I5, I6) = \begin{pmatrix} 0.795 \\ 0.238 \\ 0.557 \\ 0.243 \\ 0.314 \\ 0.552 \end{pmatrix}$$

Рис. 2.12. Алгоритм розрахунку сили струму за законами Кірхгофа

В окремих темах загальної фізики математична складова досить громіздка, тому важливо мати можливість робити викладки і

перетворення, причому в математичній нотації, на персональному комп'ютері. Наочність представлення матеріалу, можливість конструювання моделей за їх математичним описом – одна з необхідних вимог для коректного розуміння суті моделей і їх описів. Ресурси Mathematica, MathCAD, MathLAB надають розв'язок цих проблем, оскільки дозволяють здійснювати складні обчислення, мають широкі графічні можливості, що може бути успішно застосовано також при виконанні індивідуальних науково-дослідних завдань.

3. Використання «віртуальних лабораторій» в лабораторному практикумі

Виконання лабораторних робіт є невід'ємною складовою курсу загальної фізики, що забезпечує формування експериментальних умінь та дослідницьких навичок. Курс загальної фізики має бути значною мірою наповнений експериментальними дослідженнями, в тому числі комп'ютерними.

Для формування вмінь та навичок проведення навчальних фізичних досліджень доцільно використовувати віртуальні лабораторії. Здійснимо короткий огляд найбільш популярних з них, а саме VirtuLab та PhET Colorado.

Ресурс VirtuLab – один з найпоширеніших сайтів, що включає в себе колекцію віртуальних дослідів з фізики. За допомогою віртуального експерименту стає можливим наочно проілюструвати фізичні процеси у тривимірній графіці, створені за допомогою Adobe Flash. Кожний ролик дозволяє провести певний експеримент, що має чітке завдання та навчальну мету. Для цього експериментатору пропонуються всі необхідні інструменти та об'єкти. Всі завдання та послідовність дій у вигляді текстових повідомлень виводяться на екрані [9, 10].

PhET – інтернет-ресурс, розроблений Університетом Колорадо. На його сторінках запропоновані віртуальні лабораторії, що демонструють різноманітні явища в області фізики. В каталозі знаходиться декілька сотень демонстрацій, частина з яких присвячена новітнім дослідженням. У підрозділі Translated Sims міститься перелік мов, якими були перекладені запропоновані віртуальні лабораторії. Їхня кількість українською мовою – 145 (на березень 2021 року). Найбільша перевага цього ресурсу перед іншими – це надання можливості виконання віртуальних робіт не лише в режимі онлайн, але й можливість їх виконання на локальному комп'ютері за допомогою

Java-Oracle. Всі досліди PhET інтерактивні, включають в себе одне або декілька завдань, а також усі необхідні елементи для їх виконання. Фізичний розділ даного ресурсу пропонує широкий вибір «лабораторій», що демонструють різноманітні явища [11].

Розглянемо переваги і недоліки віртуальних і реальних лабораторних робіт. Лабораторні установки в віртуальних лабораторіях, як правило, представляють собою комп'ютерну модель реальної експериментальної установки. Так як віртуальна лабораторна робота є моделлю, вона не завжди відображає конкретні властивості досліджуваного явища або об'єкта. Також недоліком віртуальної роботи, в якійсь мірі можна вважати те, що це індивідуальне виконання лабораторної роботи студентом дома або в лабораторії. Для розвитку м'яких навичок (soft skills) необхідно навчати студентів працювати в команді, вміти проектувати і ставити експериментальні завдання і втілювати їх в реальність. А це можливо тільки при виконанні реальних робіт. Проте, не можна не відзначити ряд переваг віртуальних лабораторних робіт перед традиційними методами. Отже, при виконанні віртуального лабораторного практикуму:

− не потрібні вимірювальні прилади та досліджувальні пристрої, що можуть коштувати занадто дорого;

− термін часу, що потрібен студентові на виконання роботи на комп'ютері є меншим, ніж час, що потрібен йому на виконання експериментальних дослідів;

− при виконанні роботи можна створити умови, які в процесі дослідження реального кола, пристрою досягти й реалізувати неможливо або дуже складно.

Віртуальні лабораторні роботи є також важливою складовою при дистанційному навчанні, що широко практикується в сучасних умовах.

В даній монографії наведемо приклад лабораторної роботи, яка складається з віртуальної та реальної частин. Така технологія виконання роботи зменшує основні недоліки, що притаманні віртуальній частині. Саме там, де найбільш доцільно студент виконує віртуальну частину роботи. Але, щоб виробити навички роботи з реальним обладнанням, він іншу частину виконує з реальними приладами.

Успіх лабораторної роботи залежить від ретельної підготовки студентів до її виконання. Перш за все, необхідно самостійно засвоїти теоретичний матеріал за посібниками, рекомендованими викладачем, що читає курс лекцій. Також необхідно ознайомитися зі змістом

роботи за методичними рекомендаціями. На кафедрі фізики та інтегративних технологій навчання природничих наук Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини виконання лабораторних робіт із загальної фізики (електрика і магнетизм) здійснюється за методичними вказівками [12].

Прийшовши на заняття, студент вже має уявлення про лабораторне устаткування, про методику проведення лабораторної роботи, що значно скорочує час їх виконання.

Виконання лабораторної роботи складається з декількох етапів:

− підготовка до роботи - студент заносить в робочий зошит короткий опис роботи. В описі роботи відображаються мета роботи, короткі теоретичні відомості, необхідне обладнання, порядок виконання роботи, таблиці для запису вимірюваних величин;

− допуск до роботи - викладач проводить опитування щодо порядку виконання роботи;

− виконання експериментальної частини роботи;

− розрахунок і обробка результатів вимірювань; знаходження похибок приладів;

− захист лабораторної роботи (студенти відповідають на контрольні запитання, наведені в методичних рекомендаціях в кінці кожної роботи, і заповнюють протокол за результатами проведених досліджень).

Продемонструємо використання віртуальної лабораторії під час виконання лабораторної роботи, що включена до робочої програми із загальної фізики на тему: «*Вимірювання електричної ємності конденсаторів. Сполучення конденсаторів*».

Метою даної лабораторної роботи є вивчення залежності заряду конденсаторів від напруги при сталій ємності, залежності заряду конденсатора від його ємності при сталій напрузі та визначення ємності батареї конденсаторів.

Для виконання віртуальної частини лабораторної роботи пропонуємо студентам виконати завдання у лабораторії конденсаторів PhET Colorado (рис. 2.13)

Завдання 1. Дослідити залежність заряду конденсатора від напруги при сталій ємності

1. Зафіксувати ємність конденсатора. Змінюючи напругу виміряти заряд (кількість електрики). Такі вимірювання виконати для п’яти значень напруг. Результати вимірювань занести до таблиці №1 протоколу лабораторної роботи (див. нижче).

2. На основі одержаних даних побудувати графік залежності заряду конденсатора від напруги при сталій ємності.

3. Сформулювати висновки.

Завдання 2. Дослідити залежність заряду конденсатора від ємності при сталій напрузі

1. Зафіксувати напругу на конденсаторі. Змінюючи ємність виміряти заряд. Такі вимірювання виконати для п'яти значень ємностей. Результати вимірювань занести до таблиці №2 протоколу лабораторної роботи.

2. На основі одержаних даних побудувати графік залежності заряду конденсатора від ємності при сталій напрузі.

3. Сформулювати висновки.

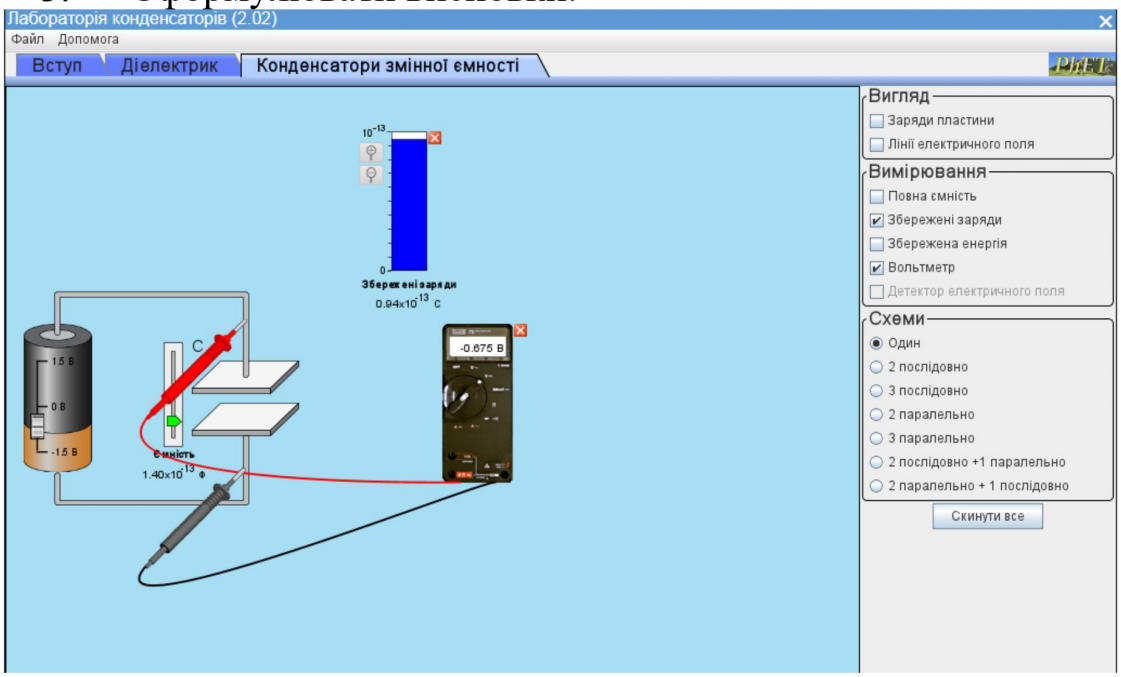


Рис. 2.13. Лабораторія конденсаторів в PhET Colorado.

Майбутній вчитель фізики, природничих наук повинен працювати з реальними приладами, вміти ставити експерименти, проводити вимірювання і розрахунки. Тому під час реальної частини лабораторної роботи для розвитку практичних навичок з вимірювання фізичних величин із застосуванням приладів і обладнання, навичок проведення експерименту, складання електричних схем пропонуємо наступні завдання:

Завдання 3. Виміряти ємність конденсаторів з наявного набору

Взяти конденсатор невідомої ємності. Зарядити його до напруги 1 В. На мікрокулонометрі встановити діапазон 100 мкКл. Розрядити конденсатор через мікрокулонометр. Якщо відхилення стрілки

незначне, то змінити діапазон мікрокулонометра або змінити напругу так, щоб стрілка мікрокулонометра відхилилася більш як на половину шкали. При розрахунку похибок клас точності мікрокулонометра і калібратора напруги вважати 1,5. Результати вимірювань і обчислень занести до таблиці №3 протоколу лабораторної роботи.

Завдання 4. Виміряти ємність електролітичних конденсаторів

Для вимірювання великих ємностей конденсаторів, у тому числі й електролітичних, використовують багаторазовий розряд. На мікрокулонометрі встановити максимальний діапазон (100 мкКл). Від'єднати калібратор напруги від вимірювальної схеми, попередньо зарядивши конденсатор до напруги 1 В, а потім частинами віддавати заряд на мікрокулонометр. При цьому загальна кількість електрики на конденсаторі буде рівна сумі вимірів. Визначити ємність електролітичного конденсатора за формулою (1). Результати занести до таблиці №3 протоколу лабораторної роботи.

Для визначення ємності батареї конденсаторів пропонуємо студентам підготуватися, виконавши наступні завдання:

1. Накреслити схеми двох електричних кіл. Кожне коло має містити два конденсатори, які з'єднані з джерелом струму: *схема 1* – конденсатори з'єднані послідовно; *схема 2* – конденсатори з'єднані паралельно.
2. Біля кожної схеми записати співвідношення, які вам необхідно перевірити (формули для визначення загальної ємності, загальної напруги, загального заряду).

Завдання 5. Дослідити послідовне та паралельне з'єднання конденсаторів

1. Скласти електричне коло з конденсаторами різної ємності спочатку за накресленою вами схемою 1, а потім за схемою 2.
2. Виміряти ємність і порівняти одержані результати з теоретично обчисленими значеннями.
3. Результати занести до таблиці №4 протоколу лабораторної роботи.
4. Сформулювати висновки.

Можна також запропонувати студентам самостійно розробити завдання 6 для дослідження послідовного та паралельного з'єднання конденсаторів у Лабораторії конденсаторів в PhetColorado.

Протокол виконання лабораторної роботи

ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЄМНОСТІ КОНДЕНСАТОРІВ. СПОЛУЧЕННЯ КОНДЕНСАТОРІВ.

Мета: навчитись визначати електричну ємність конденсаторів, залежність заряду конденсаторів від напруги при сталій ємності, залежність заряду конденсатора від його ємності при сталій напрузі, визначати ємність батареї конденсаторів.

Обладнання: Мікрокулонометр, калібратор напруги (КН-30), конденсатор, магазин ємностей, ключ, з´єднувальні проводи, віртуальна лабораторія PhET Colorado.

Роботу виконав(ла) студент (ка) _____ курсу _____ групи факультету _____ «___»_____20__ р.

За вказаною методикою провести дослідження. Дані вимірювань та розрахунків записати в таблицю.

Таблиця 1

Напруга U, В					
Заряд q, мкКл					

Таблиця 2

Ємність конденсатора C, мкФ					
Заряд q, мкКл					

Таблиця 3

Конденсатор №	Напруга на конденсаторі U, В	Заряд конденсатора q, мкКл	Ємність конденсатора, мкФ		Похибка	
			Номінальна $C_н$	Виміряна $C_в$	Абсолютна, $C_{аб} = \lvert C_H - C_B \rvert$	Відносна, $\varepsilon = \frac{C_{аб}}{C_н} \cdot 100\%$
1.			1			
2.			2			
3.			4			
4.			20			
5.			1000			

Таблиця 4

Конденсатор №	1	2
Ємність С, мкФ		
З’єднання	Ємність обчислена $C_о$, мкФ	Ємність виміряна $C_в$, мкФ
послідовне		
паралельне		

Висновки

Розв’язання проблем сучасної освіти неможливе без використання найсучасніших технологій, в тому числі інформаційних. Впровадження інформаційних технологій істотно впливає на підвищення зацікавленості здобувачів вищої освіти до вивчення загальної фізики, забезпечує формування цілісного сприймання і розуміння природних процесів та явищ, дає змогу самостійно досягати навчальних цілей через моделювання процесу розв’язання проблеми.

Показано, що використання інформаційних ресурсів з метою візуалізації під час лекцій допомагає більш успішному сприйняттю і запам’ятовуванню лекційного матеріалу, а також дозволяє активізувати мислення, глибше сприймати сутність досліджуваних явищ. Лекція-візуалізація, яка є сучасним і широко використовуваним методом активного навчання, сприяє формуванню у здобувачів освіти професійного мислення за рахунок систематизації та виділення найбільш значущих, істотних елементів.

Досвід використання MathCAD на практичних заняттях із загальної фізики продемонстрував підвищення мотивації студентів як до розв’язування задач, так і до більш глибокого вивчення самої навчальної дисципліни. Показано, що використання графічних можливостей програмного середовища MathCAD дозволяє динамічно обробляти дані в числовому та аналітичному вигляді; підвищує інтенсивність практичних занять; розширює коло завдань практичного змісту, сприяє більш повному розумінню фізичних явищ і процесів, які розглядаються у задачах.

Доповнення реальних лабораторних робіт з фізики завданнями у «віртуальних лабораторіях» дозволяє сформувати у студентів навички, які знадобляться їм і для реальних експериментів - вибір умов експерименту, установка параметрів дослідів тощо. Все це перетворює виконання багатьох завдань в мікродослідження, стимулює розвиток творчого мислення студентів, підвищує інтерес до вивчення фізики.

Отож, можна стверджувати, що впровадження інформаційних технологій в освітній процес із загальної фізики дозволяє істотно підвищити результативність навчальної діяльності, поглибити розуміння навчального матеріалу, надати навчанню творчо-дослідницького характеру, забезпечити диференціацію навчання, сформувати професійні та особистісні якості здобувачів вищої освіти.

Додаток А

Умова задачі: знайти силу, що діє на точковий заряд q, який знаходиться на відстані x від середини плоского конденсатора. Обкладинки плоского конденсатора у вигляді двох провідних пластин заземлені і розташовані в площинах $x = \pm l$.

Розв'язання задачі. Якщо вважати пластини нескінченними можна скористатися розв'язком задачі про поле точкового заряду q, який розташований поза провідним середовищем. Як відомо, поза провідником поле такої системи дорівнює сумі полів самого заряду і уявного точкового заряду $q' = -q$, розташованого в точці, що являє собою дзеркальне відображення точки q в граничній площині провідного середовища. В півпросторі, що заповнений провідником, поле дорівнює нулю. Цей результат зберігається, якщо провідний півпростір замінити провідною площиною, так як реальний, а не уявний екранізований заряд розташовується на поверхні провідника.

Застосувавши метод зображень, враховуючи наявність двох відображувальних поверхонь, отримаємо нескінченну систему уявних зарядів (рис. 2.14).

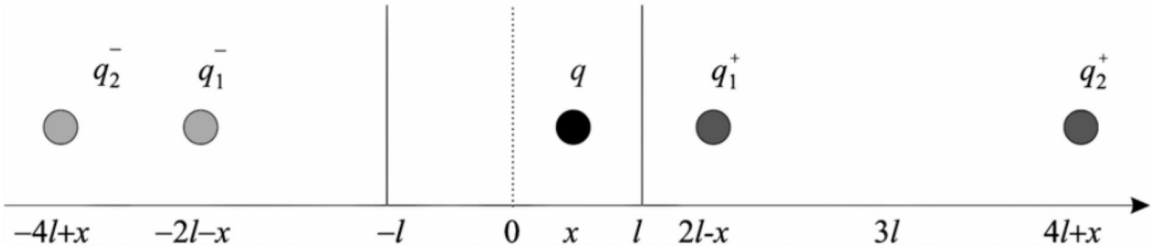


Рис. 2.14. До розв'язку задачі про плоский конденсатор

Дійсно, уявний заряд q_n^+, отриманий відображенням відносно площини $x = +l$ і знаходиться з правої сторони від неї, в свою чергу відображається відносно площини $x = -l$, формуючи уявний заряд $q_{n+1}^- = -q_n^+$. І навпаки, заряд q_n^-, розташований зліва від лівої обкладинки $x = -l$, відображається відносно правої обкладинки $q_{n+1}^+ = -q_n^-$.

Доповнимо ці співвідношення правилами перетворення координат зарядів $x_n^{\pm}$:

$$q_{n+1}^{+} = -q_n^{-} \qquad x_{n+1}^{+} - l = -(x_n^{-} - l),$$
$$q_{n+1}^{-} = -q_n^{+} \qquad x_{n+1}^{-} - l = -(x_n^{+} - l),$$

За початковими умовами: $q_0^{+} = q_0^{-} = q,\ x_0^{+} = x_0^{-} = x$, тоді отримаємо наступні формули:

$$x_{2n}^{\pm} = \pm 4nl + x, \qquad q_{2n}^{\pm} = q,$$
$$x_{2n+1}^{\pm} = \pm(4n+2)l - x, \qquad q_{2n+1}^{\pm} = -q,$$

де $n = 0,1,2...$

Шукана сила дорівнює сумі сил, що діють на заряд q, зі сторони кожного заряду-зображення. Сумуючи окремо по непарних і парних індексах, маємо:

$$F = \sum_{n=0}^{\infty}\left[\frac{q^2}{(x_{2n+1}^{+} - x)^2} + \frac{-q^2}{(x_{2n+1}^{-} - x)^2}\right] + \sum_{n=1}^{\infty}\left[\frac{-q^2}{(x_{2n}^{+} - x)^2} + \frac{-q^2}{(x_{2n}^{-} - x)^2}\right].$$

Після підстановки координат зарядів кожний член другої суми перетворюється в нуль, тому сила

$$F = \frac{q^2}{l^2}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(2n+1)(x/l)}{(2n+1)^2 - (x/l)^2} \tag{1}$$

виражається через логарифмічну похідну $\psi(z) = \Gamma'(z)/\Gamma(z)$ гамма функції $\Gamma(z)$:

$$F = \frac{q^2}{16l^2}\left[\psi'\left(\frac{l-x}{2l}\right) - \psi'\left(\frac{l+x}{2l}\right)\right] \tag{2}$$

Сума скінченного числа членів ряду (1) також виражається через $\psi(z)$.

При $x \to 0$ перший член ряду F_0, що відповідає сумі сил зі сторони зарядів q_1^{+} і q_1^{-}, дає $F = (q^2/l^3)x$, а згідно з точним розв'язком:

$$F = \frac{7}{8}\zeta(3)\frac{q^2}{l^3}x = 1,0518\frac{q^2}{l^3}x,$$

де $\zeta(z)$ - дзета-функція Рімана. Похибку можна зменшити, враховуючи уявні заряди наступних порядків. При фіксованому числі членів ряду похибка не покращується з наближенням заряду до центра конденсатора, оскільки при $x \to 0$ вклад пари зарядів q_n^{-} і q_n^{+} будь-якого порядку n лінійний по x. Додатній знак коефіцієнта перед x означає, що положення заряду в центрі конденсатора нестійке.

Список використаних джерел

1. Дудик М., Решітник Ю., Коцик В. Використання інформаційних технологій у самостійній роботі студентів фізичних спеціальностей з теоретичної фізики. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*. 2019. Випуск 4. С. 63–73. (DOI: 10.31499/2307-4906.4.2019.200154)

2. Фіцула М. М. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. К. : Академвидав, 2014. 456 с.

3. Байраченко Р. М. Застосування інноваційних технологій під час лекції. *Медсестринство*. 2016. № 1. С. 19–22.

4. Wolfram Demonstrations Project [Електронний ресурс] / Wolfram Demonstrations Project & Contributors. 2021. Режим доступу: http://demonstrations.wolfram.com/

5. PTC MathCAD 15.0. URL: https://ptc.com/ru/products/MathCAD/free-trial

6. Майер Р. В. Решение физических задач с помощью пакета MathCAD. Глазов: ГГПИ, 2006. 37 с.

7. Очков В. Ф., Богомолова Е. П., Иванов Д. А. Физико-математические этюды с Mathcad и Интернет: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2017. 484 с.

8. Мілюкова І.Р. Застосування математичного пакету MathCAD при розв'язанні задач з фізики. *Фізико-математична освіта*. 2019. Випуск 2 (20). С. 99-106

9. Сорокопуд М. А. Віртуальні лабораторії та моделюючі програмні засоби у навчанні фізики. *Вісник Черкаського університету*. 2016. № 7. С. 122–127.

10. VirtuLab. Виртуальная образовательная лаборатория [Електронний ресурс] 2021. Режим доступу : http://www.virtulab.net/

11. PhET Interactive Simulations for science and math [Електронний ресурс] / University of Colorado. 2021. Режим доступу : http://phet.colorado.edu/

12. Електрика і магнетизм: навч. посібник / укл.: М. В. Декарчук, К. С. Ільніцька. Умань: ФОП Жовтий О. О. 2016. 162 с.