

**МОДЕЛЮВАННЯ В ОСВІТІ.
Стан. Проблеми.
Перспективи**

МОНОГРАФІЯ

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет»
Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького
Південноукраїнський національний педагогічний університет
імені К.Д.Ушинського

МОДЕЛЮВАННЯ В ОСВІТІ. Стан. Проблеми. Перспективи

МОНОГРАФІЯ

КРИВИЙ РІГ – 2017

УДК 330.368(447)
ББК 65.9 (УКР)
М77

Рецензенти: *Ків А. Ю.*, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри інноваційних технологій & методики навчання природничих дисциплін Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К.Д.Ушинського (м. Одеса)

Рамазанов С. К., доктор технічних, доктор економічних наук, професор кафедри інформаційних систем в економіці ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана» (м. Київ)

Триус Ю. В., доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій управління Черкаського державного технологічного університету (м. Черкаси)

Моделювання в освіті: Стан. Проблеми. Перспективи : Монографія / За заг.ред. Соловійова В.М. - Черкаси: Брама, видавець Вовчок О.Ю., 2017. - 266 с. : Англ. мова, укр. мова : іл.

В монографії розглянуто сучасні підходи до моделювання та управління складними соціально-гуманітарними системами. Показано, що теорія складності може слугувати природною парадигмою створення надійних методів і продуктивних моделей. Автори акцентують увагу на той факт, що на шляху до побудови нової системи освіти Україні необхідно стимулювати розвиток інноваційної складової педагогічних технологій.

УДК 330.368(447)
ББК 65.9 (УКР)

© В.М. Соловійов, 2017 р.
© Автори статей, 2017 р.

НАУКОВИЙ АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ:

Ків А. Ю., д.ф.-м.н., професор (розділ 1.2);
Семеріков С. О., д. пед. н., професор (розділ 2.2);
Соловійов В. М., д.ф.-м.н., професор (розділ 1.1);
Холмс С., PhD, професор (розділ 1.2);
Шумейко О. О., д. т. н., професор (розділ 1.3)

Агаджанова С. В., к. т. н., доцент (розділ 2.6);
Бурачек В. Р., к. ф.-м. н., доцент (розділ 2.5);
Віхрова О. В., к.пед. н., доцент (розділ 2.1);
В'юненко О. Б., к.е.н., доцент (розділ 2.6);
Гадецька З. М., к. т. н., доцент (розділ 2.4);
Данильчук Г. Б., к. е.н. (розділ 1.5);
Зінонос Н. О., к. пед. н. (розділ 2.1);
Корольський В. В., к. т. н., професор (розділ 2.10);
Логвіненко В.Г., к. пед. н., доцент (розділ 2.7);
Орищенко В.Г., к.е.н., професор (розділ 1.2);
Соловійова В. В., к. е. н., доцент (розділ 1.4),
Сологуб А. І., к. пед. н., чл.-кор. НАПН України
(розділ 2.3);

Таваліка Л.Д., к.н., доцент (розділ 1.2);
Толбатов А. В., к. т. н., доцент (розділ 2.6);
Толбатов В. А., к. т. н., доцент (розділ 2.6);
Хараджян Н. А., к. пед. н., доцент (розділ 1.1);
Шокалюк С. В., к. пед. н., доцент (розділ 2.2, 2.10)

Агаджанов-Гонсалес К. Х. (розділ 2.6);
Бобилєв Д. Є. (розділ 2.9);
Іскандарова А. (розділ 1.3);
Маркова О. М. (розділ 2.2);
Моїсеєнко М. В. (розділ 1.6);
Мукосєєнко О. А. (розділ 2.8);
Попель М. В. (розділ 2.9);
Сологуб А. А. (розділ 2.3)

ПЕРЕДМОВА

Відомий російський педагог-новатор В. С. Фірстов стверджує, що педагогіка оперує передачею певного виду структурованої інформації - знань. Інформації, як основному поняттю кібернетики, властива метрична функція і, таким чином, пошук оптимального управління освітніми процесами переводиться в площину математичного моделювання.

У науці довгий час, починаючи з Р. Декарта, І. Ньютона і П. Лапласа, переважала детермінованість, сувора зумовленість конструкцій. Спочатку ці погляди виробилися в природознавстві і математиці, а потім перейшли в гуманітарну область, зокрема, в педагогіку. Внаслідок цього безліч разів робилися спроби організувати освіту як ідеально функціонуючу машину. Згідно домінуючим тоді уявленням, для навчання (виховання) людини треба лише навчитися керувати такою «машиною», тобто перетворити навчання в свого роду виробничо-технологічний процес. Акцент робився на стандартизовані навчальні процедури і фіксовані зразки засвоєння знань. Тим самим було покладено початок технологічного підходу в навчанні, а отже, переважання в навчанні репродуктивної діяльності учнів.

Одним із соціальних наслідків стрімкого технологічного розвитку суспільства є загальна криза системи освіти, суть якої полягає в неадекватності цілей, змісту, форм і методів освіти новим умовам. Як визнають багато вчених, ця криза сьогодні охоплює практично всі країни світового співтовариства, в тому числі й Україну. Класична парадигма освіти, що йде ще від Яна Амоса Коменського, в якій навчання базувалося на класно-урочній системі та книгодрукуванні, приходять все в більшу суперечність з реаліями інформаційного суспільства. Становлення нового типу суспільства вимагає не просто впровадження в навчання інформаційних технологій, а нової методологічної основи всієї системи освіти, радикального оновлення його цілей і змісту, форм, методів і засобів навчання. Освіта в інформаційному суспільстві має розглядатися як спосіб збереження та примноження культури, що породжує нових суб'єктів.

Зміни, обумовлені масовим входженням в життя людини світової інформаційної мережі, перш за все, кардинально змінили основну мету освіти. В умовах мережного простору немає необхідності концентрувати людей в одному місці, їх робота все більше переноситься з фабрик і з великих офісів в малі офіси і в дома, вони можуть бути розкидані по всьому світу, пов'язані між собою практично миттєвою зв'язком. Сучасні засоби комунікації багаторазово збільшили швидкість обміну інформацією, а разом з тим і швидкість прийняття рішень.

Для багатьох складних систем характерне явище самоорганізації. Воно призводить до того, що дуже часто для характеристики об'єкта, який описується великим або навіть нескінченним числом величин, виявляється достатньо всього кілька змінних, так званих параметрів порядку. Ці параметри «підпорядковують» інші змінні, визначаючи їх значення. Всі ці процеси описуються в синергетиці. Дослідникам відомі механізми самоорганізації, що призводять до виділення параметрів порядку, способи їх опису, відповідні математичні моделі. Однак, ймовірно, як зазначає Г. Г. Малинецкий, наш мозок має блискучі здібності знаходити ці параметри, «спрощувати реальність», володіє більш ефективними алгоритмами їх виділення. Процес навчання, здобуття освіти дозволяє знаходити в одних випадках вдалі комбінації, які можуть бути параметрами порядку в певних ситуаціях, або механізми пошуку таких параметрів («вчитися вчитися», «вчитися вирішувати нестандартні завдання»).

Слід зауважити, що в сучасному світі практично вся діяльність є колективною і, отже, колективна навчальна діяльність в набагато більшому ступені сприяє формуванню компетенцій, ніж індивідуальна. Тому перед педагогами постають проблеми серйозного навчання культурі праці і участі в колективній діяльності, виховання відповідальності за доручену справу та креативного ставлення до виконання завдання, які в останні десятиліття або не будуть зачіпатися зовсім, або носять суто декларативний характер. В якості ведучого повинен розглядатися принцип навчання у співпраці в рішенні навчальних і професійних проблем, в першу чергу при колективному навчанні через мережу.

Доцільно також використовувати ідеї м'якого (або нечіткого) моделювання. Все сказане В. І. Арнольдом щодо жорстких і м'яких моделей можна застосувати і до педагогічних моделей. Корисність і необхідність використання «м'яких» моделей навчання усвідомлюється поки далеко не всіма педагогами, хоча ще в 1980-і рр. Е. Н. Гусинський сформулював принцип невизначеності для гуманітарних систем, згідно з яким результати їх взаємодії і розвитку не можуть бути детально передбачені. В процесі навчання завжди відбуваються незаплановані малі зміни, флуктуації різних педагогічних систем (і окремої особистості, і колективу учнів, і системи знань). Тому в основі сучасних освітніх моделей повинен лежати принцип невизначеності ряду управлінських і навчальних параметрів.

Мережна освіта відноситься до нової освітньої парадигми, яку вона так і називає – мережною. Її відмітними особливостями є навчання на основі синтезу об'єктивного світу і віртуальної реальності за допомогою активізації як сфери раціональної свідомості, так і сфери інтуїтивного, несвідомого. Мережна взаємодія учня і комп'ютера характеризується як інтелектуальне партнерство, що представляє так званий «розподілений інтелект». На відміну від традиційної, мережна освітня стратегія орієнтована не на систематизацію знань і засвоєння чергового основного ядра інформації, а на розвиток здібностей і мотивації до генерування власних ідей.

Широке впровадження мережних інформаційних технологій породжує нову педагогічну реальність. Головне в цьому процесі - досягнення максимальної активності особистості при навчанні в мережному просторі, коли сам навчається визначає параметри своєї освіти.

Дискусії щодо реформування освіти та модернізації навчального процесу об'єднують усіх зацікавлених учасників – викладачів, чиновників, студентів, представників бізнесу – для розробки нових глобальних освітніх стратегій. Пріоритетом основних програм розвитку Європейської Ради «Європа 2020», «Болонський процес 2020», «Горизонти 2020» визнаються інновації. У зв'язку з цим напередодні «четвертої промислової революції» потребують активного обговорення проблеми людського фактору та соціальних змін. Загально визнано, що

здатність суспільства до інновацій – головний чинник розвитку економіки та забезпечення сталого майбутнього.

Швидкість темпів зростання та старіння інформації, розрив між вимогами освітян та роботодавців, труднощі взаємодії різних культур вимагають реагування освітньої інфраструктури. Вже відбулося кілька революційних змін в галузі збереження та розповсюдження інформації завдяки Інтернету (Wikipedia та Google), постійно зростає технологічність життя людини. Відповідно, активніше відбувається процес запровадження у школах та вузах ІТ-продуктів, онлайн-навчання, дистанційних курсів. І хоча виникають побоювання відносно якості навчання без живого спілкування з учителями, за даними звіту «Доповідь NMC Горизонт: Вища освіта – 2016», в якому висвітлюються сучасні тенденції та прогнози провідних світових експертів щодо перспектив розвитку освітніх технологій протягом 5-6 років відбуватиметься вдосконалення культури перетворень та інновацій в галузі освіти.

Доповідь присвячена вивченню та експертному аналізу ключових трендів і прогнозів розвитку освітніх технологій, які матимуть найбільш відчутний вплив на майбутні освітні процеси у вищій школі.

Експертами було виділено шість основних тенденцій, шість значимих викликів і шість вагомих зрушень у розвитку освітніх технологій, які були розмежовані за трьома майбутніми часовими горизонтами – 1-2 роки, 3-4 роки, 5 і більше років.

1-2 роки:

Підвищення уваги до вимірювання навчання: коледжі та університети переосмислюють методи визначення, вимірювання та демонстрації майстерності студентів щодо оволодіння навчальних дисциплін, у відповідь на сучасні соціально-економічні зміни і виклики.

Розширення сфери використання моделей змішаного навчання: прогрес у сфері навчальної аналітики, адаптивного навчання, а також поєднання передових асинхронних і синхронних інструментів сприяють розвитку змішаного навчання, хоча багато з цих методів, як і раніше, залишаються

об'єктом системних досліджень з боку онлайн-провайдерів освіти.

3-5 років:

Переформатування навчальних просторів: нові формати і методи навчання та викладання обумовлюють необхідність модернізації навчальних просторів. Для цього багато університетів сприяють розвитку нових педагогік і стратегій, таких як **перевернуте навчання**, чи оновлюють навчальне середовище, аби сприяти активнішому навчальному процесу. Освітні заклади на базі широкосмугового бездротового Інтернет-зв'язку розбудовують так звані «розумні простори» (smart rooms), щоби забезпечити доступ до веб-конференцій, реалізують інші форми віддаленої роботи для полегшення комунікацій.

Перехід до глибших підходів до навчання: для того, аби залишатися мотивованими, студенти повинні мати змогу усвідомлювати для себе чіткий зв'язок між навчальним планом і реальним світом довкола, а також можливий вплив на них нових знань і навичок. Проектно-, проблемно-, дослідницько-орієнтоване навчання та інші подібні методи стимулюють активнішу участь студентів у навчальному процесі, як у ході аудиторної роботи, так і за її межами.

5 і більше років:

Переосмислення діяльності інституцій: університетські заклади все активніше займаються дослідженнями та імплементацією альтернативних методів навчання і викладання, аби якісніше забезпечувати різноманітні потреби все більшого числа студентів. Новітні моделі освітнього процесу, зокрема гібридного навчання із застосуванням онлайн-технологій, чи компетентнісного підходу, все більше виявляють недоліки традиційної системи освіти відносно вже «нетрадиційних» сучасних студентів.

Сприяння культурі інновацій: для стимулювання інновацій та адаптації до постійно змінюваних економічних потреб суспільства, вищі навчальні заклади мають структуруватися таким чином, щоби забезпечити свою гнучкість і в той же час сприяти творчості та підприємницькому мисленню.

Зміна матеріально-технічного світу впливає на соціальну сферу, зокрема на педагогічну практику, а перед дослідниками постає завдання аналізу ситуації з визначенням перспектив. Очевидно, ми стаємо учасниками нових процесів, результати яких сьогодні важко оцінити. Тому, для аналізу та проектування власної педагогічної діяльності, що може розглядатися як складова системних перетворень, необхідно визначитися з дефініціями, уточнити критерії розрізнення старого та нового в освіті, систематизувати ознаки інноваційної педагогічної практики.

Вказаним проблемам присвячена дана колективна монографія.

Від імені авторів висловлюю щирю вдячність рецензентам доктору фізико-математичних наук, професору Ківу А.Ю., доктору технічних, доктору економічних наук професору Рамазанову С.К. та доктору педагогічних наук, професору Триусу Ю.В., чії критичні зауваження покращили як структуру, так і зміст монографії.

Редактор,
завідувач кафедри інформатики та прикладної математики
ДВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет»
д.ф.-м.н., професор В. М. Соловійов

Кривий Ріг, квітень 2017р.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

1.1. МОДЕЛЮВАННЯ КОГНІТИВНИХ ПРОЦЕСІВ У СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНИХ СИСТЕМАХ

Розглянуто особливості моделювання когнітивної складової соціально-гуманітарних систем. На прикладі використання мультимасштабних, мультифрактальних і мережних мір складності показано, що ці та інші синергетичні моделі та методи дозволяють коректно описувати кількісні відмінності когнітивних систем. Пропонується використовувати мережну парадигму складності для побудови нових педагогічних технологій

Ключові слова: когнітивні системи, складні системи, складні мережі, синергетика, міри складності, нові педагогічні технології

1. Вступ. У рамках нещодавніх досліджень форуму в Давосі у провідних світових роботодавців запитали, на що вплине такий стрімкий розвиток технологічного процесу, і в якому напрямку буде розвиватися ринок праці. Респонденти визначили 10 навичок, найбільш затребуваних до 2020 року:

1. Рішення комплексних завдань.
2. Критичне мислення.
3. Творчі здібності.
4. Управлінські таланти.
5. Координація з іншими.
6. Емоційний інтелект.
7. Здатність міркувати і приймати рішення.
8. Орієнтація на обслуговування.
9. Навички ведення переговорів.
10. Когнітивна гнучкість.

Очевидно, що когнітивна складова у трансформаційних процесах Індустрії 4.0 [1-3] є домінуючою, що актуалізує увагу до вивчення когнітивних процесів. Складності тут зводяться до того, що когнітивні процеси погано формалізуються. Тому поле теоретичних робіт до недавнього часу було практично порожнім. Картина кардинально змінилася з використанням останніх синергетичних досліджень. Справа в тому, що доктрина єдності наукового методу стверджує: для вивчення подій у соціально-гуманітарних системах застосовні ті ж методи і критерії, що і при вивченні природних явищ. Значних

успіхів вдалося досягти у рамках міждисциплінарних підходів і теорії самоорганізації - синергетики [4, 5].

В останні 10-15 років досягнення в галузі вивчення складних систем різної природи – фізичних, технічних, економічних, соціальних, біологічних, когнітивних тощо – мають завдячувати міждисциплінарним наукам, котрими є синергетика і теорія складних мереж (complex networks) [6].

Теорія складності вивчає динамічні процеси у незворотних багатокомпонентних інтерактивних адаптивних системах. Вона розглядає причини і механізми виникнення нових режимів і структур, вивчає характерні масштаби і швидкості перехідних і сталих процесів, передбачає ймовірні зміни системи і вказує на те, як можна було б управляти неочікуваними динамічними режимами, що виникають в складних системах. Саме теорія складних систем зі своїм багатим міждисциплінарним арсеналом методів і алгоритмів може стати адекватним інструментом для аналізу складних динамічних процесів і систем.

Теорія складних мереж вивчає характеристики мереж, враховуючи не тільки їх топологію, але й статистичні властивості, розподіл ваг окремих вузлів і ребер, ефекти розповсюдження інформації, стійкість, надійність і т.п. Мережна парадигма стала домінуючою при дослідженні складних систем оскільки дозволяє ввести не існуючі для часового ряду нові кількісні міри складності [7]. Більш того, мережна парадигма забезпечує адекватну підтримку основних концепцій Індустрії 4.0.

2. Постановка задачі дослідження.

Дане століття називають століттям складності. Сьогодні питання «що таке - складність?» вивчають фізики, біологи, математики і інформатики, хоча при теперішніх досягненнях у розумінні оточуючого світу, однозначної відповіді на це питання немає. З цієї причини, відповідно до ідеї І.Пригожина [5], будемо досліджувати прояви складності системи, застосовуючи при цьому сучасні методи кількісного аналізу складності.

Розглянемо детальніше поняття когнітології та охарактеризуємо основні інструменти дослідження когнітивних систем. Когнітологія – це наука про знання;

система методів і прийомів отримання, обробки, зберігання і використання людського знання. Когнітивна наука (наука про інтелект) - це широке поняття, що представляє собою точку зіткнення таких наук, як когнітивна психологія, психофізика, нейробіологія, лінгвістика, математична логіка, неврологія, філософія та дослідження у сфері штучного інтелекту. Однією з головних цілей цих дисциплін є виявлення прихованих резервів людського мозку та підвищення продуктивності інтелектуальної праці. Когнітологія досліджує моделі свідомості, пов'язані з процесами пізнання, з набуттям, виробленням, зберіганням, використанням, передачею людиною знань, з репрезентацією знань і обробкою інформації, яка надходить до людини різними каналами [23].

Існує багато різних методик для вивчення когнітивної науки. Оскільки наука є міждисциплінарною, дослідження часто перетинаються в кількох областях, спираючись на методи дослідження психології, неврології, інформатики та теорії систем.

Останнім часом стали доступні численні бази даних реальних мережних структур: мереж співпраці акторів кіно і вчених у різних галузях науки, мереж білкових взаємодій і метаболічних реакцій у живих клітинах, а також деяких технологічних мереж. Ці набори даних дозволяють у досить повному вигляді відобразити структуру і функції реальних складних систем. Отримані складні мережі традиційно поділяють на технологічні (Інтернет, WWW), соціальні (мережі знайомств, мережі співпраці) і біологічні (екологічні, функціональні мережі мозку, мережі білкових взаємодій, метаболічні мережі) [6].

У теорії складних мереж розвинені спеціальні методи для вирішення конкретних задач, але недостатньо загальних методів, що дозволяють алгоритмічно розв'язувати цілі класи задач. В якості джерел створення таких достатньо загальних методів можна розглядати теорію графів [24].

Раніше нами було введено різні кількісні міри складності для окремих часових рядів, зокрема: алгоритмічні [8], фрактальні [9], хаос-динамічні [10], рекурентні [11], неекстенсивні [12], нереверсивні, мережні та ін. [7, 13-15].

Суттєвою перевагою введених мір є їх динамічність, тобто можливість відстежувати у часі зміну обраної міри та порівнювати з відповідною динамікою вихідного часового ряду. Це дозволило нам співставити критичні зміни динаміки системи, що описується часовим рядом, з характерними змінами конкретних мір складності [7]. Виявилось, що кількісні міри складності реагують на критичні зміни в динаміці складної системи, що дозволяє використовувати їх в процесі діагностики та прогнозування майбутніх змін.

Переважає більшість запропонованих мір складності використовувалась для дослідження соціально-економічних систем і їх адаптація до когнітивних процесів у системах соціально-гуманітарних не є очевидною.

У даній роботі ми на деяких прикладах покажемо можливість використання ключових моделей і методів при дослідженні когнітивних процесів. Із усього арсеналу кількісних показників складності ми використаємо: (1) інформаційну міру – ентропію; (2) фрактальні – коефіцієнт Херста та ширину спектру сингулярності; (3) мережні міри – спектральні та топологічні міри складності.

Об'єктами дослідження є когнітивні процеси, що контролюють нейрофізіологічні та інші когнітивні характеристики людини:

- довжину повного кроку дітей різного віку [16], здорової молодої людини та похилого віку, чи такої, що має нейрозахворювання (Альцгеймера, Паркінсона, Хантінгтона тощо [17];

- інтервали часу між відкликами людини на слова [18];

- об'єкти когнітивної лінгвістики – твори різних авторів, різних жанрів, написаних різними мовами [19];

- дискретизовані різножанрові музичні твори [20].

Відповідні бази даних у вигляді часових рядів розташовані у відкритому доступі [21].

3. Інформаційні моно- та мультимасштабні міри складності.

Виходячи з різної природи методів, покладених в основу формування міри складності, вони приділяють певні вимоги до часових рядів, що слугують вхідними даними. Наприклад, інформаційні вимагають стаціонарності вхідних даних. При

цьому мають різну чутливість до таких характеристик, як детермінованість, стохастичність, причинність та кореляції. В даній роботі ми не використовуємо класичні інформаційні міри (наприклад, складність за Колмогоровим, ентропійні міри), оскільки складні сигнали проявляють притаманну їм складність на різних просторових і часових масштабах, тобто мають масштабно інваріантні властивості. Вони, зокрема проявляються через степеневі закони розподілу. Очевидно, що класичні показники алгоритмічної складності неприйнятні і призводять до помилкових висновків. Для подолання таких труднощів використовуються мультимасштабні методи.

Ідея цієї групи методів включає дві послідовно виконувані процедури: 1) процес «грубого дроблення» (coarse graining – «грануляції») початкового часового ряду – осереднення даних на сегментах, що не перетинаються, розмір яких (вікно осереднення) збільшувався на одиницю при переході на наступний за величиною масштаб; 2) обчислення на кожному з масштабів певного (до сих пір номасштабного) показника складності.

Процес «грубого дроблення» полягає в усередненні послідовних відліків ряду в межах вікон, що не перетинаються, а розмір яких τ – збільшується при переході від масштабу до масштабу (рис.1).

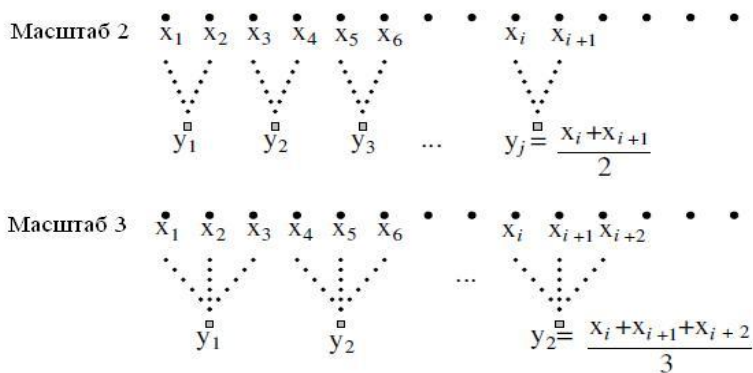


Рис. 1. Схематична ілюстрація процесу грубого дроблення («грануляції») початкового часового ряду для масштабів 2 і 3

Кожен елемент «гранульованого» часового ряду $y_j^{(\tau)}$ знаходиться у відповідності до виразу:

$$y_j^\tau = \frac{1}{\tau} \sum_{i=(j-1)\tau+1}^{j\tau} x_i, \quad 1 \leq j \leq N/\tau,$$

де τ характеризує масштабний фактор. Довжина кожного «гранульованого» ряду залежить від розміру вікна і рівна N/τ . Для масштабу рівного 1 «гранульований» ряд просто тотожний оригінальному.

Продемонструємо роботу мультимасштабних мір складності на прикладах ентропій подібності і шаблонів [7]. Ентропія подібності (Approximate Entropy, $ApEn$) є «статистикою регулярності», що визначає можливість передбачувати флуктуації в часових рядах. Інтуїтивно вона означає, що наявність повторюваних шаблонів (послідовностей певної довжини, побудованих із чисел ряду, що слідує одне за іншим) флуктуацій у часовому ряді призводить до більшої передбачуваності часового ряду порівняно із рядами, де повторюваності шаблонів немає. Порівняно велике значення $ApEn$ показує ймовірність того, що подібні між собою шаблони спостережень не будуть слідувати один за одним. Іншими словами, часовий ряд, що містить велику кількість повторюваних шаблонів, має порівняно мале значення $ApEn$, а значення $ApEn$ для менш передбачуваного (більш складного) процесу є більшим.

При розрахунку $ApEn$ для даного часового ряду S_N , що складається із N значень $t(1)$, $t(2)$, $t(3)$, ..., $t(N)$, вибираються два параметри, m та r . Перший з цих параметрів, m , вказує довжину шаблону, а другий – r – визначає критерій подібності. Досліджуються підпослідовності елементів часового ряду S_N , що складаються з m чисел, взятих, починаючи з номера i , і називаються векторами $p_m(i)$. Два вектори (шаблони), $p_m(i)$ та $p_m(j)$, будуть подібними, якщо всі різниці пар їх відповідних координат є меншими за значення r , тобто якщо

$$|t(i+k) - t(j+k)| < r \quad \text{для } 0 \leq k < m.$$

Для розглядуваної множини P_m всіх векторів довжини m часового ряду S_N можна обраховуються значення

$$C_{im}(r) = \frac{n_{im}(r)}{N - m + 1},$$

де $n_{im}(r)$ – кількість векторів у P_m , що подібні вектору $p_m(i)$ (враховуючи вибраний критерій подібності r). Значення $C_{im}(r)$ є часткою векторів довжини m , що мають схожість із вектором такої ж довжини, елементи якого починаються з номера i . Для даного часового ряду обраховуються значення $C_{im}(r)$ для кожного вектора у P_m , після чого знаходиться середнє значення $C_m(r)$, яке виражає розповсюдженість подібних векторів довжини m у ряду S_N . Безпосередньо ентропія подібності для часового ряду S_N з використанням векторів довжини m та критерію подібності r визначається за формулою:

$$ApEn(S_N, m, r) = \ln(C_m(r) / C_{m+1}(r)),$$

тобто, як натуральний логарифм відношення повторюваності векторів довжиною m до повторюваності векторів довжиною $m+1$.

Таким чином, якщо знайдуться подібні вектори у часовому ряді, $ApEn$ оцінить логарифмічну ймовірність того, що наступні інтервали після кожного із векторів будуть відрізнятись. Менші значення $ApEn$ відповідають більшій ймовірності того, що за векторами слідує подібні їм. Якщо часовий ряд дуже нерегулярний – наявність подібних векторів не може бути передбачуваною і значення $ApEn$ є порівняно великим.

Зауважимо, що $ApEn$ є нестійкою до вхідних даних характеристикою, оскільки досить сильно залежить від параметрів m та r .

Ентропія шаблонів (Sample Entropy, $SampEn$) схожа з ентропією подібності, але при розрахунку ентропії шаблонів $SampEn$ додаються дві умови:

- не враховується подібність вектора самому собі;

- при розрахунку значень умовних ймовірностей $SampEn$ не використовується довжина векторів.

На рис. 2 представлена залежність ентропії подібності від масштабу ($scale$) для тестових сигналів – флікер ($1/f$) та білого ($wnoise$) шумів і сигналу електрокардіографа (ECG) у порівнянні з перемішаним сигналом (ECG shuffled).

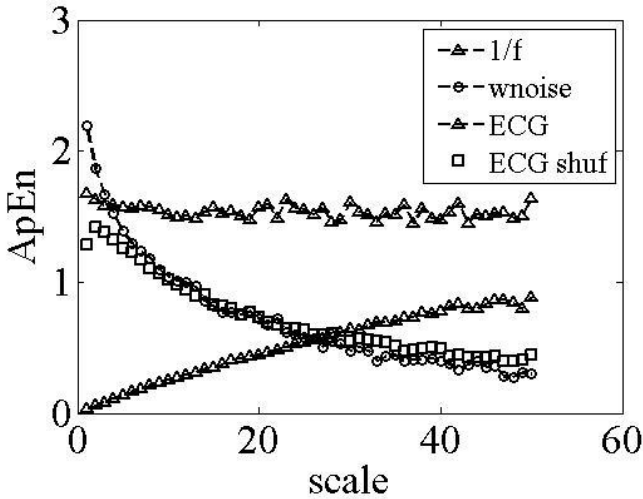


Рис. 2. Ентропія подібності штучних і природних сигналів в залежності від масштабу

З рис. 2 видно, що, як і очікувалось, масштабно-інваріантним виявився флікер-сигнал. ECG сигнал є складним на великих масштабах. Його складність втрачається при перемішуванні і стає дуже близькою до випадкового сигналу.

Когнітивні сигнали відрізняються і функціями автокореляції: більш складні мають довшу «пам'ять», що проявляється у повільному спаданні функції автокореляції з лагом (рис. 3б).

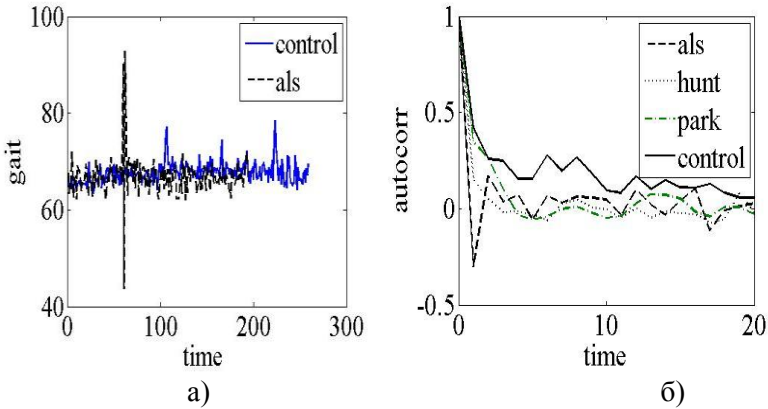


Рис. 3. Загальний вигляд часових рядів (а) та функції автокореляції (б) для флуктуацій довжини кроку у здоровій людини (control) та з хворобами Альцгеймера (als), Хантінгтона (hunt) та Паркінсона (park)

Відповідно більш складним є сигнал здорової людини і за мультимасштабною ентропійною мірою (рис. 4а). Ми також дослідили мультимасштабні міри складності для часових рядів довжини кроку у дітей віком від 40 до 163 місяців (рис. 4б).

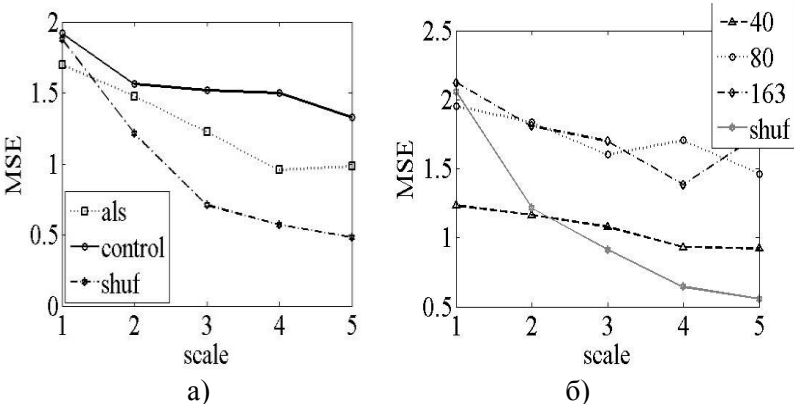


Рис. 4. Мультимасштабні ентропії шаблонів часових рядів довжини кроку для здорових та хворих на хворобу Альцгеймера (а) і дітей різного віку (б).

Очевидно, що складність сигналу для більш дорослої дитини зростає.

Для часового ряду інтервалів часу між відкликами людини на слова для автокореляційної функції та мультимасштабної ентропії шаблонів отримаємо результати, представлені на рис. 5.

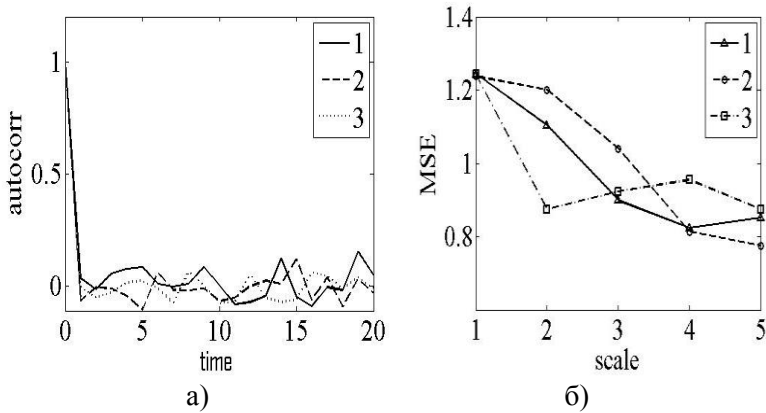


Рис. 5. Функції автокореляції (а) та мультискейлінгові ентропійні міри складності (б) сигналів 1-3 ряду інтервалів часу між відкликами людини на слова

На жаль, з причин недостатньої статистики та надкоротких часових рядів, ідентифікувати відмінності даними методами не вдається.

Аналогічні дослідження для музикальних творів різних жанрів (арія, блюз, бразильська самба) та літературних творів відомих авторів (Л.Толстого «Війна і мир», Л.Керрол «Аліса в країні чудес», Ч.Діккенса «Сверчок за очагом») дали результати, відображені на рис. 6.

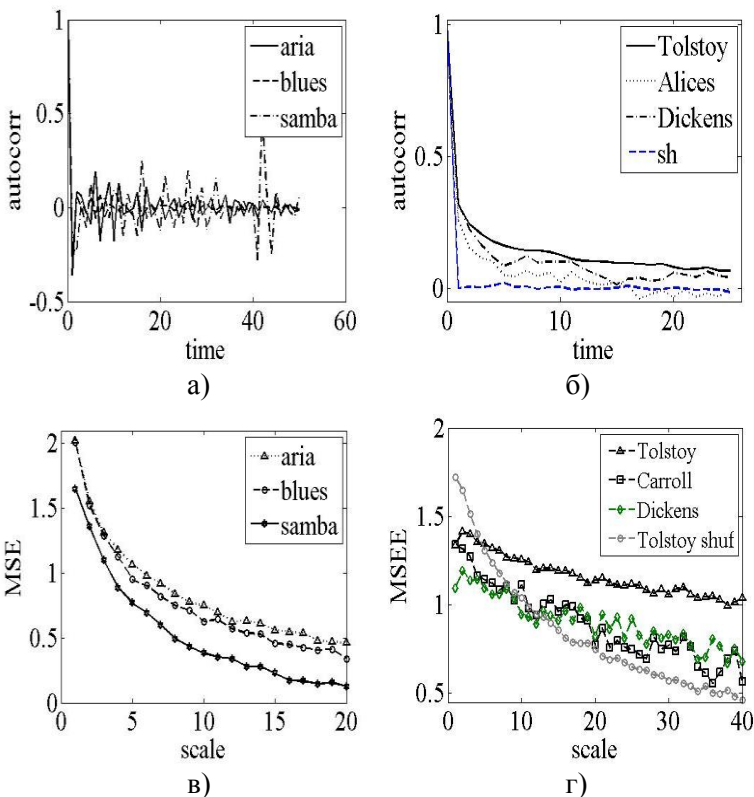


Рис. 6. Автокореляції музичних (а) та літературних (б) творів; в)-г) – відповідні мультимасштабні ентропійні міри складності

4. (Мульти-) фрактальні міри складності.

Мультифрактали – це неоднорідні фрактальні об'єкти, для повного опису яких, на відміну від регулярних фракталів, недостатньо введення усього лише однієї величини, його фрактальної розмірності D , а необхідний цілий спектр таких розмірностей, число яких, узагалі говорячи, нескінчене. Причина цього полягає в тому, що поряд з чисто геометричними характеристиками, обумовленими величиною D , такі фрактали володіють і деякими статистичними властивостями.

У загальному випадку процедура мультифрактального

АДФ (МФ-АДФ) реалізується наступним алгоритмом. Нехай ϵ послідовність x_k довжини N . Тоді:

1. Визначаємо накопичення $Y(i) \equiv \sum_{k=1}^i (x_k - \bar{x})$, $i = \overline{1..N}$.

2. Розбиваємо його на $N_s = \text{int}(N / s)$ сегментів однакової довжини s , що не перекриваються.

3. Для кожної із N_s підпослідовностей обчислюємо локальний тренд методом найменших квадратів, визначаємо відхилення $F^2(v, s) = 1/s \sum_{i=1}^s (Y((v-1)s + i) - y_v(i))^2$ для кожного сегмента v , $v = \overline{1..N_s}$ і для кожного $v = \overline{N_s + 1..2N_s}$. Тут $y_v(i)$ є інтерполюючий поліном на сегменті v .

4. Знаходимо середнє по всіх підпослідовностях для отримання функції флуктуацій q -го порядку

$$F_q(s) = \left(\frac{1}{2N_s} \sum_{v=1}^{2N_s} (F^2(s, v))^{q/2} \right)^{1/q} .$$

Стандартний метод

АДФ відповідає випадку $q = 2$.

5. Визначаємо скейлінгову поведінку функції флуктуацій шляхом аналізу у подвійному логарифмічному масштабі залежності $F_q(s)$ від q . Якщо послідовність x_i має довгочасові кореляції, $F_q(s)$ збільшується із збільшенням s згідно степеневому закону $F_q(s) \cong s^{h(q)}$. Для стаціонарних часових рядів, $h(2)$ ідентичний коефіцієнту Херста. Таким чином, функцію $h(q)$ можна назвати узагальненим коефіцієнтом Херста.

Разом з узагальненим коефіцієнтом Херста вводиться спектр узагальнених фрактальних розмірностей D_q , що характеризують розподіл точок в даній області і визначається за допомогою співвідношення $D_q = \tau(q) / (q - 1)$, де функція $\tau(q)$ має вигляд

$\tau(q) = \lim_{s \rightarrow 0} [\ln Z(q, s) / \ln s]$, а $Z(q, s)$ є узагальнена

статистична сума, яка характеризується показником ступеня q .

Для характеристики мультифрактальної множини використовують так звану функцію мультифрактального спектра $f(\alpha)$ (спектр сингулярностей мультифракталу), яка фактично дорівнює хаусдорфовій розмірності певної однорідної фрактальної підмножини з вихідної множини, що дає домінуючий внесок у статистичну суму при заданій величині q . Зв'язок між величинами $f(\alpha)$ і $\tau(q)$ визначається співвідношенням $\tau(q) = q\alpha - f(\alpha)$.

Екстремум функції $f(\alpha)$ визначає деяке середнє значення коефіцієнта Херста, а величина $\Delta\alpha = \alpha_{\max} - \alpha_{\min}$ - ширина спектру мультифрактальності – характеризує міру складності системи.

На рис. 7 представлені спектри мультифрактальності деяких з описаних вище когнітивних систем.

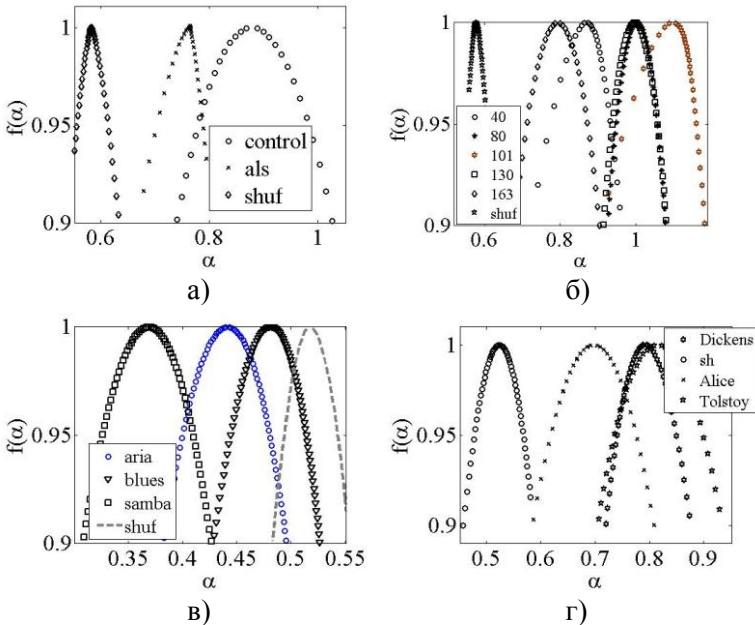


Рис. 7. Спектри мультифрактальності (а) дожини кроку здорових і хворих пацієнтів; (б) дітей різного віку; (в) музикальних творів різних жанрів; (г) літературних творів

Бачимо, що більш складні сигнали мають ширші спектри мультифрактальності. Отже і мультифрактальна міра складності може бути використана для аналізу когнітивних сигналів.

5. Мережні методи дослідження когнітивних процесів.

Одним з дуже важливих напрямів когнітивної науки є когнітивна лінгвістика. Когнітивна лінгвістика – напрям у лінгвістиці, що вивчає і описує мову з точки зору пізнавальних (когнітивних) механізмів, що лежать в основі розумової діяльності людини. Таким чином, когнітологія – це, так би мовити, обчислювальна машина, яка характеризує людину, аналізуючи її психіку, розумову діяльність, і на перше місце серед поставлених завдань висуває дослідження мови, яка перебуває в нерозривному зв'язку з людиною.

Значення мови для когнітології є надзвичайно великим, бо саме через мову можна об'єктивізувати розумову (ментальну, мисленнєву) діяльність, тобто вербалізувати її. З іншого боку, вивчення мови – це опосередкований шлях дослідження пізнання, бо когнітивні й мовні структури перебувають у певних співвідношеннях

Одним із інструментів дослідження когнітивної лінгвістики є теорія складних мереж. Вузли в таких мережах представляють собою елементи цих складних систем, а зв'язки між вузлами - взаємодії між елементами.

В останнє десятиріччя структурні властивості мови, тексти літературних творів і тексти, пов'язані з релігійною свідомістю, а також організацію музичних творів та живопису почали вивчати і аналізувати з точки зору застосуванням методів теорії складних мереж. Відповідні мережі утворюють особливу, маловивчену категорію, яку називають когнітивними мережами [25].

Термін «когнітивні мережі» був запропонований в роботах з дослідження мережної структури природної мови. Особливий інтерес представляє вивчення когнітивних мереж для розуміння принципів функціонування мозку. На сьогоднішній день дослідження з застосуванням теорії складних мереж у вивченні мозку сприяли більш глибокому розумінню загальних закономірностей взаємозв'язку різних рівнів його структурної організації, а залучення в ці дослідження концепції

когнітивних мереж дозволить врахувати деякі особливості творчих функцій людини.

Розглянемо особливості застосування теорії складних систем в задачах когнітивної лінгвістики. Першим кроком при застосуванні теорії складних систем (мереж) до аналізу тексту є подання цього тексту у вигляді сукупності вузлів і зв'язків, побудова мережі мови (language network). Існують різні способи інтерпретації вузлів і зв'язків, що призводить, відповідно, до різних уявлень мережі мови. Поряд з послідовним, «лінійним» аналізом текстів, побудова мереж, вузлами яких є їхні елементи – слова або словосполучення, фрагменти природної мови, дозволяє виявляти структурні елементи тексту, без яких він втрачає свою зв'язність. При цьому актуальною є задача визначення того, які з важливих структурних елементів виявляються також інформаційно-значущими, такими, що визначають інформаційну структуру тексту. Такі елементи можуть використовуватися також для ідентифікації ще не достатньо чітко визначених компонентів тексту, таких як колокації, надфразовою єдності, наприклад, при пошуку подібних фрагментів у різних текстах.

Відомо кілька підходів до побудови мереж з текстів, так званих мереж слів, і різні способи інтерпретації вузлів і зв'язків, що призводить, відповідно, до різних видів подання таких мереж. Вузли можуть бути з'єднані між собою, якщо відповідні їм слова стоять поруч у тексті, належать одному реченню або абзацу, з'єднані синтаксично або семантично. Збереження синтаксичних зв'язків між словами призводить до зображення тексту у вигляді направленої мережі (directed network), де напрямок зв'язку відповідає підпорядкуванню слова.

До найпростіших типів мереж когнітивної лінгвістики відносяться:

- *L*-простір. Зв'язуються сусідні слова, які належать одному реченню. Кількість сусідів для кожного слова (вікно слова) визначається радіусом взаємодії R , частіше всього розглядається випадок $R=1$.

- *B*-простір. Розглядаються вузли двох видів, відповідні речення і слова, які їм належать.

- *P*-простір. Всі слова, які належать одному реченню,

зв'язуються між собою.

- С-простір. Речення зв'язуються між собою, якщо в них вжиті однакові слова.

Відмітимо, що когнітивна мережа, утворена з деякої лінгвістичної одиниці, наслідує її властивості, і тому дослідження таких мереж може надати нетривіальну інформацію про саму лінгвістичну структуру (наприклад тексту).

Таким чином, якщо з деякого тексту (чи іншої лінгвістичної одиниці) за певним алгоритмом утворити складну когнітивну мережу (наприклад, семантичний граф), то виявляється доцільним використати топологічні і спектральні міри [7, 15] таких складних когнітивних мереж.

Проведемо попередньо дослідження розподілу частоти слів у творах російською, українською та англійською мовою. Розроблене нами програмне забезпечення аналізує текст твору, створює словник, кожне слово якого має унікальний код, в процесі аналізу підраховується кількість кожного зі слів твору, а також експортує текстовий файл кодів слів, які можуть бути піддані подальшому аналізу (аналіз частот, побудова графа, його аналіз).

На рис. 8-11 у логарифмічному масштабі наведено розподіли частот слів у творах. По осі x відкладено коди слів, які упорядковані по спаданню частоти, по осі y – відповідні частоти. Лінійний тренд відповідає показнику розподілу α із закону Зіпфа (Ціпфа): $p(k) \approx c k^{-\alpha}$.

Відомо, що для виконання закону Зіпфа показник α має приблизно дорівнювати одиниці. Виконання на даній лінгвістичній одиниці (тексті) рангового розподілу типу закону Зіпфа може бути ознакою «правильності» (хорошої організації) даного тексту, взятого як єдине ціле. При такому підході, наприклад, властивість закінченого мовного тексту бути «зіпфовським» розглядається в тому ж ряду («парадигмі»), що і властивість бути представленим у вигляді сукупності фраз, або ширше, взагалі бути побудованим за законами граматики даної мови.

З проведеного аналізу видно, що найкраще відповідають закону Зіпфа трагедія У. Шекспіра «Король Лір» (англійською), $\alpha = 1.131$ та поема І. Котляревського «Енеїда», $\alpha = 0.746$.

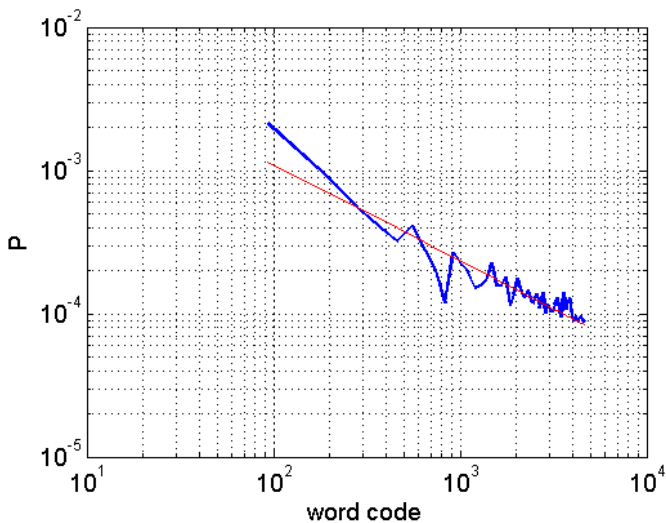


Рис. 8. Розподіл частоти слів у поемі О.С. Пушкіна «Борис Годунов», $\alpha = 0.673$

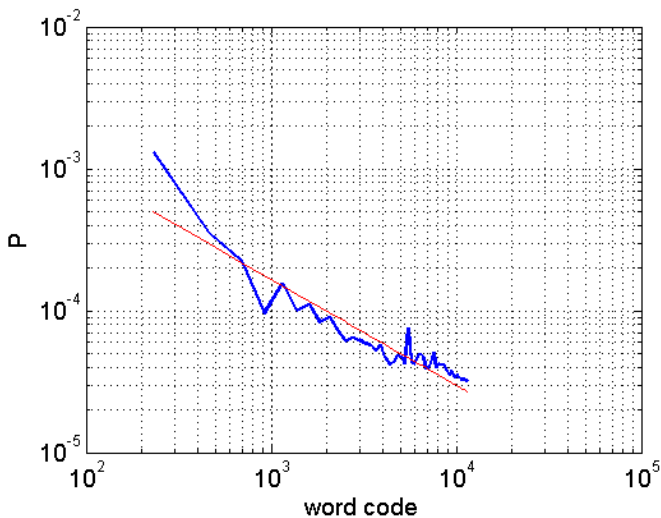


Рис. 9. Розподіл частоти слів у поемі І. Котляревського «Енеїда», $\alpha = 0.746$

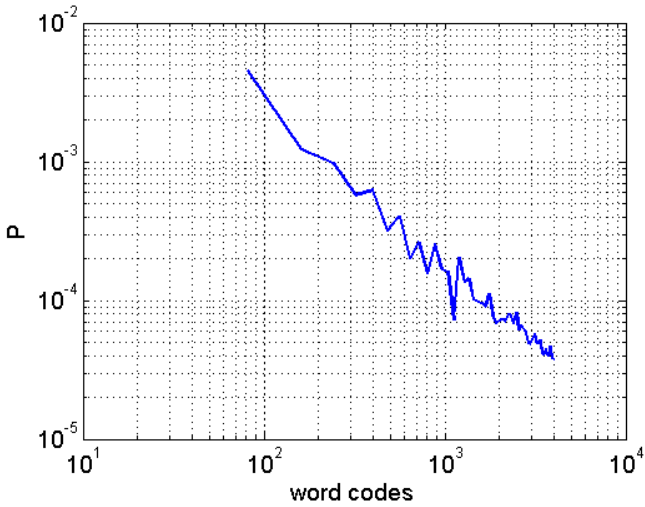


Рис. 10. Розподіл частоти слів у трагедії У. Шекспіра «Король Лір» (англійською), $\alpha = 1.131$

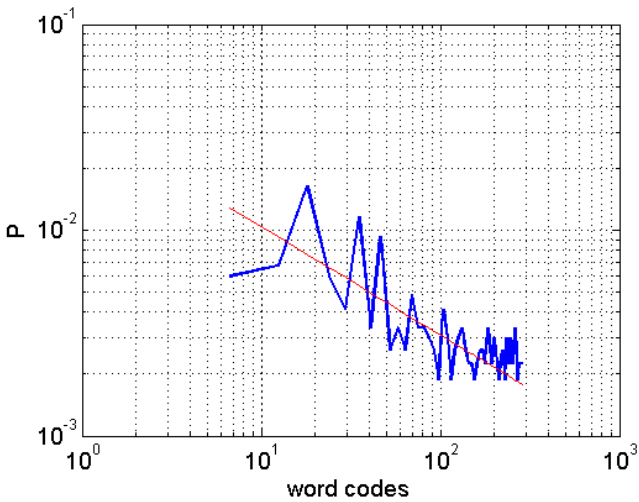


Рис. 11. Розподіл частоти слів у поемі Т. Г. Шевченка «Катерина», $\alpha = 0.526$

Відмітимо, що для нехудожніх текстів (наукових, технічних) цей закон виконується з великою «натяжкою». Науково-технічні тексти завжди супроводжуються схемами, діаграмами, таблицями і рисунками для кращого і більш швидкого сприйняття тексту.

Як ще один приклад моделювання когнітивних мереж, проаналізуємо зв'язки між поняттями у навчальних дисциплінах. Справа в тому, що опанування навчальних дисциплін неминуче пов'язане із засвоєнням і осмисленням понять курсу. Для засвоєння подальших понять у межах даної дисципліни необхідне розуміння уже засвоєних, нерідко в рамках уже вивчених дисциплін. Тому актуальною задачею є дослідження залежностей між поняттями та моделювання їх за допомогою когнітивних мереж [25].

У сучасній теорії мереж число зв'язків вузла (в теорії графів зв'язки та вузли це відповідно ребра і вершини графа) називається ступенем (degree). Поняття ступінь є локальною характеристикою графа. Нелокальну, цілісну структуру мережі визначають двома поняттями – шлях (path) і петля (loop) або цикл (cycle). Шлях – це почергова послідовність суміжних вузлів і зв'язків між цими вузлами, коли вузли не повторюються. Циклом чи петлею називається шлях, коли початковий і кінцевий вузли збігаються. Мережі без циклів називаються деревами. Число вузлів N (розмір мережі) і число зв'язків L в деревах пов'язані простим співвідношенням $N = L - 1$ [7].

Інструментом дослідження складних мереж, що базується на теорії графів є топологічний аналіз. При топологічному аналізі досліджуються параметри окремих вершин, параметри мережі в цілому та мережу підструктури [7]. До топологічних мір відносяться: середня довжина шляху ($\langle L \rangle$); коефіцієнт кластеризації (C) - показує при ланцюжку з трьох послідовних слів ймовірність знаходитись поряд першого і останнього слова; середня степінь вершини ($\langle d \rangle$); щільність графа, що є відношенням кількості ребер до кількості вузлів і позначається ρ ; діаметр графа (D), тобто, максимальна відстань між двома вузлами графа та ін. [7].

Результатом застосування лінійної алгебри у теорії графів є спектральний аналіз, що базується на алгебраїчних

інваріантах графу – його спектрах. Основними спектральними характеристиками складних систем є: максимальне власне значення матриці суміжності - λ_{\max} ; енергія графа (E_{gr}) - сума модулів власних значень матриці суміжності; алгебраїчна зв'язність (λ_2) - перше ненульове власне значення матриці Лапласа що, вказує на ступінь зв'язності графа; спектральний розрив, який визначається як різниця між модулями двох найбільших власних значень матриці суміжності, позначається $\Delta\lambda$ та максимальна степінь вершин (d_{\max}).

Нами проаналізовано 125 понять, які необхідні для засвоєння дисципліни «Економічна кібернетика» та взаємозв'язок між ними (зв'язок означає необхідність одного поняття для освоєння іншого). Аналогічне дослідження проведене для 138 понять курсу «Алгоритмізація і програмування».

Побудовані графи взаємозв'язків (рис. 12, 13) можуть бути використані для виявлення найбільш важливих понять, які мають найбільший ступінь вершини, а також понять, які знаходяться на шляхах вивчення інших важливих понять курсу. Візуалізацію отриманих при цьому графів здійснено за допомогою програмного продукту Gephi [22].

На рис. 12-13 розмір вузлів-понять когнітивних мереж характеризує міру важливості та основоположності відповідних термінів навчальної дисципліни.

Для отриманих графів були розраховані та проаналізовані їх спектральні і топологічні характеристики [7, 15]. Результати дослідження наведені в таблицях 1, 2.

Проаналізуємо знайдені значення мір (табл. 1). Міра Link Density – це міра щільності ребер, обчислюється як відношення кількості ребер графа до відповідної кількості вершин і визначає максимальну кількість ребер у даному графі.

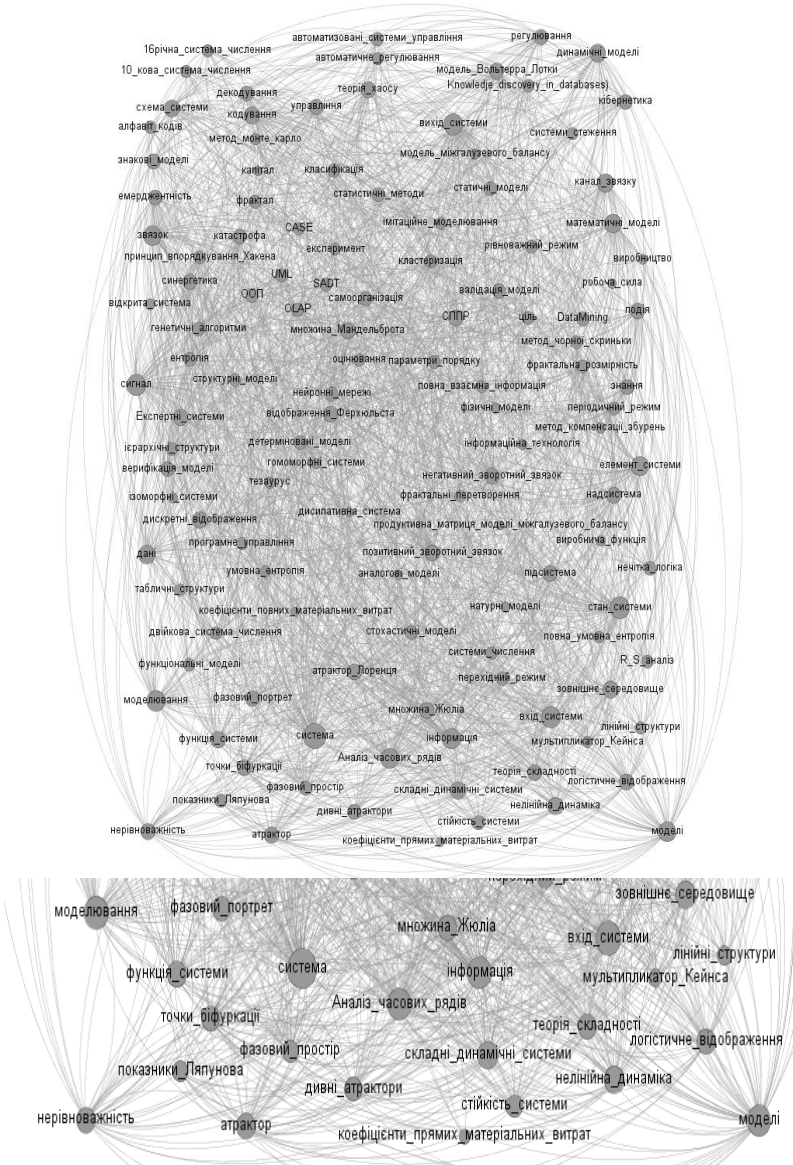


Рис. 12. Когнітивна мережа зв'язків понять курсу «Економічна кібернетика» та його окрема (нижня) частина в збільшеному масштабі

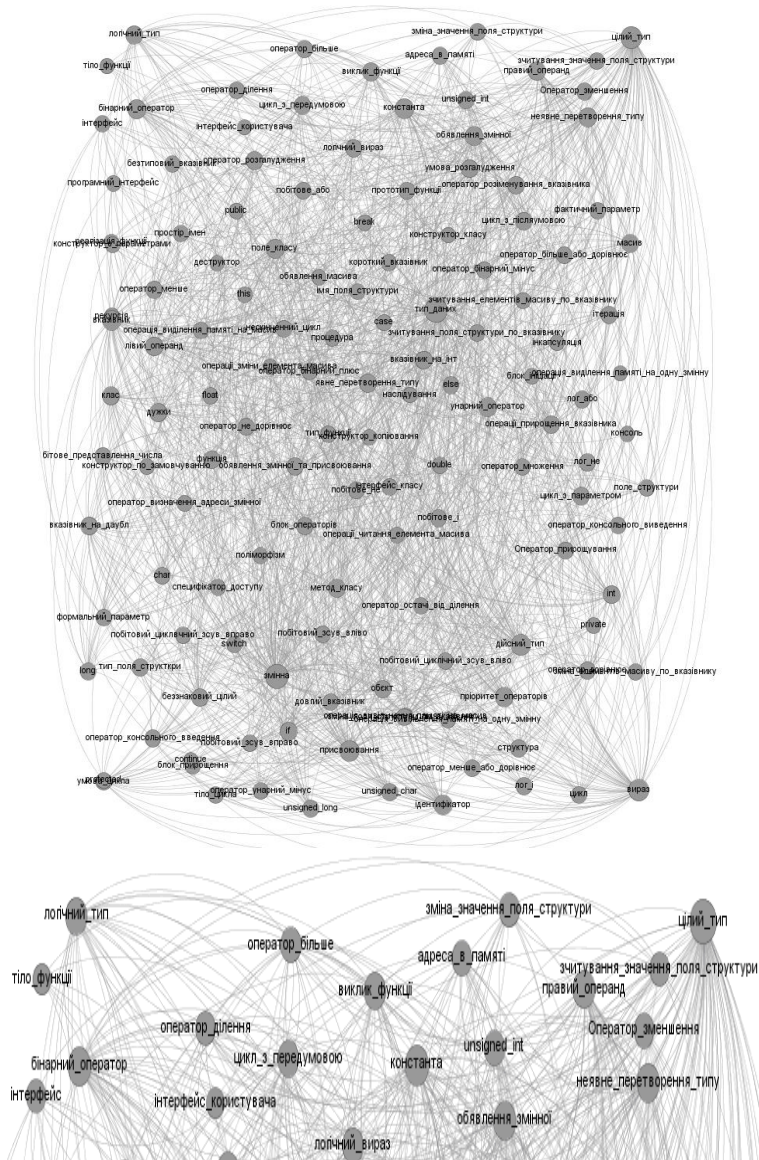


Рис. 13. Когнітивна мережа зв'язків понять курсу «Алгоритмізація і програмування» та його окрема (нижня) частина в збільшеному масштабі

Таблиця 1

Порівняння топологічних характеристик графів взаємозв'язків понять дисциплін «Економічна кібернетика» та «Алгоритмізація і програмування»

Назва міри	Граф дисципліни «Економічна кібернетика»	Граф дисципліни «Алгоритмізація і програмування»
Link density	0.35	0.20
max node degree	111	121
min node degree	3	1
mean node degree	42.90	26.53
max average node degree	58.85	40.00
min average node degree	0	0
mean average node degree	22.50	12.53
Clustering	0.055	0.013
mean node betweenness	0.07	0.21
Smooth diameter	1.69	3.00

Таким чином, значення 0.35 для графа дисципліни «Економічна кібернетика» означає наповненість ребрами приблизно на 34,6 % від максимально можливого. Щільність графу понять дисципліни «Програмування» є меншою: 19,7 %, що може бути пояснене меншою кількістю зв'язків між поняттями в середньому у графі.

Максимальна ступінь 121 вершини продемонстрував граф понять дисципліни «Програмування» (всього вершин в даному графі – 138). Але максимальне значення ступеня вершини у графі «Економічна кібернетика» 111 не поступається першому графу (всього вершин в графі «Економічна кібернетика – 125). Мінімальна ступінь вершин у графах «Економічна кібернетика» та «Програмування» є відповідно 3 та 1, що є практично однаковими. Середня ступінь вершини графу «Економічна кібернетика» становить 42,9, що у порівнянні з 26,5 для графа «Програмування» є вдвічі більшою. Це також підтверджує більшу зв'язність між поняттями дисципліни «Економічна кібернетика», ніж поняттями дисципліни «Програмування».

Локальна міра average node degree повертає середню

кількість сусідів кожної вершини i обчислюється, використовуючи лише вершини, суміжні з заданою та сусідів суміжних вершин (один шар сусідів). Таким чином, найбільшу середню кількість локальних сусідів (max average node degree) 58.85 має мережа «Економічна кібернетика» в порівнянні з 40 для мережі «Програмування». Мінімальна локальна ступінь вершин в обох графах дорівнює нулю. Середнє значення локального ступеня вершин (mean average node degree) для графа «Економічна кібернетика» дорівнює 22,5, а для графа «Програмування» становить 12,53, що підтверджує наявність більшої кількості зв'язків у першому графі.

Глобальний коефіцієнт кластеризації (Clustering) для графа є відношенням кількості послідовно з'єднаних трійок вершин до кількості трикутників (циклічно з'єднаних трійок вершин). Для графа «Економічна кібернетика» коефіцієнт кластеризації становить 0.055, а для граф «Програмування» становить 0.013.

Node betweenness – це локальна міра для вершини, яка означає кількість найкоротших шляхів, що проходять через задану вершину. Обчислюються усі найкоротші шляхи, використовуючи алгоритм Дейкстри, підраховується кількість таких шляхів. Середнє значення Node betweenness для усіх вузлів графа «Економічна кібернетика» становить 0.07, а для графа «Програмування» – 0.21. Це означає, що поняття курсу «Програмування» частіше знаходяться на шляхах засвоєння інших важливих понять.

Smooth diameter – наближене (згладжене) визначення діаметру: мінімальна відстань d , при якому для заданої (достатньо малої) порогової частини p , знайдеться $pn(n-1)/2$ пар вершин, які знаходяться на відстані, більшій d . Для графа понять дисципліни «Економічна кібернетика» значення згладженого діаметра становить 1.69, а для графа «Програмування» - 3, що може означати існування більш довгих шляхів у зв'язках між поняттями дисципліни «Програмування».

Спектральні властивості графів базуються на спектрі власних значень λ_i матриці суміжності та матриці Лапласа. Значення глобальних спектральних мір наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Порівняння спектральних характеристик графів взаємозв'язків понять дисциплін «Економічна кібернетика» та «Алгоритмізація і програмування»

Назва міри	Граф дисципліни «Економічна кібернетика»	Граф дисципліни «Алгоритмізація і програмування»
LambdaMax	51.53	33.14
Number of Connected Components	2	3
mean Lambda	21.42	13.22
algebraic connectivity	49.60	30.19
maxLambda2	21.77	11.08
graph energy	189.18	144.37

Найбільші власні значення матриці Лапласа для графів понять дисциплін та компоненти їх векторів показують важливі властивості графу в цілому та найбільш значущих його компонентів. Максимальне значення LambdaMax матриці суміжності є одним з показників складності графа. Це дає підстави вважати граф понять дисципліни «Економічна кібернетика» зі значенням LambdaMax=51.53 більш складним, ніж граф понять дисципліни «Програмування», для якого LambdaMax=33.14.

Кількість зв'язних компонентів графу (Number of Connected Components) відповідає кількості нульових власних значень матриці Лапласа. У графі дисципліни «Економічна кібернетика» їх виявилось 2, а в графі дисципліни «Програмування» - 3, що може бути пояснене дещо більшою зв'язністю останнього графа.

Середнє власне значення матриці Лапласа mean Lambda показує центр локалізації досліджуваного спектру власних значень. При порівнянні двох графів, більша величина середнього власного значення матриці Лапласа говорить про те, що і увесь спектр графу (у даному випадку, граф термінів дисципліни «Економічна кібернетика») приймає більші значення, що говорить про більшу складність графу «Економічна кібернетика».

Алгебраїчна зв'язність (algebraic connectivity) є другим

найбільшим власним значенням спектру власних значень матриці Лапласа для графа і показує ступінь зв'язності графа. Отримані розрахункові величини показують, що граф понять дисципліни «Економічна кібернетика» демонструє більшу зв'язність (49.60), ніж граф «Програмування» (30.19).

Останньою із наведених мір, що базуються на спектрі власних значень, є енергія графа, яка є сумою модулів власних значень матриці Лапласа. Даний показник дорівнює 189.181 для графа «Економічна кібернетика», що є більшим ніж 144.3694 для графу «Програмування».

З пророблених досліджень можна зробити висновок, що у дисципліні «Економічна кібернетика» система понять є більш зв'язана і складна. Це означає, що при вивченні наступних понять потрібно буде частіше повторювати значення уже вивчених. Система понять дисципліни «Програмування» містить менше залежностей і зв'язність графа менша. Хоча досвід вивчення даних дисциплін свідчить, що дисципліна «Програмування» не є простою у вивченні. Такий результат може бути пояснений тим, що графові моделі взаємозв'язків не враховують складність вивчення кожного з понять. Також додаткові зв'язки між поняттями, навпаки, можуть сприяти їх більш глибокому засвоєнню при повторному використанні в наступних розділах дисциплін.

Повернемося знову до вже аналізованих літературних творів і дослідимо їх мережні міри складності. Глобальні характеристики отриманих мереж наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Глобальні характеристики графів слів у художньому творі

Характеристика	«Борис Годунов»	«Енеїда»	«Король Лір»
Середня довжина шляху	3.593	3.151	2.851
Коефіцієнт кластеризації	0.127	0.228	0.363
Середня степінь вершини	4.971	6.884	10.979
Діаметр	10	9	6
Щільність графа	0.002	0.002	0.004
Модулярність	0.431	0.321	0.232
Кількість слабкозв'язаних компонентів	2	2	2

Поверхневий аналіз мір дає можливість зробити висновок, що твори російською та українською показують близькі між собою значення розрахованих мір, а значення для твору англійською більш значно відрізняється від творів російською та українською.

Проаналізуємо детальніше кожну з розрахованих мір.

Середня довжина шляху на графі для поеми «Борис Годунов» показала значення 3.593 слів, що незначно відрізняється від 3.151 для «Енеїди».

Трагедія «Король Лір» має середню довжину шляху 2.851 слів, що є менше ніж у графах поем «Борис Годунов» та «Енеїда».

Коефіцієнт кластеризації (транзитивності) показує при ланцюжку з трьох послідовних слів ймовірність знаходитись поряд першого і останнього слова. Для поеми «Борис Годунов» коефіцієнт кластеризації має значення 0.127, для поеми «Енеїда» – 0.228, що є вищим ніж у графі «Борис Годунов», а у трагедії «Король Лір» коефіцієнт кластеризації досягає 0.363, що є найбільшим з трьох творів, що аналізуються.

Середня ступінь вершини є міра, яка показує, скільки в середньому зв'язків у довільно вибраного вузла графа. У випадку графу текстів, скільки в середньому різних слів зустрічаються поряд з довільно вибраним словом. Для твору «Борис Годунов» середня ступінь вершини становить 4.971, що є найменшим значенням з трьох наведених творів. У графі слів поеми «Енеїда» середня ступінь вершини становить 6.884, що є на 2 слова більше, ніж у графі «Борис Годунов». У графі слів трагедії «Король Лір» даний показник дорівнює 10.979, що є найбільшим значенням. З вищезазначеного можна зробити попередній висновок, що граф слів трагедії У. Шекспіра «Король Лір» є найскладнішим з наведених для аналізу графів, оскільки має високу кластеризацію, короткі шляхи та високу ступінь вершин.

Діаметр графа є найдовшим шляхом між парою вершин графа. Для поем «Борис Годунов» та «Енеїда» даний показник має значення 10 та 9 вузлів, що є більшим, ніж 6 вузлів для трагедії «Король Лір». Це означає, що граф трагедії «Король Лір» є більш локалізованим та зосередженим, оскільки діаметр (найбільший шлях у даному графі) є коротшим, ніж у графів

інших творів, що розглядаються у даній роботі.

Щільність графа є відношенням наявної кількості ребер графа до максимально можливої кількості ребер у повному графі з аналогічною кількістю вершин. Даний показник дозволяє продемонструвати степінь наповненості графа ребрами. Для всіх трьох творів цей показник є низьким, але для творів російською та українською («Борис Годунов» та «Енеїда») цей показник склав 0.002, а для трагедії «Король Лір», яка написана англійською мовою, показник щільності графа збільшився до 0.004, що говорить про певні особливості англійської мови у взаємозв'язках між словами.

Модулярність – міра, яка показує взаємозв'язки між вузлами графу всередині груп та між групами. Для твору «Борис Годунов» модулярність досягає значення 0.431, яке є найбільшим серед проаналізованих творів. Для поеми «Енеїда» модулярність приймає значення 0.321, а для «Король Лір» - найменше значення 0.232.

Кількість слабкозв'язаних компонентів для усіх трьох творів дорівнює 2.

Таким чином, найбільш складним графом є граф слів трагедії У. Шекспіра «Король Лір», яка написана англійською мовою. Середню складність згідно вищенаведених показників продемонструвала поема І. Котляревського «Енеїда», а найменшу – поема О.С. Пушкіна «Борис Годунов».

6. Економічна когнітивістика

На сьогодні характерними та невід'ємними складовими функціонування будь-якої економічної системи є наявність економічних криз та проблеми прогнозованості кризових явищ. Однією з причин малоуспішних результатів прогнозування є ігнорування когнітивного аспекту під час здійснення прогнозу. Якщо в останнє десятиріччя, завдяки розвитку матеріально-технічної та теоретичної бази, спостерігається значний розвиток когнітивної науки в області: психології, біології, філософії, лінгвістики, нейрофізіології та ін., то дослідження когнітивних процесів в області економіки практично відсутні.

Важливим фактором інтенсифікації вивчення складних мереж в останні роки став високий рівень розвитку алгоритмів і комп'ютерних програм дослідження мереж.

Ключовою гіпотезою дослідження є припущення, що

когнітивні мережі, які відносяться до різних типів економічної динаміки можуть суттєво відрізнятись. Тому для аналізу було обрано по 25 економічних публікацій надрукованих у різні періоди, що охоплюють останню глобальну фінансову кризу 2008-2010рр.: до кризовий період (2006 р.), кризовий період (2008 р.), після кризовий період (2011 р.). Дані статті були взяті із офіційного сайту журналу «Актуальні проблеми економіки» [10].

Обчислені топологічні та спектральні міри наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Топологічні та спектральні характеристики графів слів у наукових статтях з економіки

Характеристика	до кризи	під час кризи	після кризи
$\langle L \rangle$	4,5016	4,3506	4,3022
C	0,034	0,042	0,041
$\langle d \rangle$	3,465	3,633	3,622
D	11,84	11,04	11,88
ρ_l	0,003	0,004	0,003
d_{\max}	89,56	84,27	100,92
$\Delta \lambda$	3,11	3,44	3,56
λ_{\max}	11,89	11,99	12,652
λ_1	2,05	2,72	2,57
E_{gr}	1452,90	1310,81	1388,96

Статті опубліковані під час економічної кризи мають середню довжину шляху 4.35 слів, що є середнім показником між графами публікацій до і після кризи. Коефіцієнт кластеризації (транзитивності) показує при ланцюжку з трьох послідовних слів, ймовірність знаходитись поряд першого і останнього слова. Для статті опублікованої під час кризи коефіцієнт кластеризації має значення 0.042, що є найбільшим з трьох публікацій, а отже в порівнянні з ними ці статті мають тісніший зв'язок між компонентами.

Середня степінь вершини - міра, яка показує, скільки в середньому зв'язків у довільно вибраного вузла графу. У випадку графу текстів - скільки в середньому різних слів зустрічаються поряд з довільно вибраним словом. Для

публікацій 2008 року середня степінь вершини становить 3.633, що є найбільшим значенням з трьох наведених. З цього можна зробити попередній висновок, що графи слів статті опублікованої під час кризи є найскладнішими з наведених для аналізу графів, оскільки має високу кластеризацію та високу степінь вершин.

Діаметр графа є найдовшим шляхом між парою вершин графа. Для публікацій до і після кризи дані показник мають значення 11,84 та 11,88, що є більшим, ніж 11,04 вузлів статті 2008 року. Це означає, що графи публікацій цього періоду є більш локалізованими та зосередженими, оскільки діаметр (найбільший шлях у даному графі) є коротшим, ніж у графів інших творів, що розглядаються у даній роботі.

Щільність графа є відношенням наявної кількості ребер графа до максимально можливої кількості ребер у повному графі з аналогічною кількістю вершин. Даний показник дозволяє продемонструвати степінь наповненості графа ребрами. Для всіх трьох прикладів цей показник є низьким, але для статті написаної в період кризи це показник дорівнює 0.004, що говорить про певні особливості у взаємозв'язках між словами.

Максимальну степінь (100,92) вершини продемонстрував граф публікацій надрукованих після кризи, що є найбільшим значенням серед проаналізованих. Показник спектрального розриву, показує наскільки швидко система повернеться до нормального стану. Найбільше значення (3,595) цього показника мають статті 2011 року. Так, як максимальне значення λ_{\max} матриці суміжності є одним з показників складності графу, тобто графи побудовані зі значеннями $\lambda_{\max} = 12.65$ є більш складним, ніж графи із значеннями $\lambda_{\max} = 11.99$ та 11.89.

Із результатів обчислення показника алгебраїчної зв'язності можна сказати, що граф статті, опублікованої в період кризи, демонструє більшу зв'язність (2.72), ніж два інших графа (2006р. та 2011р. відповідно). Останньою спектральною мірою, є енергія графа, даний показник дорівнює 1310.81 для графу публікацій 2008р., що є меншим ніж 1452.96 та 1388.96 для публікацій 2006 та 2011 років.

На рис. 14 представлено когнітивну мережу статті в кризовий період.

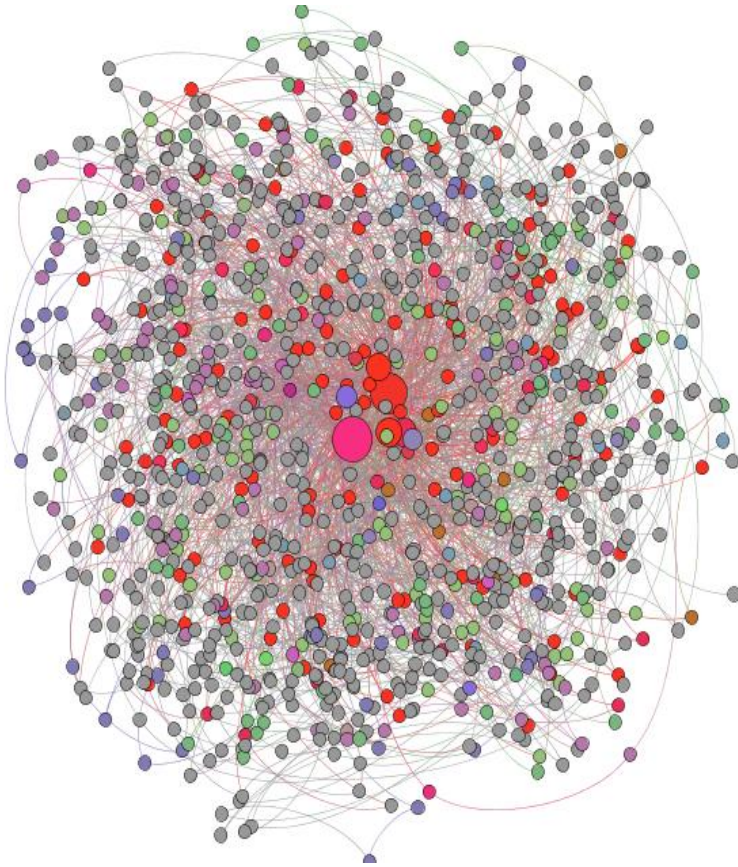


Рис. 14. Когнітивна мережа (без назв вузлів) статті з економіки за 2008 р.

Отже, аналіз сутності і особливостей когнітивної науки свідчить про можливість використання її моделей і методів для дослідження економічних систем.

7. Висновки. Таким чином, дослідження соціально-гуманітарних систем, сутнісним ядром яких є когнітивна компонента, можливо проводити у рамках синергетичної

парадигми, сучасною гранню якої є теорія складних мереж. Розглянуті окремі методи теорії складних систем демонструють можливість кількісного аналізу когнітивних функцій.

Крім фундаментального наукового значення – розуміння роботи людського мозку – роботи в даному напрямку мають за мету подолати загальну кризу системи освіти, суть якої полягає в неадекватності цілей, змісту, форм і методів освіти новим умовам. Розвиток інформаційних технологій і синергетичних уявлень не міг не позначитися і на розвитку педагогічної науки [27]. Традиційна педагогіка, заснована на "жорстких" (за В.І.Арнольдом[28]) моделях, не сприймає тієї обставини, що в школі наявний неминучий певний хаос, що флуктуації на мікрорівні грають істотну роль у визначенні цілей навчання на найближчу перспективу. Хаос постає як механізм впливу на еволюцію. В "м'якій" моделі процедура навчання - це не передача знань як естафетної палички від однієї людини до іншої, а створення умов, при яких стає можливим процес самоосвіти учня в результаті його активної і продуктивної творчості [29, 31]. У зв'язку з широким розповсюдженням глобальних і локальних мереж в умовах мережного простору принципово змінюються форми збору, обробки, перетворення, передачі, накопичення інформації та створення інформаційного продукту. В результаті з'являється можливість реалізувати інтелектуальний потенціал великих обсягів інформації. В якості ведучого повинен розглядатися принцип навчання у співпраці в рішенні навчальних і професійних проблем, в першу чергу при колективному навчанні через мережу [30]. Саме у синергетичному шляху пошуку нових моделей навчання, корегування їх на когнітивному рівні, адекватної квантифікації процесуальних характеристик [32] ми вбачаємо майбутнє якісної освіти.

Список використаних джерел:

1. Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом / Джереми Рифкин ; Пер. с англ. — М.: Альпина нон-фикшн, 2014. — 410 с.
2. Schwab K. The Forth Industrial Revolution / Klaus Schwab -

[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.amazon.com/dp/B01AIT6SZ8>.

3. Марш, П. Новая промышленная революция. Потребители, глобализация и конец массового производства [Текст] / пер. с англ. Анны Шоломицкой. – М.: Изд-во Института Гайдара, 2015. – 420 с.

4. Малинецкий Г.Г. Теория самоорганизации. На пороге IV парадигмы / Г.Г. Малинецкий // Компьютерные исследования и моделирование. – 2013. –Т.5, №3. – С.315-366.

5. Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках / И. Пригожин. – Перевод с английского. Серия «Синергетика: от прошлого к будущему». Изд.3 URSS, 2006. - 296 с.

6. Barrat A. Dynamical processes on complex networks / Barrat A., Barthelemy M., Vespignani A. // Cambridge University Press, 2008. – 347 p.

7. Соловйов В.М. Моделювання складних систем / В.М. Соловйов, О.А. Сердюк, Г.Б. Данильчук // Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни. – Черкаси : Видавець О. Ю. Вовчок, 2016. – 204 с.

8. Соловйов В.М. Кількісні методи оцінки складності в прогнозуванні соціально-економічних систем / В.М. Соловйов, К.В. Соловйова // В колект. монографії: «Прогнозування соціально-економічних процесів: сучасні підходи та перспективи». Бердянськ. - 2012.- с.141-155.

9. Соловйова В.В. Порівняльний аналіз динаміки фондового ринку України з використанням фрактальних мір складності / В.В. Соловйова, В.М. Соловйов, К.В. Соловйова // Вісник Черкаського університету, сер. «економічні науки», 2012. №33 (246). –С.51-58.

10. Соловйов В.М. Використання масштабно-залежних показників Ляпунова для дослідження складності фінансово-економічних систем / В.М. Соловйов, І.О. Стратійчук // Наука і економіка, науково-теоретичний журнал Хмельницького економічного університету, 2012. №4 (28), т2. -С.88-93

11. Соловйов В.М. Рекурентні міри як метод кількісної оцінки складності / В.М. Соловйов, А.В. Батир // Вісник КНУТД, 2012, №5, с.254-257.

12. Соловйов В.М. Ентропія Тсалліса і неекстенсивні міри

складності економічних систем / В.М. Соловійов, О.А. Сердюк // В колект. монографіи «Модели оценки и анализа сложных социально- экономических систем».-Х.: ИД «ИНЖЕК», 2013.- С. 146-157.

13. Рибчинська О.М. Нереверсивні міри складності / О.М. Рибчинська, В.М. Соловійов, Д.М. Чабаненко // В колект. монографії «Інформаційні технології та моделювання в економіці: на шляху до міждисциплінарності».- Черкаси: Брама-Україна, 2013. – С. 100-108.

14. Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем: [Монографія] / В.Д. Дербенцев, О.А. Сердюк, В.М. Соловійов, О.Д. Шарапов – Черкаси: Брама-Україна, 2010. – 300 с.

15. Соловійов В.М. Мережні міри складності соціально-економічних систем // Вісник Черкаського університету, сер. «Прикладна математика. Інформатика», 2015. № 38 (371) – С.67-79.

16. Hausdorff, J. M., L. Zemaný, C.-K. Peng, and A. L. Goldberger. Maturation of gait dynamics: stride-to-stride variability and its temporal organization in children. / J. Appl. Physiol. – 1999. – V.86, No3. – P.1040–1047.

17. Delignieres D., Torre K. Fractal dynamics of human gait: a reassessment of the 1996 data of Hausdorff et al. / J Appl Physiol. – 2009. – V.106. – P.1272–1279.

18. Marieke M.J., W. van Rooij, Bertha A. Nash, Srinivasan Rajaraman and John G. Holden A fractal approach to dynamic inference and distribution analysis. / Frontier in Physiology. – 2013. – V.4, No1 – P.1–16.

19. Ausloos M. Generalized Hurst exponent and multifractal function of original and translated texts mapped into frequency and length time series [Електронний ресурс] – Режим доступу: arXiv:1208.6174v1 [physics.data-an].

20. Xiao Fan Liu, Chi K. Tse, Michael Small. Complex network structure of musical compositions: Algorithmic generation of appealing music. / Physica A. – 2010. – V.389 – P.126–132.

21. Бази даних для систем різної природи. Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.comp-engine.org/timeseries/>

22. The Open Graph Viz Platform. – [Електронний ресурс] –

Режим доступа: <https://gephi.org/>

23. Кубрякова Е.С. О когнитивной лингвистике и семантике термина «когнитивный» / Е.С. Кубрякова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Лингвистика и межкультурная коммуникация. – Воронеж, 2001. – С. 4–10.

24. Зыков А.А. Основы теории графов. Учебное пособие /А.А. Зыков.– М.: Наука, 1987. – 384с.

25. Евин И.А. Когнитивные сети / А.А. Кобляков, Д.В. Савриков, Н. Д. Шувалов //Компьютерные исследования и моделирование. –2011, т. 3, № 3– С. 231-239.

26. Актуальні проблеми економіки. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://eco-science.net/>

27. Кремень В.Г. Педагогічна синергетика: понятійно-категоріальний синтез. / Теорія і практика управління соціальними системами. – 2013, № 3. – С. 3-19.

28. Арнольд В. И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. - М.: МЦНМО, 2004. - 32 с.

29. Тестов В.А. «Жесткие» и «мягкие» модели обучения. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://portalus.ru>

30. Тестов В.А. Переход к новой образовательной парадигме в условиях сетевого пространства. / Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. - 2012, № 4 (1). - С. 50–56.

31. Браже Р.А. Синергетика и творчество: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – Ульяновск: УлГТУ, 2002. – 204 с.

32. Фирстов В.Е. Классификация педагогических измерений как важнейший элемент концепции модернизации отечественного образования / Перспективы науки и образования. – 2013, № 5. – С. 85-94.

1.2. COMPUTER TESTING OF OPERATOR'S CREATIVE THINKING

A model of thinking space in which the thinking processes are considered as an accumulation of thinking steps, or thinking elements, is proposed. Differential equations are formulated for thinking processes corresponding to concrete kinds of professional activities. On the basis of the mathematical model of thinking processes new computer tests for operator's creative thinking testing were worked out. Application of new tests is illustrated in the case of work-group organisation.

Keywords: thinking space, psychological parameters of thinking, intuition, logic, professional activities, computer tests

1. Introduction

Behaviour of operator, which interacts with complex systems, is a subject for numerous investigations. The technical aspects of the problem are considered for a long time. There are also investigations devoted to study of influence of psychological characteristics of operator on the results of his work. However, the attention is not concentrated on the features of operator's thinking and his abilities to solve creative tasks. Analysis of operator behaviour in real situations (for example, at Chernobyl accident [1]) shows that the structure of his thinking is an important factor for solving difficult problems in extreme conditions.

A high professional level in many cases does not allow operator to find the optimal solution in critical situations if he has not the necessary structure of thinking. In the Part 2 we describe a mathematical model of creative thinking. The Part 3 contains the description of new approaches for computer tests working out intended for thinking parameters testing. In the Part 4 we show the possibility of new computer tests using for organization of work-group which have to decide creative tasks. The Part 5 contains a conclusion.

2. Description of the model

A brief description of the model of thinking space (TS) was done in [2, 4]. TS contains discrete thinking elements, and each of them corresponds to given thinking step of a person in the process of his moving to the problem solution. Thinking steps may be

divided in different groups for varieties of the model. In particular, it may be three groups: effective steps (ES), wrong steps (WS) and intermediate steps (IS).

In this case three differential equations may be written, which describe the «kinetic» of each kind of steps. Such equations are known in natural sciences, and many types of them are good studied mathematically. Let us do the following notations: N_1 , N_2 and N_3 are the numbers of ES, IS and WS accordingly. Then, for example, for N_1 the equation is:

$$\frac{dN_1}{dt} = I_1 + a_1 N_1 + b_1 N_2^k - c_1 N_3, \quad (1)$$

where the coefficients have a sense of psychological parameters of thinking. So I_i is a parameter of intuition, a_1 characterises the quality of information processing and may be named as a parameter of logic. The third term describes the ability to prepare in TS intermediate elements and to construct ES with the rate b_1 . Thus, b_1 has a sense of coefficient of strategy thinking and k is the "degree of psychological reaction " and characterises a volume of TS. At last c_i shows how a person takes into account WS and may name as a coefficient of critical thinking component. A set of three equations like (1) can be investigated on the basis of quality theory of differential equations and solved numerically.

The described model of TS has to be modified in each case accordingly to different fields of Human activities taking into account the character of problems which must be solved.

3. Computer tests working out

The important stage of tests working out is analysing the main requirements to operator's thinking caused by his interaction with complex technique. This analysis allows to concretise equations (1) and write the necessary terms. The next stage of computer tests development is a choosing or creation of computer problems which demand approximately the same thinking operations as the real situation of operator working, i.e. creation of corresponding computer simulators as computer games which will propose to operator to solve the professional tasks. The simulator computer programs can analyse each step of operator (ES, WS, IS) and to

give experimental dependences, for example, for $N_1(t)$. The last stage is to work out computer programs which are able to calculate the coefficients in equations (1) by comparison of experimental curves $N_1(t)$ with solutions of these equations.

4. Organization of work-group

In this investigation computer tests were used which allow to get thinking parameters of intuition (I), of logic (L), of volume of thinking space (V_{is}), of operative memory (M_o) and of long-term memory (M_l).

We may consider these parameters as coordinates of the multidimensional space, in which each point corresponds to one member of work-group. Statistical cluster analysis allows to divide all members of group to subgroups with close psychological characteristics. It is naturally that there is a significant influence of researchers' experience on the efficiency of Human-Machine interaction in experimental works. But a structure of creative thinking and individual creative abilities of operators have also to be taken into consideration. It is especially important in the case of organisation of research groups.

The robustness of our approach in accommodating a variety of creative abilities of researchers and modelling their impact on group process is illustrated using example involving a computer experiments in physics. We have investigated the influence of characteristics of operators' thinking on successfulness of their study of atom configurations in crystals by Method of Molecular Dynamics (MD). MD method [3] consists in approximate solving of differential equations of motion by transition to algebraic equations of finite differences. MD calculations have allowed to obtain a large information concerning defect atomic configurations in solids, radiation induced processes and formation of radiation defects.

A group often researchers have got a task to investigate ion-induced atomic processes in crystal surface layers. Two different computer programs were given for conducting this work. It was possible in the first program to change initial conditions and characteristics of ion beams in order to get the necessary radiation effects. In the second program it was possible only to follow the radiation-stimulated processes. Researches have to analyse

radiation-induced atomic configurations on different stages of irradiation and to do conclusions about mechanisms of radiation processes. The time of calculations was long and the number of stages which was necessary to analyse during the computer modelling processes was large. At the beginning all researchers were tested by help of described computer tests. The mean values of corresponding parameters are presented in the Table 1. Standard deviation of parameters was not more than 4%. The level of significance corresponded to 95 %.

TABLE 1. Results of testing of experimental group
Researcher Parameters

Para- meters	Researcher									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	0.8	0.3	0.3	0.9	0.6	0.3	0.8	0.4	0.6	0.5
L	0.4	0.9	0.5	0.8	0.5	0.4	0.3	0.8	0.5	0.5
V_{is}	0.8	0.8	0.4	0.8	0.4	0.5	0.5	0.7	0.6	0.4
M_0	0.6	0.8	0.5	0.8	0.7	0.6	0.6	0.8	0.4	0.3
M_{1r}	0.9	0.8	0.7	0.8	0.6	0.8	0.9	0.5	0.6	0.4

Cluster analysis has shown that in the main there are three subgroups in our workgroup: 1) with large parameters I , V_{is} , M_0 , 2) with large parameters L , V_{is} , M_0 , 3) with middle parameters I , L , M_0 , M_{1r} , I , L , M_0 , M_{1r} . One can see the results of work of these three subgroups with two mentioned programs in the Table 2.

TABLE 2. Rating of subgroups

Programs	Subgroups		
	1	2	3
1	9	5	4
2	6	8	5

The quality of results was estimated by five independent experts. The maximum rating was 10. Table 2 consists the average data for six experiments. The relative mistake was not more than 0.15. All researchers had a large professional level and the same

experience. As we see, the researchers of the first subgroup worked more successfully with the first program. They have shown abilities to foresee final results dependent on initial conditions of mathematical experiment. At the same time they worked less successfully when it was necessary to follow the modeling process for a long time and to estimate many times intermediate results. In the last case members of the second subgroup worked more effectively.

The third subgroup did not show high results with both programs.

5. Conclusion

New computer tests are applied for testing specialists, which have to work in one work-group and to decide the common problems. It is shown that in the process of organization, in particular, of theoretical groups it is important to take into account characteristics of creative thinking of researchers. Experiment was conducted in the case of investigations of radiation-induced changes in crystals by computer simulation. It was concluded that the most favourable conditions for getting good results will be realized if the necessary correlation between subgroups will be found. In our case the optimum organization of research group corresponds to predominance of researches of second subgroup with large L , V_{ts} and M_0 parameters of thinking.

6. References

[1] Kiv A.E., Orischenko V.G., Polozovskaya I.A.(1995) Logic of automatic system and logic of operator. In: Automated systems based on human skill(D. Brandt and T. Martin (Eds.)) Pergamon Press, Oxford, 25-27.

[2] Kiv A.E., Orischenko V.G, Polozovskaya I.A. and Zakharchenko I.G. (1994). Computer Modelling of the Learning Organization. In: Advances in Agil Manufacturing (P.T.Kidd and W. Karwowski (Eds.)) IOS Press, Amsterdam, 553-556.

[3] Beeler J.R., Yoshikawa H.H. (1971) Computer Experiments in Nuclear Materials Technology. In: Materials Research and Standards 2, No. 2, 29-35.

[4]. Kiv A.E., Orischenko V.G, Tavalika L.D. and Sue Holmes (2000). Computer Modelling & New Technologies, V4, No.2, 107-109.

1.3. ПОБУДОВА ПРОФІЛІВ IRT ЗА ДОПОМОГОЮ КУСОЧНО-ЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЇ З ВІЛЬНИМИ ВУЗЛАМИ

Тестування – це один з найрозповсюджених методів контролю та перевірки досягнутого рівня знань. Воно має високу об'єктивність і дозволяє уникнути впливу людського фактору при проведенні і перевірці. Кожне завдання повинно достовірно оцінювати знання студентів і тому необхідно контролювати якість тесту. Відомо [1-2], що тести з високим рівнем складності призводять до зниженню оцінок студентів, і навпаки, легкі тести завищують результати тестування. Тільки професійне проведення тестування і застосування математико-статистичних методів сучасної теорії тестів (IRT) для аналізу даних тестування дозволяють врахувати індивідуальні особливості студентів, побудувати гнучку процедуру перевірки знань та отримати дійсно достовірні оцінки.

Таким чином, дослідження у сфері аналізу даних, отриманих в наслідок тестування та формування рекомендацій, щодо складання завдань є актуальними і потребують більш точних рішень.

Варто зазначити [3-7], що кількість математичних моделей в IRT постійно збільшується і обґрунтовуючи недоліки параметричних моделей запропонували методи оцінки характеристичних кривих, які базуються на застосуванні сплайнів. У даній роботі, в якості IRT моделі запропоновано використовувати кусочно-лінійну функцію по МНК.

Перейдемо до результатів дослідження.

Класичною моделлю для профілів запитань (ймовірність респондента з рівнем знань θ_i правильної відповіді на запитання зі складністю не вище за β_j) вважають двопараметричну модель Бірнбаума:

$$P(\theta_i, \beta_j) = \frac{e^{D \cdot \alpha_j (\theta_i - \beta_j)}}{1 + e^{D \cdot \alpha_j (\theta_i - \beta_j)'}}$$

де $D=1.7$ константа, α_j - коефіцієнт дискримінації (item discrimination parameter), що визначає нахил характеристичної кривої.

Будемо вважати, що θ і β в процесі експерименту (тестування) залишаються незмінними, тоді можливо знайти оцінки ймовірностей, які пов'язані з θ і β . Припустимо, що результат відповіді i -го респондента на j -е завдання дорівнює $r_{i,j}$, де $r_{i,j}=1$, якщо відповідь вірна (можна використовувати зважену оцінку $r_{i,j} > 0$), у зворотному випадку, дорівнює 0. Тоді оцінка рівня знань респондента дорівнює:

$$\widehat{\theta}_i = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M r_{i,j},$$

а оцінка рівня складності завдання тесту дорівнює:

$$\widehat{\beta}_i = 1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_{i,j},$$

де M — кількість завдань тесту, N — кількість респондентів.

Респондент з більш високим рівнем знань відповідає вірно на завдання з ймовірністю не менше ніж респондент з нижчим рівнем знань, отже, маємо:

$$P(\theta_i) \geq P(\theta_k), \text{ якщо } \theta_i > \theta_k.$$

Ми бачимо, що залежність $P(\theta_i)$ має неспадаючий характер для фіксованого рівня складності запитання β . Тобто, $P(\theta_i, \beta)$ є характеристичним профілем завдання. Виходячи з цього, $P(\theta_i, \beta)$ є кумулятивною кривою ймовірностей, кожна точка якої відповідає ймовірності того, що респондент із рівнем знань не більшим за θ дає правильну відповідь на запитання з рівнем складності β . Таким чином, оцінки характеристичної кривої запитання визначаються як:

$$P_j(\theta) = \frac{1}{N} \sum \{r_{i,j} | \theta_i \leq \theta\}.$$

Оскільки ми маємо лише множину з \widehat{N} оцінок θ , то отримуємо \widehat{N} емпіричних точок

$$\widehat{P}_j(\theta_k) = \frac{1}{\widehat{N}} \sum \{r_{i,j} | \theta_i \leq \theta_k\}, k = 1, \dots, \widehat{N}.$$

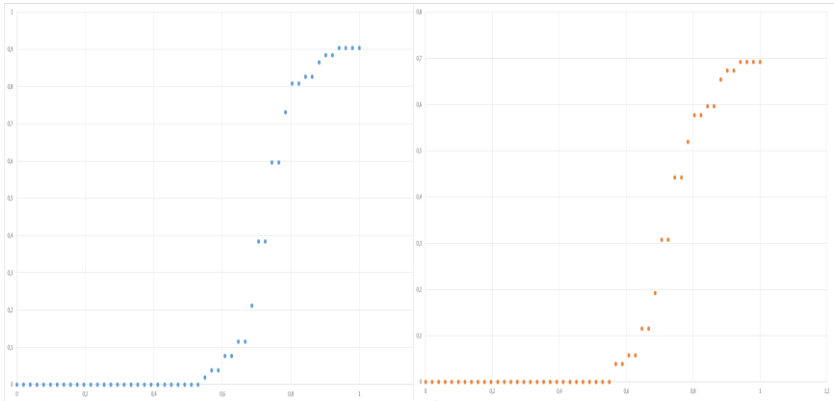


Рис.1. Поведінка $\hat{P}_j(\theta_k)$ для тестових завдань I та II

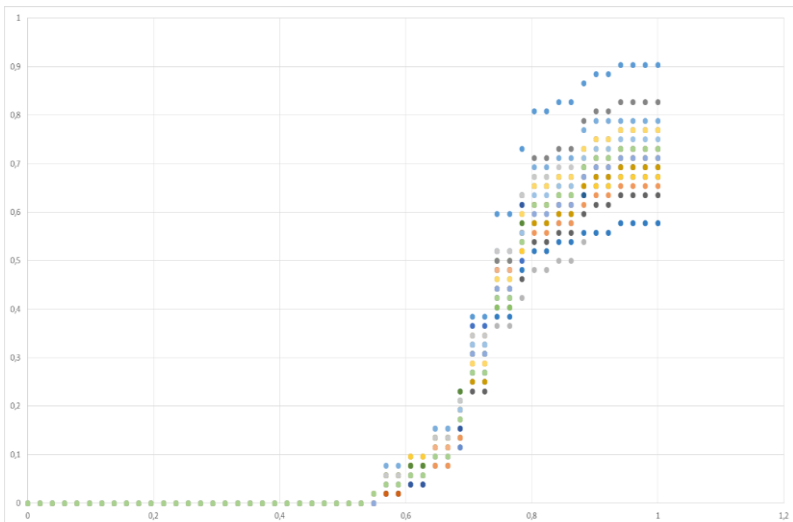


Рис.2. Поведінка $\hat{P}_j(\theta_k)$ для усіх тестових завдань

Поширеним апаратом приближення є кусочно-поліноміальні функції або сплайни [3-7]. Найбільш розповсюдженим видом сплайнів являються ломані.

Напишемо функцію цілі:

$$S(a_0, a_1, \dots, a_n) = \sum_{i=0}^N \left(\sum_{j=0}^n a_j B_j(\Delta_n, t_i) - x_i \right)^2,$$

де $B_j(\Delta_n, t) = B(\Delta_n, t - j)$ і $B(\Delta_n, t)$ – лінійний В-сплайн.

Знайдемо розв'язок задачі $\min_{a_0, a_1, \dots, a_n} S(a_0, a_1, \dots, a_n)$.
 Знаходження екстремуму зводиться до рішення системи рівнянь

$$\begin{pmatrix} \langle B_0, B_0 \rangle & \langle B_0, B_1 \rangle & \dots & \langle B_0, B_n \rangle \\ \langle B_1, B_0 \rangle & \langle B_1, B_1 \rangle & \dots & \langle B_1, B_n \rangle \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \langle B_n, B_0 \rangle & \langle B_n, B_1 \rangle & \dots & \langle B_n, B_n \rangle \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \langle x, B_0 \rangle \\ \langle x, B_1 \rangle \\ \vdots \\ \langle x, B_n \rangle \end{pmatrix},$$

де

$$\langle x, B_0 \rangle = \sum_{i=0}^N x_i B_0(\Delta_n, t_i), j = 0, 1, \dots, n,$$

а оскільки $\langle B_i, B_j \rangle = 0, \forall i, j: |i - j| \geq 2$, отримемо тридіагональну матрицю, яку вирішуємо методом прогонки.

$$A = \begin{pmatrix} \langle B_0, B_0 \rangle & \langle B_0, B_1 \rangle & 0 & \dots & 0 \\ \langle B_1, B_0 \rangle & \langle B_1, B_1 \rangle & \langle B_1, B_2 \rangle & \dots & 0 \\ 0 & \langle B_2, B_1 \rangle & \langle B_2, B_2 \rangle & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \langle B_n, B_n \rangle \end{pmatrix}$$

Таким чином, використовуючи отримані коефіцієнти, будемо ломану за методом найменших квадратів, беручи три відрізки.

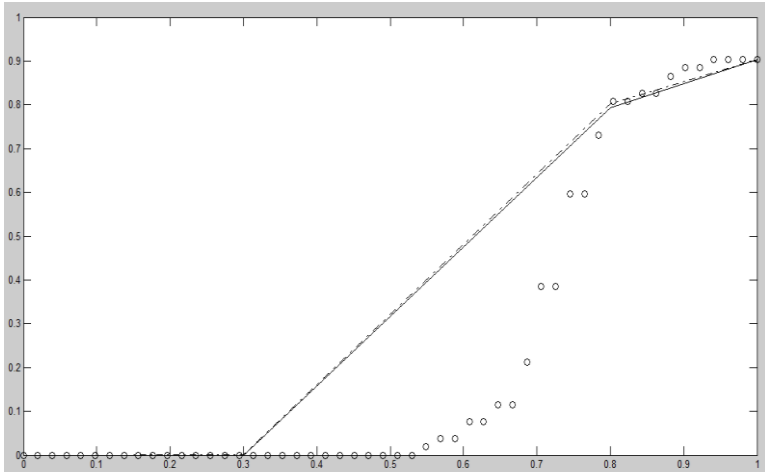


Рис.3. Результат першої ітерації

Для пошуку оптимальних вузлів скористаємося лемою, опис и доведення якої представлені нижче.

Лема. Для будь-якого $n = 1, 2, \dots$ та $\alpha > 1$ при умовах

$$A_i \geq 0, \sum_{i=1}^n A_i = \mathbf{A}$$

справедливо співвідношення

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^n [A_i^\alpha | A_i|] \right\} = \frac{\mathbf{A}^\alpha}{n^{\alpha-1}}.$$

причому, мінімум правої частини досягається при $A_i^* = \frac{\mathbf{A}}{n}$.

Доведення леми будемо проводити з використанням методу невизначених множників Лагранжа.

Складемо функцію Лагранжа

$$\mathcal{L}(\lambda, A_1, \dots, A_n) = \sum_{i=1}^n A_i^\alpha - \lambda \left(\sum_{i=1}^n A_i - \mathbf{A} \right).$$

Диференціюємо її за A_i ($i = 1, \dots, n$) і прирівнюючи нулю,

отримаємо систему рівнянь

$$\frac{\partial}{\partial A_i} \mathcal{L}(\lambda, A_1, \dots, A_n) = -\mathcal{L} + \alpha A_i^{\alpha-1} = 0, (i = 1, \dots, n).$$

Рішенням цієї системи є:

$$A_i^* = \left(\frac{\lambda}{\alpha}\right)^{\frac{1}{\alpha-1}}, (i = 1, \dots, n)$$

Звідси, використовуючи умову леми, отримуємо, що

$$A_i^* = \frac{A}{n}, (i = 1, \dots, n)$$

і тоді екстремальне значення задачі буде дорівнювати

$$\sum_{i=1}^n (A_i^*)^\alpha = \sum_{i=1}^n \frac{A}{n^\alpha} = \frac{A}{n^{\alpha-1}},$$

що і є мінімумом величини, що розглядається.

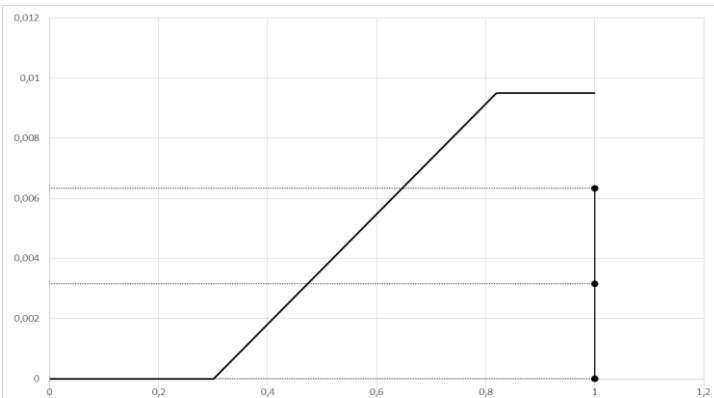


Рис.4. Сумарна похибка в результаті виконання першої ітерації

Отже, опрацюємо отримані помилки, знаходимо нові значення x та повторюємо розрахунки ламаної до тих пір, поки вона не стабілізується.

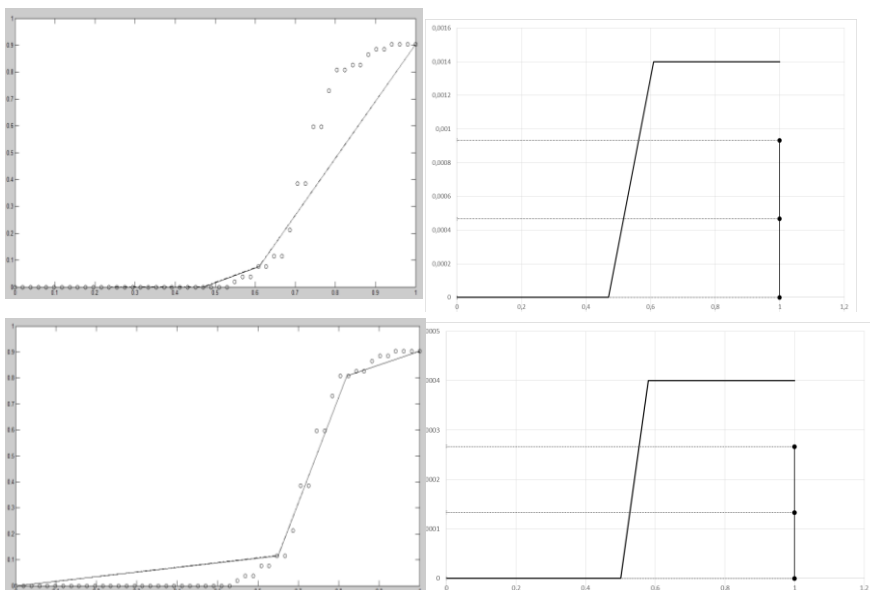


Рис.5. Результати другої та третьої ітерацій

В результаті виконання четвертого проходу значення x не змінилися, отже, третя ітерація – остання.

Перейдемо до аналізу тесту за технологією IRT.

Основна мета даного тесту – проведення підсумкового контролю знань з дисципліни «Економічна теорія» для отримання студентом залікової оцінки. Зміст тестових завдань відповідає робочій програмі дисципліни та для виконання завдань достатньо базового рівня знань. Всього тест містить 25 питань і 4 варіанти відповіді, тільки одна з яких вірна.

Таблиця 1

Результати тестування за студентами (всього 52 учасника)

	Первинний бал (0-100)	Правильні відповіді	Неправильні відповіді	Оцінка рівня підготовки
Ср.значення	72,1	21,6	8,3	0,7
Ср.квадрат. відхилення	8,4	6,7	6,7	0,07
Макс. значення	93,3	28	14	0,93
Мін. значення	53,3	16	2	0,53

Таблиця 2

Результати тестування за завданнями (всього 30 питань)

	% вирішених завдань	Правильні відповіді	Неправильні відповіді	Оцінка рівня складності
Ср.значення	72,1	37,5	14,5	0,27
Ср.квадрат. ідхилення	6,61	3,4	3,4	0,06
Макс.значення	90,4	47	22	0,4
Мін.значення	57,7	30	5	0,09

За таблицями 1 і 2 видно, що завдання тесту варіюються за рівнем складності: найлегше завдання має оцінку 0.09, а найважче – 0.4; що стосується студентів, рівень оцінки підготовленості кращого учасника тестування дорівнює 0.93, а гіршого – 0.53.

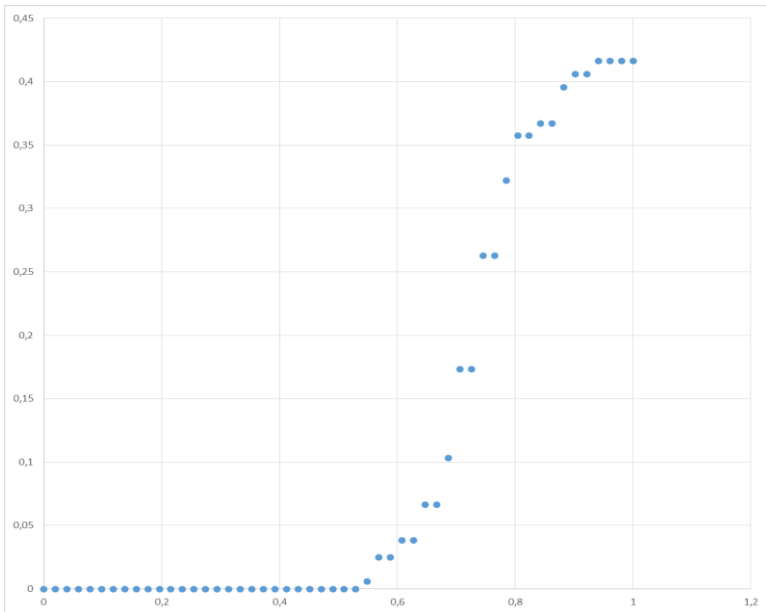


Рис.5. Характеристична крива тесту

Таблиця 3

Номер завдання	Результати по завданням тесту		Кількість помилок
	Складність завдання	Виконали завдання, % (із 52 студентів)	
	0,096	90,38	5
	0,308	69,23	16
	0,308	69,23	16
	0,269	73,08	14
	0,327	67,31	17
	0,231	76,92	12
	0,327	67,31	17
	0,269	73,08	14
	0,365	63,46	19
	0,308	69,23	16
	0,231	76,92	12
	0,269	73,08	14
	0,212	78,85	11
	0,346	65,38	18
	0,423	57,69	22
	0,327	67,31	17
	0,308	69,23	16
	0,288	71,15	15
	0,423	57,69	22
	0,288	71,15	15
	0,173	82,69	9
	0,308	69,23	16
	0,231	76,92	12
	0,231	76,92	12
	0,250	75,00	13
	0,231	76,92	12
	0,231	76,92	12
	0,231	76,92	12
	0,288	71,15	15
	0,269	73,08	14

Одразу видно, що розподіл завдання тесту здійснений не вірно. Із таблиці 3 ми маємо наступну послідовність: 1 – 21 – 13 – 6 – 11 – 23 – 24 – 26 – 27 – 28 – 25 – 4 – 8 – 12 – 30 – 18 – 20 – 29 – 2 – 3 – 10 – 17 – 22 – 5 – 7 – 16 – 14 – 9 – 15 – 19. Певним чином це пов'язано із різноманітністю розділів курсу, що перевіряються (груп навичок та вмінь). Але можлива інша причина – неправильна схема оцінювання завдань.

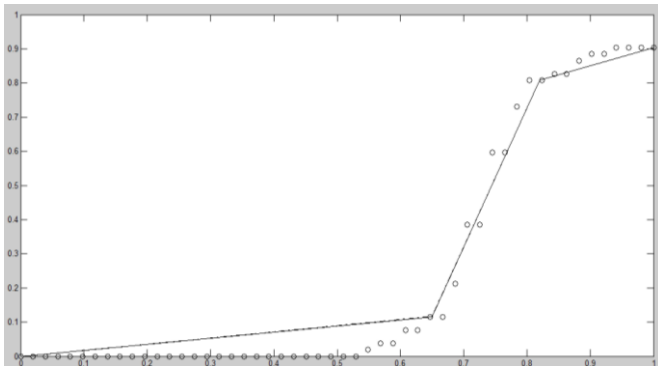


Рис.6. Характеристична ломана завдання №1

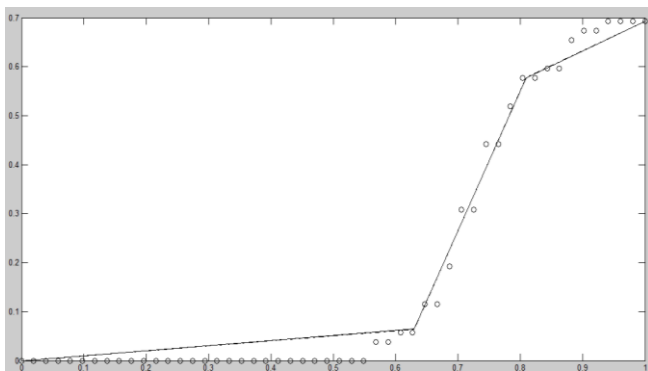


Рис.7. Характеристична ломана завдання №4

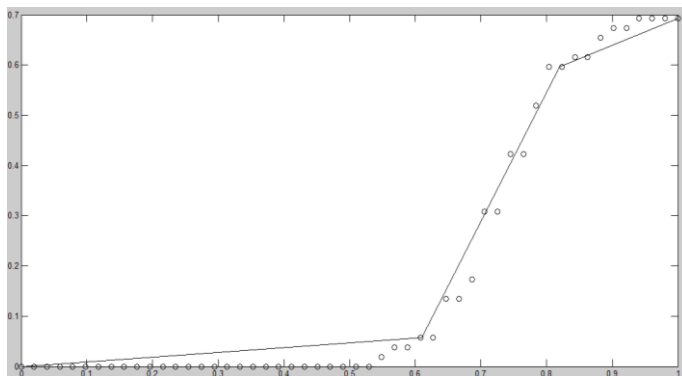


Рис.8. Характеристична ломана завдання №10

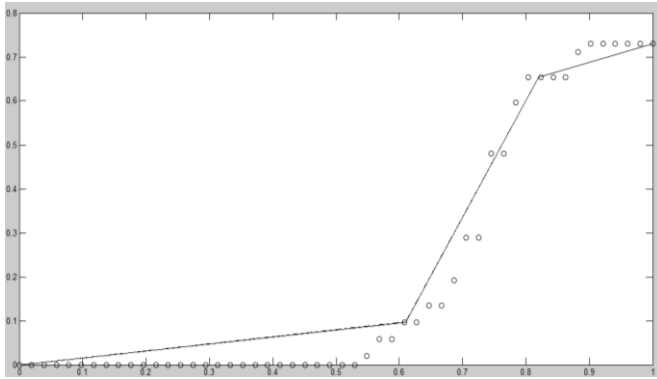


Рис.9. Характеристична ломана завдання №13

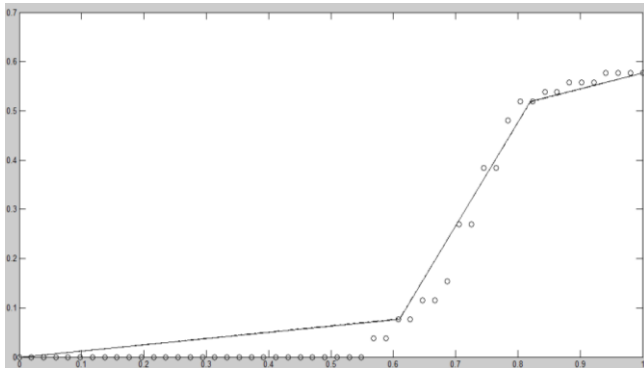


Рис.10. Характеристичні ломані завдань №15 і №19

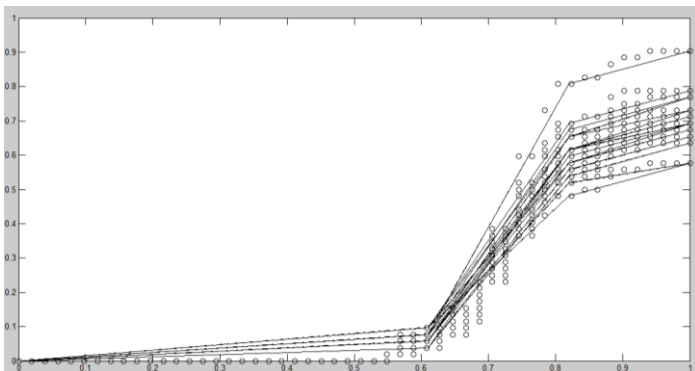


Рис.11. Усі характеристичні ломані тестового завдання (№1-30)

Із рис.11 видно, що тестові завдання мають різні рівні складності і далекі від ідеалу диференційні здатності. Студенти з високим рівнем підготовки мають високу вірогідність правильної відповіді (0.903) лише на перше питання (рис.6), інші завдання мають високі рівні складності і не відповідають рівню підготовки студентів, занадто, питання, які представлені на рис.10. Кращі студенти, вирішуючи завдання 15 і 19 мають вірогідність правильної відповіді 0.57, очевидно, що ці питання вносять дезінформацію в оцінювання студентів і їх необхідно виключити з тесту.

Взагалі, тест знаходиться в поганому узгодженні рівня підготовки студентів до рівня складності тестових завдань.

Список використаних джерел:

1. Алгина Дж. Введение в классическую и современную теорию тестов: учебник / Дж. Алгина, Л. Крокер .– М.: Логос, 2010 .– 668 с.
2. Чельшкова М. Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: учеб. пособ. / М. Б. Чельшкова .– М.: Логос, 2002 .– 432 с.
3. Abrahamowicz M., Multicategorical spline model for item response theory / M. Abrahamowicz, J. O. Ramsay // Psychometrika .– 1992 .– vol. 57, no. 1 .– P. 5-27.
4. Winsberg S. Fitting item characteristic curves with spline functions / S. Winsberg, D. Thissen, H. Wainer // Educational Testing Service. Technical Report .– Princeton: NJ, 1984 .– P. 84-52.
5. Дубан Р.М. Сплайн-моделі в тестових вимірюваннях знань / Р.М. Дубан, І.В.Шелевицький // Рідна школа .– 2010 .– №7-8(967-968) .– С. 11-14.
6. Дубан Р.М. Сплайн-моделі профілів складності питань та знань респондентів в тестовому контролі знань / Р.М. Дубан, І.В. Шелевицький // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики: всеукр. межведомств. научн.-техн. сб .– X .– 2011 .– вып. 156 .– С. 71-77.
7. Шумейко О.О. Побудова профілів IRT за допомогою сплайнів, які зберігають середнє значення / О.О.Шумейко, В.М.Кнуренко // Математичне моделювання.

1.4. МОДЕЛЮВАННЯ КРИЗОВИХ ЯВИЩ В СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ МЕТОДАМИ НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ

Проведено порівняння результатів мультифрактального аналізу для валютного, товарного та фондового ринків. Показано, що локальний коефіцієнт Херста та ширина спектру мультифрактальності можуть слугувати індикаторами-передвісниками кризових явищ. Досліджено особливості динаміки спотового ринку в кризові періоди засобами мережного аналізу. Отримані результати дають підстави стверджувати, що на відміну від фондових, товарні ринки практично некорельовані, що значно ускладнює прогнозування небажаних явищ.

Ключові слова: фондовий індекс, локальний коефіцієнт Херста, спектр мультифрактальності, індикатори-передвісники криз, складні мережі, міра складності, топологічний аналіз, спектральний аналіз, криза

Постановка проблеми. Характерною рисою сучасного розвитку економіки є фінансова нестабільність, під якою ми розуміємо такі проблеми в фінансовій системі країни, які помітно негативно впливають на економічну активність. Формування системи індикаторів-передвісників та дослідження кризових явищ в економіці є однією з найбільш актуальних задач сучасної науки.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Відомі фундаментальні роботи у напрямку прогнозування та передбачення кризових явищ належать Сорнетт Д., Боксу Дж., Дженкінсу Г., Борланду Л., Кругману П. та ін. [1-4].

Незважаючи на значні здобутки сучасної наукової думки, питання дослідження та передбачення кризових явищ залишається відкритим.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження та передбачення кризових явищ в економіці використовуються такі підходи до прогнозування динаміки економічних процесів – фундаментальний і технічний аналіз, засоби мережного аналізу

Розглянемо технічні індикатори, які характеризують

фрактальні властивості складних систем, а саме, локальний коефіцієнт Херста та ширину спектру мультифрактальності (або сингулярності). Техніка проведення такого аналізу детально описана в [5].

В якості баз даних для дослідження використано щоденні значення фондових індексів України [6], Росії, Німеччини, Китаю та США [7], валютні пари EUR/USD та UAH/USD [8], а також ціни на нафту та золото [7] за період з 2004 р. по 2016 р.

Всі розрахунки та побудова графіків проводилися в програмному середовищі MatLab із використання алгоритму ковзного вікна. Для дослідження використовувалася ширина вікна 500 точок та крок переміщення вікна – 5.

Відомо [5], що для нормалізованих прибутковостей часових рядів коефіцієнт Херста H приймає значення на інтервалі $[0, 1]$. Якщо $0 < H < 0.5$, ряд вважається антиперсистентним і відовідає ситуації швидкозмінного, слабо прогнозованого ряду. У випадку $0.5 < H < 1$ ряд називається персистентним і характеризується наявністю трендів та можливістю їх прогнозування. Локальним коефіцієнтом Херста H_{loc} ми називаємо його віконну реалізацію. У період глобальної кризи для досліджуваних індексів спостерігається антиперсистентна поведінка, яка змінюється на помітно персистентну після кризи. Поточний аналіз ситуації свідчить про те, що значення коефіцієнтів Херста для фондових індексів нижче 0.5, тобто повного відновлення економіки після кризи не відбулось. Загальна динаміка перепадів коефіцієнта Херста прогнозує загальну поведінку і самого фондового ринку. Чітко виражені піки коефіцієнта є передвісниками відповідних змін на ринках.

Результати розрахунку для фондових індексів наведені на рис. 1.

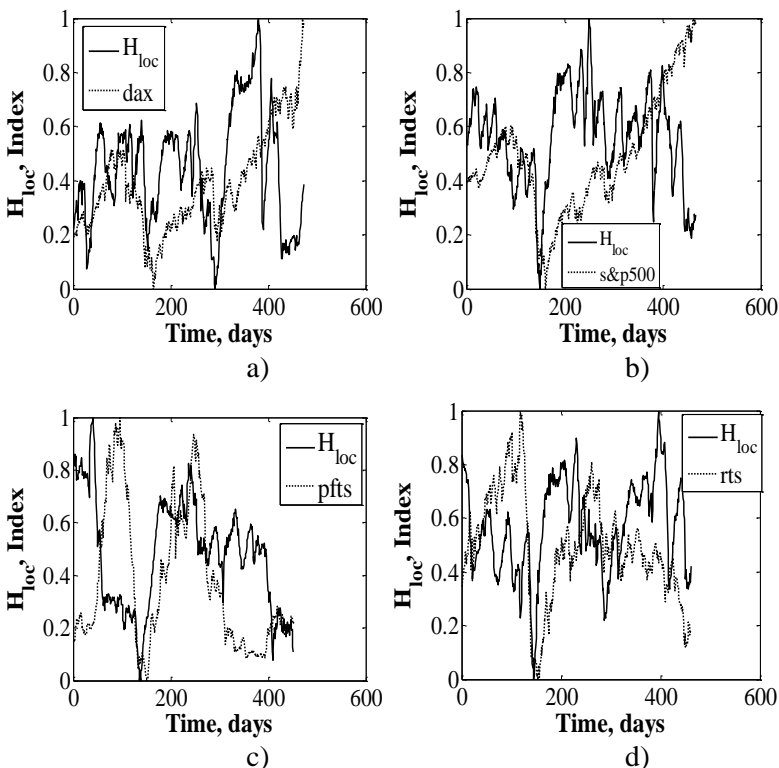


Рис. 1. Порівняльна динаміка індексів фондових ринків Німеччини (а), США (б), України (с) та Росії (д) з локальними коефіцієнтами Херста H_{loc}

Розглянемо динаміку локального коефіцієнта Херста для валютних пар EUR/USD та UAH/USD на рисунку 2.

Валютна пара EUR/USD поводиться взаємно зважено і поступово спадає. Спади ідуть прогнозовано і локальний коефіцієнт Херста в повній мірі відображає прогноз поведінки валютної пари. А от поведінка пари UAH/USD багато в чому не відповідає прогнозам. Коефіцієнт прогнозує обвал, а от пара тримається стабільно. Коефіцієнт Херста прогнозує підйом для UAH/USD, а відбувається спад. Це відбувається виключно через нестабільну політичну та економічну ситуацію в Україні.

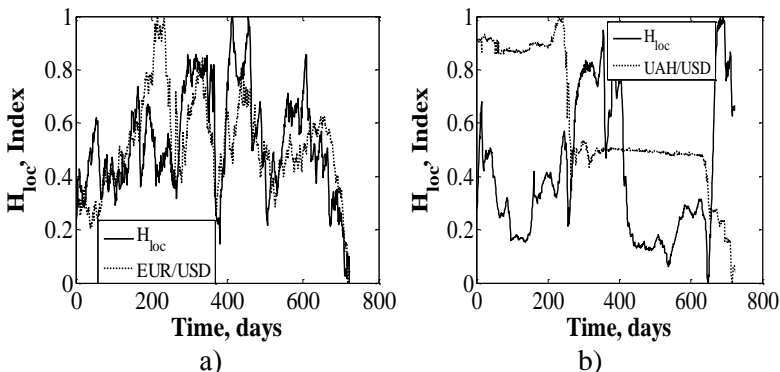


Рис. 2. Порівняльна динаміка валютних пар EUR/USD (a) та UAH/USD (b) з локальними коефіцієнтами Херста H_{loc}

Цікавими є дослідження фрактальних властивостей цін на енергоресурси та дорогоцінні метали (рис.3).

Золото є відносно стабільним товаром. Коливання H_{loc} прогнозує як підйоми, так і спади котирувань на даний метал. З нафтою ситуація схожа, але спади-підйоми більш різкі, ніж у випадку з золотом. Остання частина графіка за коефіцієнтом Херста прогнозує активне падіння ціни на нафту і з часом цей прогноз справдився.

Очевидно, що у передкризові періоди H_{loc} помітно зменшується, випереджаючи власне кризовий спад індексу.

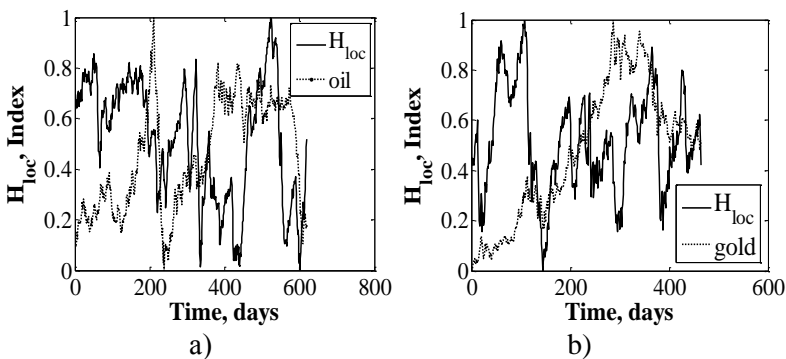


Рис. 3. Порівняльна динаміка цін на нафту (a) та золото (b) з локальними коефіцієнтами Херста H_{loc}

Наступним кроком дослідження є розрахунок ширини спектру мультифрактальності. Останній має вигляд параболи, ширина гілок якої і називається шириною спектру $\Delta\alpha$. При цьому максимум спектру α_{sr} фактично дорівнює локальному коефіцієнту Херста.

Візуальні результати по аналізу $\Delta\alpha$ залежать від ширини робочого вікна. До такого висновку ми дійшли завдяки використанню порівняльного аналізу. Нижче наведені графіки, на яких порівнюються значення ширини спектру мультифрактальності з вихідним часовим рядом, на них чітко прослідковується поведінка коефіцієнта, який в точці кризи (значного падіння часового ряду) активно зростає і доходить до пікового значення.

Для прикладу розглянемо фондовий індекс Німеччини та ширину спектру $\Delta\alpha$ (рис.4). На графіку з шириною вікна 1000 і кроці 5 чітко видно як першу(2008р.), так і другу(2011р. кризи. При проходженні точки першої кризи значення коефіцієнта набуває максимального значення – і це являється основним показником кризи. На графіках з шириною вікна в 500, 750 та 1250 значення коефіцієнта $\Delta\alpha$ не так чітко фіксує та попереджує кризу.

Таким чином, ми бачимо, що найкращою і зрозумілою є поведінка при вікні 1000, тому для подальших розрахунків будемо використовувати саме таке вікно.

Подібно до фондового ринку Німеччини поводяться і фондові індекси Китаю та США. В обох вказаних випадках $\Delta\alpha$ зростає в кризу, як в першу, так і в другу хвилю. Дані показники є оптимальними. Вони не політизовані і чітко відображають загальносвітові тенденції.

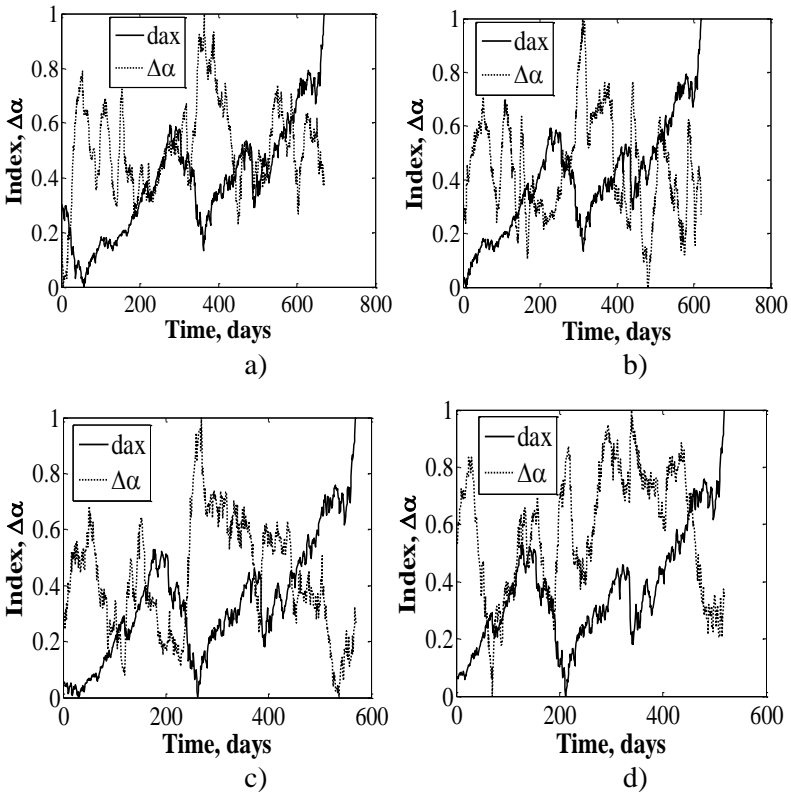


Рис. 4. Динаміка ширини спектру мультифрактальності фондового індексу Німеччини для вікон у 500 (а), 750 (б), 1000 (с) та 1250 (д) днів

Для індексу ПФТС фондового ринку України $\Delta\alpha$ чітко показує першу кризу, а його пікове значення сягає максимуму. Друга хвиля кризи відображена не настільки чітко, але краще її не відобразив ні один графік при використанні інших вікон. Проте для українського індексу це не дивно, бо на політичному підґрунті за останні роки багато економічних прогнозів є неточними (рис. 5).

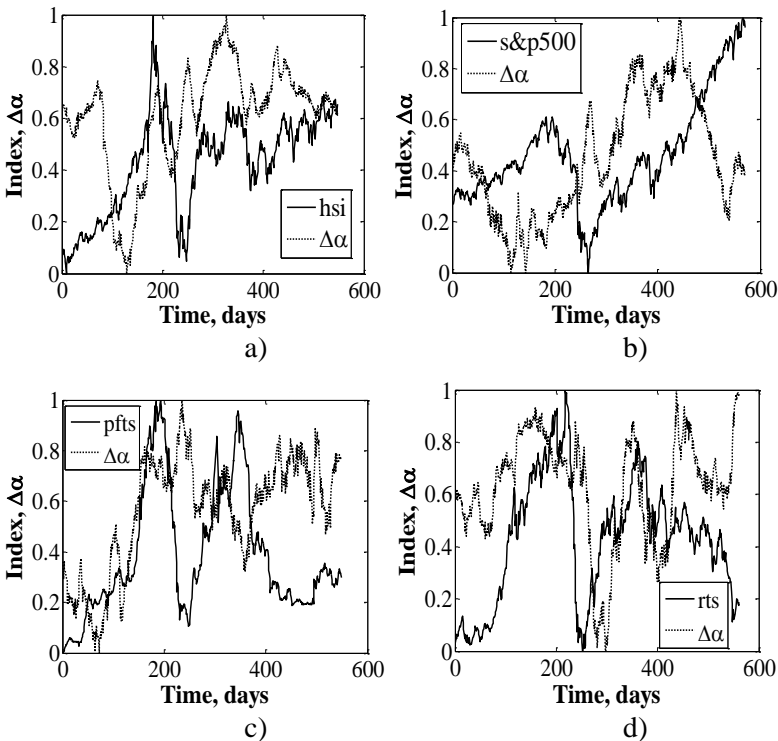


Рис. 5. Динаміка ширини спектру мультифрактальності з шириною вікна 1000 для фондових індексів Китаю (а), США (b), України (c) та Росії (d)

Індекс РТС фондового ринку Росії чітко показує першу та другу хвилі кризи, а от подальший прогноз має певні невідповідності, які багато в чому виникають з економіко-політичних причин.

Для валютних пар зміна ширини спектра $\Delta\alpha$ також добре працює (рис.6).

Поведінка валютної пари UAH/USD не піддається ніяким логічним прогнозам. Тут неможливо чітко відслідкувати кризи, прогнози показують один варіант поведінки, а по-факту отримуємо зовсім іншу картину. Щодо валютної пари EUR/USD, то ширина спектру $\Delta\alpha$ чітко прогнозує кризу.

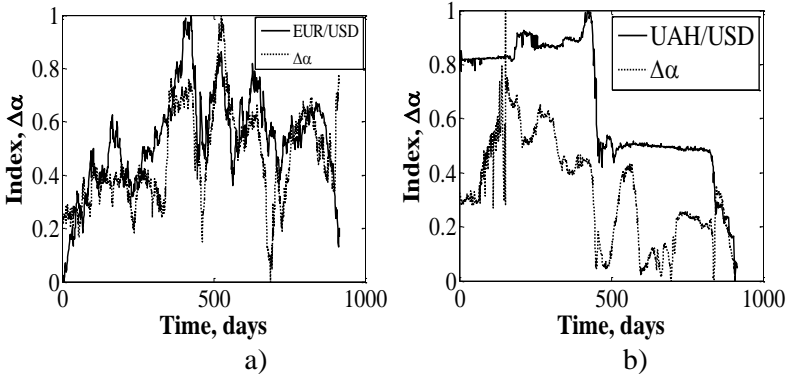


Рис. 6. Динаміка ширини спектру мультифрактальності для валютних пар EUR/USD (a) та UAH/USD (b)

Окрім прогнозування поведінки фондових та валютних ринків, $\Delta\alpha$ також вказує на кризові явища в часових рядах дорогоцінних металів та нафти (рис.7).

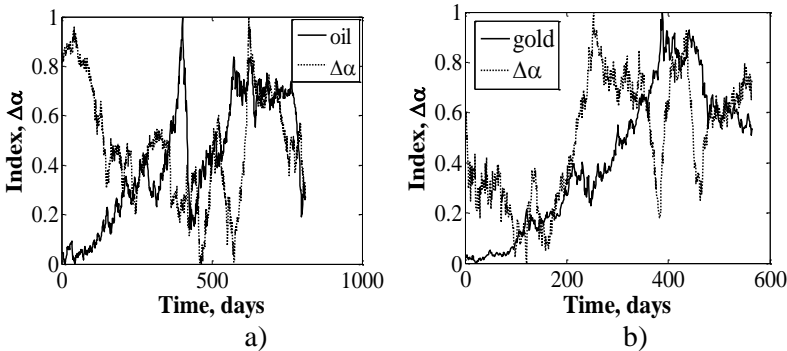


Рис. 7. Динаміка ширини спектру мультифрактальності для цін на нафту (a) та золото (b)

В обох випадках мультифрактальна міра складності виразно передбачає кризові явища.

Проаналізувавши всі графіки, ми дійшли до висновку, що даний метод прогнозування можна застосовувати для довільних часових рядів. При правильному підборі ширини робочого вікна (в нашому випадку вона становила 1000)

ширина спектру мультифрактальності $\Delta\alpha$ своїм попереднім зменшенням, а потім практично резонансним зростанням чітко попереджає про настання кризового явища.

Розглянемо показник α_{sr} , який за отриманими результатами схожий з локальним коефіцієнтом Херста.

Для всіх досліджуваних часових рядів ми отримали схожі результати. Зокрема, ми бачимо, що в передкризовий період відбувається спад α_{sr} , випереджаючий власне кризовий спад індексу.

Нижче на рисунках 8-10 наведено результати розрахунків.

В результаті порівняння α_{sr} з локальним коефіцієнтом Херста (рис. 11-13), ми можемо стверджувати, що дані індикатори мають схожу динаміку і є передвісниками кризових явищ.

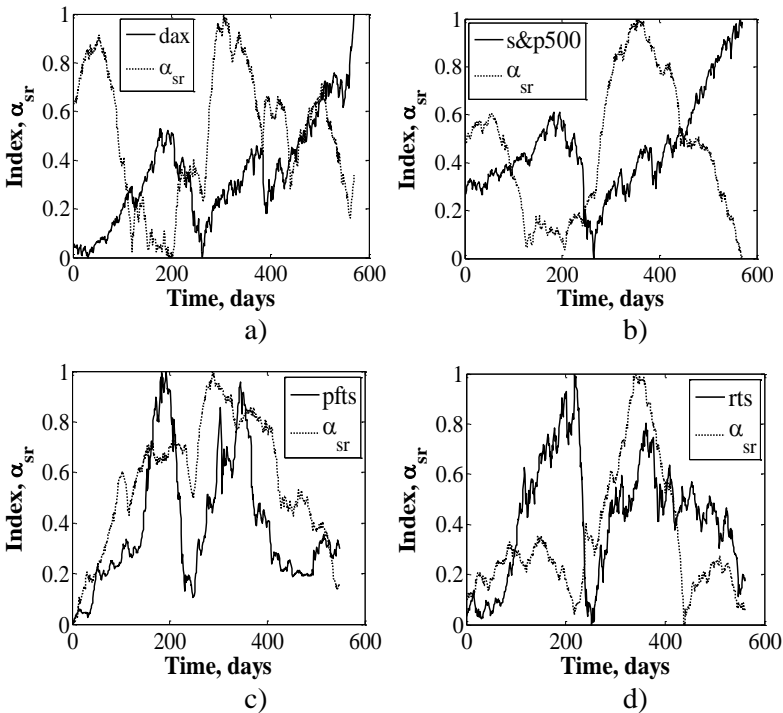
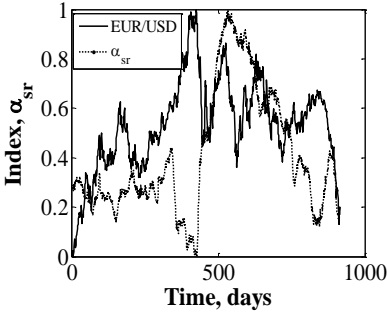
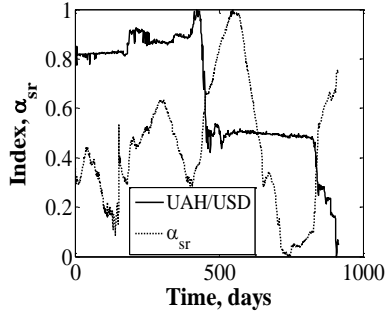


Рис. 8. Динаміка зміни α_{sr} для індексів фондових ринків Німеччини (а), США (б), України (с) та Росії (д)

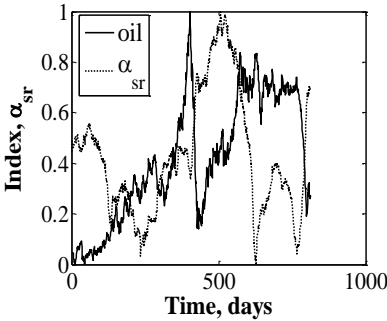


a)

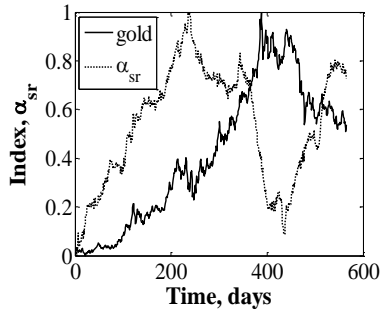


b)

Рис. 9. Динаміка зміни α_{sr} для валютних пар EUR/USD (a) та UAH/USD (b)

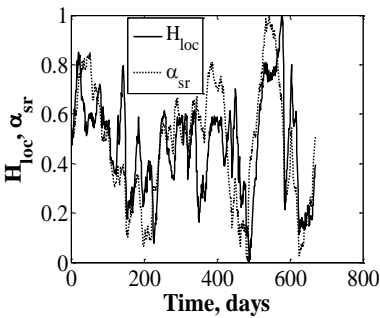


a)

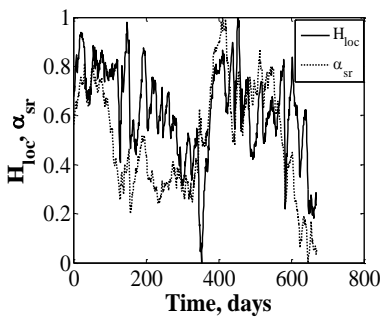


b)

Рис. 10. Динаміка зміни α_{sr} для цін на нафту (a) та золото (b)



a)



b)

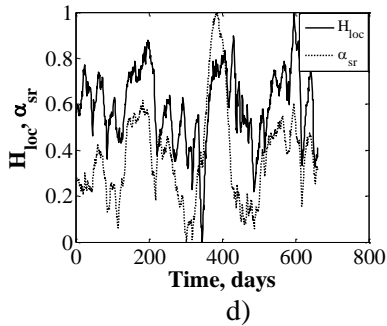
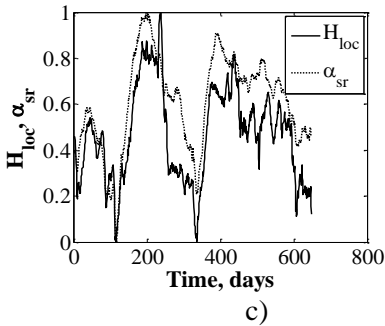


Рис. 11. Порівняльна динаміка зміни α_{sr} для індексів фондових ринків Німеччини (а), США (б), України (с) та Росії (д) з локальним коефіцієнтом Херста H_{loc}

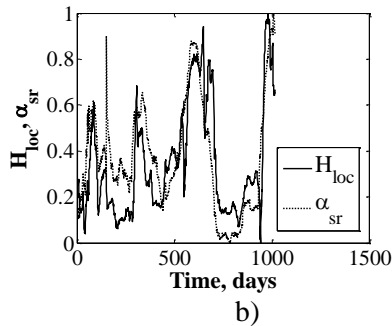
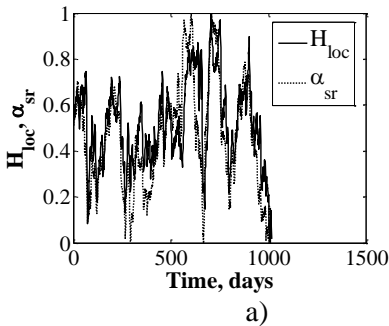


Рис. 12. Порівняльна динаміка зміни α_{sr} для валютних пар EUR/USD (а) та UAH/USD (б) з локальним коефіцієнтом Херста H_{loc}

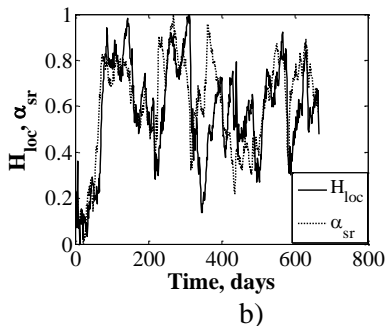
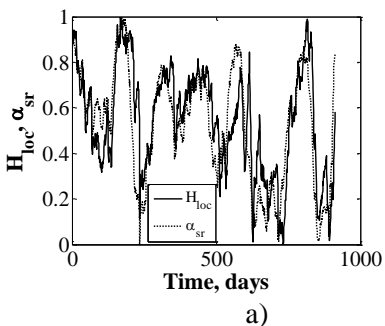


Рис. 13. Порівняльна динаміка зміни α_{sr} для цін на нафту (а) та золото (б) з локальним коефіцієнтом Херста H_{loc}

Таким чином, локальний коефіцієнт Херста у передкризові періоди помітно зменшується, випереджаючи власне кризовий спад індексу, тобто є передвісником криз. У більшості випадків при «кризовому дні» часового ряду значення ширини спектра мультифрактальності набуває максимального значення. В деяких випадках показник $\Delta\alpha$ набуває максимального значення безпосередньо перед кризою і є її передвісником. Щодо α_{st} , то ми бачимо, що результат розрахунку даного коефіцієнта є аналогічним до результату розрахунку коефіцієнта Херста.

Далі проведемо дослідження, що дозволило розглянути складні економічні системи як мережі. В цьому аспекті зросла наукова активність в області дискретної математики, значні можливості якої обумовлені теоретико-множинними, комбінаторними та топологічними характеристиками системи. І якщо у математиці такі структурні властивості вивчає теорія графів, то на міждисциплінарному рівні склався новий сучасний напрямок досліджень — теорія складних мереж (*complex networks*) [9, 10].

При дослідженні фундаментальних закономірностей економічних систем використовуються потужні методи аналізу нестационарних часових рядів. Елементи таких систем мають бінарні зв'язки, які можна представити у вигляді складної мережі з нетривіальними топологічними властивостями. Топологічні характеристики дають можливість оцінити положення вершин у мережі (показники центральності та ієрархічності), та мережу в цілому (показники цілісності та зв'язності). Спектральний аналіз дозволяє отримати характеристики окремих об'єктів та всієї системи, що базуються на алгебраїчних інваріантах мережі — її спектрах. Дослідження динаміки топологічних та спектральних показників дозволяє розв'язувати численні та неоднорідні проблеми, що виникають при вивченні та прогнозуванні складних систем, і зазвичай не піддаються суто математичному описанню.

Мережний підхід, що є альтернативою до методів аналізу нелінійної динаміки часових рядів, дозволяє розробити широкий спектр мережних мір складності та адаптувати їх для дослідження кризових явищ.

Для кращого розуміння того, як працюють мережні методи

проведемо дослідження спотового ринку засобами мережного аналізу, оцінку топологічних та спектральних мір складності мережі [11] в середовищі Matlab [12].

Перетворення часових рядів у складні мережні відображення було здійснено методом, який враховує взаємну наближеність різних сегментів часової послідовності і використовує техніку рекурентного аналізу *CRP* [13, 14]. Даний метод дозволяє точно відтворити інформацію, що зберігається у часовому ряді, в альтернативній математичній структурі.

Розглянемо граф G складної мережі довільної природи. Для аналізу цієї мережі були отримані наступні топологічні характеристики:

- степінь вершини (*degree*) — кількість ребер, інцидентних даній вершині — локальна характеристика, що обчислюється за формулою:

$$d = \frac{2E}{N},$$

де E — кількість ребер, N — кількість вершин;

- ступінь щільності (*closeness*) — відстань доступу до інших вершин мережі — локальна характеристика, що обчислюється за формулою:

$$C = \frac{1}{\sum_{i \neq j} c_{ij}},$$

де c_{ij} — відстань від вершини i до вершини j ;

- коефіцієнт кластеризації (*clustering*) — кількість найближчих сусідів, які є також найближчими сусідами один для одного — локальна характеристика, що обчислюється за формулою:

$$C_i = \frac{2e}{k(k-1)},$$

де k — кількість сусідів, e — кількість ребер між ними. Коефіцієнт кластеризації є топологічною мірою, яка показує тенденцію мережі до поділу на групи (кластери);

- ексцентриситет вершини (*eccentricity*) — максимальна

відстань від даної вершини u до будь-якої іншої вершини мережі — локальна характеристика, що обчислюється за формулою:

$$e(u) = \max_{v \in V(G)} d(u, v),$$

де $d(u, v)$ — відстань між вершинами u і v ;

- діаметр (*diameter*) — максимум ексцентриситетів.

Окрім топологічних були отримані також деякі спектральні характеристики, які є інваріантами матриць суміжності та Лапласа відповідної мережі G :

- максимальне власне значення (*max lambda*) матриці суміжності A мережі G

- алгебраїчна зв'язність (*algebraic connectivity, algConnect*) — найменше ненульове власне значення матриці Лапласа K , яке є мірою зв'язності мережі G ;

- енергія графу (*graph energy*) — сума абсолютних власних значень матриці суміжності A — глобальна характеристика, що обчислюється за формулою:

$$E(G) = \sum_{i=1}^n |\lambda_i|,$$

де λ_i — власні числа матриці суміжності A мережі G .

Зауважимо, що існує декілька альтернативних означень матриці суміжності даної мережі. В даному випадку під матрицею суміжності будемо розуміти квадратну матрицю A порядку n , у якій $a_{ij} = k$, якщо вершини v_i та v_j суміжні кратності k і $a_{ij} = 0$, якщо вони несуміжні.

Матриця Лапласа є одним з видів представлення мережі і пов'язана з матрицею суміжності співвідношенням:

$$K = D - A,$$

де D — діагональна матриця порядку n , $d_{ij} = \begin{cases} d_i, & i = j, \\ 0, & i \neq j. \end{cases}$

Для аналізу топологічних та спектральних властивостей спотового ринку в якості бази дослідження було обрано щоденні значення спотової ціни на бензин за період 2004 - 2016 рр. [15] та значення фондового індексу S&P 500 за період

1982 - 2016 pp. (далі sp82) [16].

Результати досліджень топологічних та спектральних характеристик мереж, відповідних спотовому ринку, зображено на рисунках 13,14.

Рисунки 13b) та 14b) демонструють, що діаметр мережі має асиметричну поведінку відносно степеня вершини та ступеня щільності. Варто зазначити, що динаміка ексцентриситету вершини та коефіцієнта кластеризації є аналогічною до динаміки діаметра мережі, що обумовлено означеннями цих характеристик.

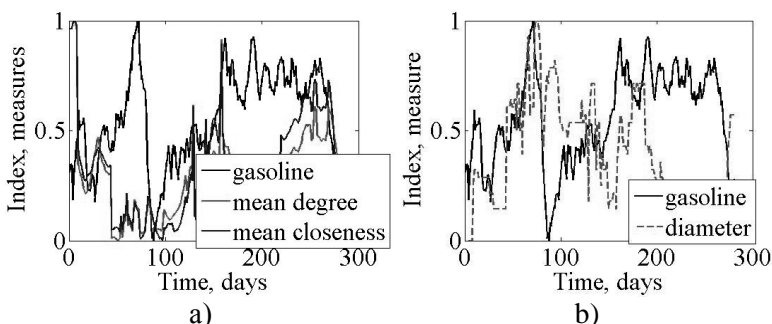


Рис.13.Порівняльна динаміка спотових цін на бензин (*gasoline*) з мірами степені вершини та ступеня щільності (a) і мірою діаметр мережі (b), розрахованих за методом *CRP*

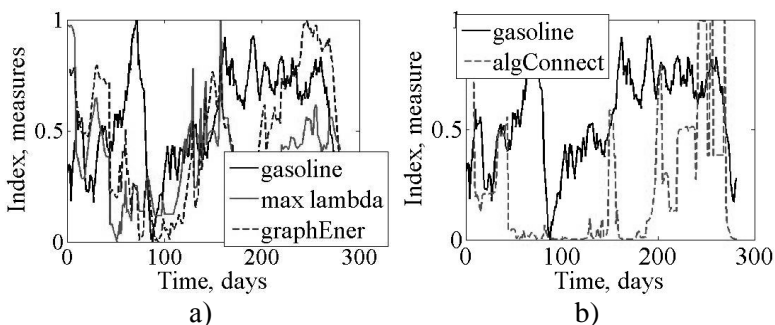


Рис. 14. Порівняльна динаміка спотових цін на бензин з максимальним власним значенням та енергією графу (a) і мірою алгебраїчної зв'язності (b), розрахованих за методом *CRP*

Аналогічно проводились дослідження і для інших сегментів товарного ринку, а саме: метали: нікель, олово, цинк та ін. Динаміка мережних мір складності виявилася такою ж, як і в випадку досліджень бензину.

Отримані результати розрахунків топологічних та спектральних мір спровокували виникнення ряду запитань, оскільки вище зазначені міри, обчислені для мереж часових рядів валютних та фондових індексів, демонстрували кардинально іншу динаміку реакції на кризу в системі [11]. Отже, виникла необхідність проведення порівняльного аналізу мережних мір складності для фондового та спотового ринків.

Результати розрахунку топологічних та спектральних мір для фондового ринку представлено на рисунках 15,16.

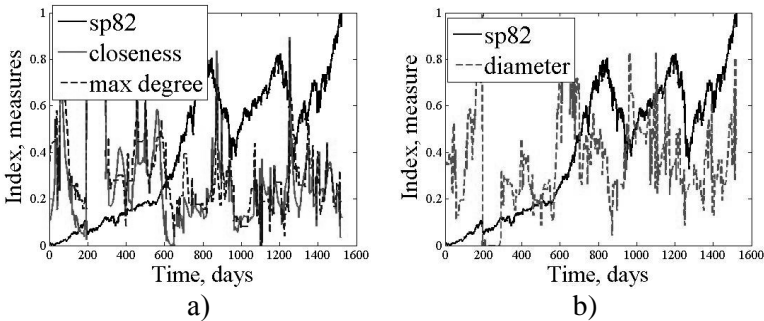


Рис. 15. Порівняльна динаміка фондового індексу S&P 500 з мірами ступеня вершини та ступеня щільності (а) і діаметром мережі (б), розрахованих за методом *CRP*

Результати отримані для топологічних характеристик мереж свідчать про те, що для фондового індексу S&P 500 міри ступеня щільності та ступеня вершини перед кризою зростають (рис. 15а), а динаміка діаметра мережі (рис. 15б) є асиметричною до вище зазначених мір. На спотовому ринку (рис. 13а) спостерігається зовсім інша ситуація: міри ступеня щільності та ступеня вершини у кризовий період реагують зниженням значень. Щодо діаметра мережі (рис. 13б), то цей показник перед кризою не спадає, як продемонстровано на рисунку 15б, а навпаки зростає.

Що стосується спектральних мір складності, то в

передкризові періоди на фондовому ринку (рис. 16) алгебраїчна зв'язність, енергія графу та максимальне власне значення реагують значним сплеском значень, чого не відбувається на спотовому ринку (рис.14).

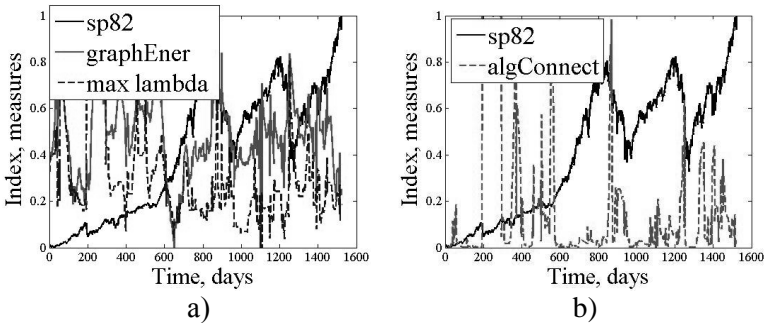


Рис. 16. Порівняльна динаміка фондового індексу S&P 500 з максимальним власним значенням та енергією графу (a) і мірою алгебраїчної зв'язності (b), розрахованих за методом *CRP*

Отже, дослідження мережних мір складності свідчать про те, що раніше виявлені закономірності динаміки спектральних та топологічних мір на фондових та валютних ринках не традиційно проявляються на спотових ринках.

Висновки. В результаті проведених досліджень ми можемо зробити наступні висновки. Локальний коефіцієнт Херста у передкризові періоди помітно зменшується, випереджаючи власне кризовий спад індексу, тобто є передвісником криз. У більшості випадків при «кризовому дні» часового ряду значення ширини спектра мультифрактальності набуває максимального значення. В деяких випадках показник $\Delta\alpha$ набуває максимального значення безпосередньо перед кризою і є її передвісником. Щодо α_{sr} , то ми бачимо, що результат розрахунку даного коефіцієнта є аналогічним до результату розрахунку коефіцієнта Херста. Отже, досліджувані індикатори є передвісниками кризових явищ.

Результати досліджень мережних мір складності свідчать про те, що раніше виявлені закономірності динаміки спектральних та топологічних мір на фондових та валютних

ринках не традиційно проявляються на спотових ринках. Що, в свою чергу, свідчить про відсутність або слабкість кореляційних процесів в кризові періоди на товарних ринках.

Таким чином, кореляційні співвідношення можуть бути корисними при прогнозуванні поведінки системи в кризові періоди, проте вони не є ринковими законами. Покладаючись на кореляційні процеси, необхідно розуміти, що вони можуть змінюватися чи зовсім зникати в періоди високої волатильності.

В подальшому планується дослідження фрактальних властивостей мережних структур економічних систем з метою побудови відповідних індикаторів-передвісників кризових явищ.

В перспективі передбачається подальше дослідження процесів кореляції та синхронізації на спотовому ринку, а також виявлення стійких закономірностей з урахуванням значень мережних мір складності, які дозволять передбачити кризові явища.

Список використаної літератури:

1. Сорнетт Д. Как предсказывать крахи финансовых рынков: критические события в комплексных финансовых системах / Д. Сорнетте. – М.: Интернет-трейдинг, 2003. – 400 с.
2. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. / Бокс Дж., Дженкинс Г. – М.: Мир, вып. 1, вып.2, 1974. – 604 с.
3. Borland L. Long-range memory and nonextensivity in financial markets / L. Borland // *Econophysics news*. – 2005. – V. 36. – № 6. – P. 228–231.
4. Paul Krugman. The Return of Depression Economics and the Crisis of 2008 / Paul Krugman. – NY: W. W. Norton & Company, 2008. – 224 p.
5. Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем: [Монографія] / В.Д. Дербенцев, О.А. Сердюк, В.М. Соловійов, О.Д. Шарапов – Черкаси: Брама-Україна, 2010. – 300 с.
6. Фондова біржа ПФТС [Електронний ресурс]. – Офіційний веб-сайт. – Режим доступу: <http://www.pfts.com>
7. Матеріали інформаційного сайту «YANOO!Finance» з

- питань історичних даних показників фондових індексів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://finance.yahoo.com>
8. Матеріали інформаційного сайту OANDA з питань історичних курсів валют [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.oanda.com/lang/ru/currency/historical-rates>
9. Barrat A. Dynamical processes on complex networks Barrat A., Barthelemy M., Vespignani A. // Cambridge University Press, 2008. – 347 p.
10. Newman M. The Structure and Dynamics of Networks / Newman M., Watts D., Barabasi A.-L. // Princeton University Press, 2006. – 456 p.
11. Соловійова В.В. Динаміка мережених мір складності в умовах фінансових криз. // Соловійова В.В. Збірник наукових праць. Випуск №3 (18). Вісник УБС НБУ (м. Київ). - 2013. – С. 276 – 280.
12. Matlab Tools for Network Analysis // [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://strategic.mit.edu/downloads.php?page=matlab_networks
13. Соловійов В.М. Рекурентні міри як метод кількісної оцінки складності / В.М. Соловійов, А.В. Батир // Вісник КНУТД, 2012, №5, с.254-257.
14. Donner R. V. Recurrence-based time series analysis by means of complex network methods [Electronic resource] / R. V. Donner, M. Small, J. F. Donges, N. Marwan et. al. – Available from: arXiv:1010.6032v1 [nlin.CD] 25 Oct 2010
15. Джерело статистики цін спотового ринку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.finam.ru>.
16. Джерело статистики індексів світового фондового ринку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://finance.yahoo.com>.
17. Соловійов В.М. Моделювання складних систем / В.М. Соловійов, О.А. Сердюк, Г.Б. Данильчук // Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни. – Черкаси : Видавець О. Ю. Вовчок, 2016. – 204 с.

1.5. ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ВИКЛАДАННІ КУРСУ «МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ЕКОНОМІКА»

Анотація. *Метою дослідження є формування системи теоретичних знань та практичних навичок щодо застосування сучасних методів моделювання у ході підготовки фахівців з економіки. Об'єктом дослідження є процес підготовки висококваліфікованих фахівців-економістів. Предметом дослідження є економічні методи моделювання та їх використання у навчальній діяльності. В роботі проаналізовано, узагальнено та систематизовано дослідження з проблем професійної підготовки економістів та обґрунтовано необхідність використання новітніх методів навчання моделювання та прогнозування. Запропоновано систему підтримки прийняття рішень Entropy Complex для аналізу та моделювання економічних систем ентропійними методами. За результатами дослідження розроблено рекомендації, реалізація яких має сприяти покращенню викладання курсів з моделювання для студентів економічного напрямку.*

Ключові слова: моделювання, технічний аналіз, економічні методи, ентропійні показники, часовий ряд.

Розробка та використання кількісних методів дослідження економіки є надзвичайно актуальними, оскільки саме вони стають фундаментальною особливістю в сучасних соціально-економічних системах. Все це актуалізує міждисциплінарні наукові дослідження з метою їхньої адаптації до виявлення, аналізу, моделювання, моніторингу і прогнозування негативних явищ, що робить можливим застосування методів попередження та усунення негативних ефектів.

В той же час бурхливий розвиток комп'ютерної техніки, засобів обробки масивів економічної інформації приводить до нових задач і нових можливостей в моделюванні економіки та економічної динаміки на базі кібернетичного підходу.

Варто особливо підкреслити, що ґрунтовна підготовка фахівців зі спеціальності «Економіка» неможлива без наскрізного курсу моделювання. Завданням такого курсу є

навчання майбутніх економістів інструментарію побудови економіко-математичних моделей та роботі з ними. Пропонований інструментарій дозволить організувати вивчення економічних процесів та елементів прогнозування критичних і кризових явищ з метою прийняття ефективних управлінських рішень в умовах невизначеності.

Моделювання економічної динаміки є важливим етапом при дослідженні розвитку економіки на всіх рівнях. Відповідно до цього виникає реальна необхідність у вивченні та застосуванні нових методів і підходів для подолання кількісних та якісних проблем у процесі дослідження економіки. Це зумовлює доцільність викладення студентам спеціальності «Економіка» в рамках технічного аналізу такого альтернативного індикативного методу як ентропійний аналіз, вивчення якого та застосування у майбутній професійній діяльності дозволить попереджати кризові явища у світовій фінансово-економічній системі, забезпечить використання інструментів макроекономічного управління і досягнення стабільного розвитку економіки країн світу та України.

Дослідження економіки як складної системи і процесів, що в ній відбуваються, пов'язане із обробкою та аналізом масивів даних, що містять інформацію про явища та об'єкти предметної області. Завдяки аналізу таких масивів виявляються структурні особливості в даних, що несуть інформацію про стан системи, а також відбувається безпосередньо пошук цих особливостей з метою ідентифікації станів.

Як вже зазначалось, соціально-економічні системи характеризуються складністю, структурованістю, нелінійністю, стохастичністю, нерівноважністю, є детермінованими і т.д. Дослідженню звичайними методами такі системи фактично не піддаються, а прямий експеримент є неможливим. Перелік всіх елементів складності та аналіз джерел, що формують складність системи, спрямовують зусилля науковців на пошуки таких методів моделювання, що дозволили б отримати повне і адекватне відображення як структури системи, так і її поведінки.

Протягом вивчення курсу «Моделювання економічної динаміки» студентам пропонується вивчення та опанування таких методів дослідження та моделювання як

фундаментальний аналіз, складовими якого є методи економічного загальносистемного аналізу (методи порівняння, візуально-графічні, балансові, формально-логічні), економіко-математичне моделювання (загальноматематичні методи розрахунків економічних показників, методи математичного моделювання), економіко-статистичні методи (експертні, кореляційно-регресійні, аналіз динаміки, кластерний аналіз), технічний аналіз, тощо.

Проаналізуємо деякі сучасні моделі економічної динаміки, спираючись на дані роботи [1].

Класична модель ринкової економіки є системою взаємопов'язаних моделей, кожна з яких відображає поведінку одного з ринків (ринок робочої сили, ринок грошей, ринок товарів). Ця модель не функціонує в умовах монополій, кращий варіант її використання для опису економіки з досконалою конкурентністю.

Новаційною в порівнянні з класичною моделлю вважається модель Кейнса. Ця модель є загальною (рівновага на ринку товару досягається за рівності прогнозованого попиту і фактичної пропозиції, рівновага на ринку робочої сили може досягатися у випадку рівноваги на ринку товарів) і розширеною (вводяться такі додаткові фактори, як вплив державних витрат на сукупний попит і оподаткування).

Модель Харрода-Домара (модифікація моделі економічного росту) описує динаміку доходу, але включає достатню кількість передумов, що приводить до похибки в описі реальних процесів. Але внаслідок відносної простоти дає можливість більш глибоко вивчати взаємозв'язок динаміки інвестицій та росту випуску. Модель Харрода-Домара описує динаміку циклічності в економіці на коротких інтервалах часу, тим самим підкреслюючи нерівновагу в економіці.

Модель Солоу (односекторна модель економічного розвитку) є моделлю економічного зростання, що дозволяє точніше описати деякі особливості макроекономічних процесів завдяки нелінійності виробничої функції, врахування вибуття основного капіталу, додавання опису динаміки трудових ресурсів, технічного прогресу та їх впливу на економічне зростання, ставиться задача максимізації рівня споживання на деякій множині стійких траєкторій. Ця модель

використовується для пояснення динамічної рівноваги в економіці на довгих інтервалах часу. Модель Солоу пов'язана з концепцією глобальної світової рівноваги в економіці.

Принцип Самуельсона дозволяє спростити і вирішити задачу вибору цільової функції і кінцевих умов у динамічних задачах перспективного планування, полегшує розрахунок і аналіз оптимальних траєкторій розвитку економіки.

В роботі [2] розглянуто методи моделювання поведінки економічних систем в залежності від типу вихідної інформації про систему. За умови надання інформації про систему у вигляді часових рядів застосовується комплексний аналіз цих рядів універсальними (наприклад, показник Ляпунова, ентропія Колмогорова, кореляційна розмірність) та специфічними методами нелінійної динаміки. Ці методи висувають до часових рядів такі вимоги як низький рівень шуму та достатня кількість спостережень. За умови якісної інформації, яка дозволяє сформулювати загальні закономірності поведінки, використовуються ітераційні відображення, зокрема логістичні (як класичні, так і модифіковані). Якщо інформація представляє собою кількісну характеристику агентів та зовнішнього середовища або якісне представлення у вигляді припущень про те, за якими правилами відбувається взаємодія між економічними агентами та із зовнішнім середовищем, в який спосіб приймаються рішення економічними агентами, використовується імітаційне моделювання, а саме окремий напрям – експериментальна економіка. Методи експериментальної економіки застосовуються за умови наявності високого рівня невизначеності, пов'язаної із системою, що моделюється.

Для дослідження нелінійних систем часто використовується поняття фазового простору. Фазовим простором називається множина всіх можливих станів динамічної системи у фіксований момент часу. Звичайний стан системи є областю в багатовимірному просторі і задається фазовими координатами (деяким набором чисел). Еволюцію системи можна представити як рух точки у фазовому просторі. Крива, що описується цією точкою, називається фазовою траєкторією або фазовою кривою. Суть поняття фазового простору полягає у наступному. Незалежно від рівня

складності системи її поточний стан у фазовому просторі можна зобразити однією єдиною фазовою точкою, еволюцію системи – фазовими траєкторіями [3].

Оскільки в економічних системах присутнє поєднання внутрішнього механізму функціонування із зовнішнім впливом, це призводить до неоднорідності фазового простору. Можливість використання динамічних моделей із джокером (областю у фазовому просторі, де порушується однорідність цього простору) розглянуто в роботі [4]. Клас моделей отримав назву динамічні моделі з джокером. Певною проблемою цього методу є виявлення джокера за експериментальними даними та можливість побудови прогнозу поведінки системи [2].

У [5] приділено увагу якісному методу аналізу поведінки динамічних систем. Автори зазначають, що цей метод не є розповсюдженим, але завдяки ньому можливе краще розуміння складних явищ. Однією з задач якісного моделювання є отримання характерних рис явища в цілому. Важливим елементом вивчення систем якісними методами є так званий дивний атрактор, який відповідає хаотичному процесу. Математичний образ детермінованих неперіодичних процесів або множина нестійких траєкторій, що притягуються, у фазовому просторі дисипативної динамічної системи – так можна визначити поняття дивного атрактора [3]. Або дивний атрактор – фрактально організована множина, яка зосереджена в обмеженій області фазового простору і є образом хаотичних коливань [6].

В загальному випадку описувати якісні зміни в динамічних системах, поведінку складної системи можна за допомогою сукупності інтегро-диференціальних рівнянь різних порядків. Найчастіше для моделювання економічних процесів застосовуються диференціальні рівняння 1-ого порядку, оскільки економічний зміст складових цих рівнянь є доволі простим (наприклад, з точки зору економіки похідна першого порядку деякої функції є приростом). Для опису дискретних динамічних систем застосовуються кінцево-різницеві рівняння, де кінцеві різниці є дискретними аналогами похідних. Цей вид рівнянь застосовується у випадку спостереження за системою у певні моменти часу, що є типовою ситуацією для економіки, оскільки практично всі величини вимірюються із деякою

періодичністю [5].

Складним соціально-економічним системам та процесам, що в них відбуваються, притаманна така властивість як неможливість структурування або слабка структуризація, завдяки яким виникають труднощі при формалізації основних параметрів системи. Наявність соціальної складової, яка приводить до необхідності врахування відповідного типу параметрів, істотно ускладнює моделі. Тому викликають інтерес моделі, в яких можна було б застосовувати загальний підхід і в той же час враховувати особливості процесу. Такими є, зокрема, деякі моделі дискретної математики. Використання такого типу моделей є доцільним, оскільки велика кількість задач моделювання має дискретну природу. До такого класу моделей та методів дискретного аналізу відноситься фазовий аналіз, фрактальний аналіз, клітинні автомати та генетичні алгоритми [6].

У роботі [7] зазначається, що незважаючи на динамічність процесів, які відбуваються в соціально-економічних системах і є характерною особливістю цих систем, методика вивчення процесів практично не змінилася і головним методичним прийомом дослідження динаміки і мікроекономічних, і макроекономічних процесів є використання гладких неперервних функцій та аналіз зміщення зовнішніх умов. Використання гладких неперервних функцій дає можливість використовувати апарат диференціального числення, про який вже говорилося вище. Цей підхід спирається на те, що зміна одного стійкого гармонійного стану системи іншим з коротким періодом переходу від одного до іншого розглядається як розвиток будь-якої складної системи. Однак, як зазначає В. Лебедев, такий аналіз економічної динаміки може виявитися хибним, оскільки час перебування у нерівноважному стані може бути достатньо тривалим, щоб ним можна було знехтувати. Традиційний аналіз динамічних процесів має бути лише початковою оцінкою впливу різних факторів на можливості розвитку.

За умови, коли є невідомою або надто складною структура системи, а моделлю динаміки є аналіз часових рядів традиційно використовується статистичний підхід, а саме подання цих рядів за допомогою лінійних моделей, що

використовуються в прикладній статистиці – AR, MA, ARIMA, ARMA, ARCH, ARFIMA, GARCH, EGARCH та ін. Ці моделі є стохастичними, але водночас уразливими, оскільки не враховують багатьох факторів і приводять до спрощення опису систем, при цьому втрачається вихідна «складність» та специфіка [8]. Тому одним з актуальних сучасних напрямів науки є дослідження нелінійних динамічних моделей.

Окрім розглянутих вище елементів фундаментального аналізу, для дослідження, аналізу та прогнозування поведінки систем використовують технічний аналіз. Метою технічного аналізу є з'ясування внутрішніх закономірностей часового ряду, завдяки чому можна намагатися прогнозувати переходи від тренду до стабільного (відносно) стану ринку і, навпаки, від флету до тренду [9].

До методів технічного аналізу належать графічні методи, теорія циклів, методи із використанням математичної апроксимації, теорія Доу, хвильова теорія:

- графічні методи використовують наочні зображення руху ринку і класифікуються в залежності від типу графіка;

- теорія циклів вивчає циклічні коливання як окремих характеристик, так і явищ у цілому;

- методи із використанням математичної апроксимації поділяються на ковзні середні та осцилятори;

- хвильова теорія Елліота є однією з найстаріших складових технічного аналізу, яка за весь період існування фактично не зазнала змін і доповнень. У використанні є досить складною, але вважається, що в результаті дає високу якість прогнозів;

- теорія Доу була створена для використання на ринках цінних паперів та індексів і ґрунтується на таких основних положеннях: ринок має свої тренди, головний тренд має три фази, рух індексів враховує все, індекси повинні підтверджувати один одного [10].

У роботі [2] наведено концепцію моделювання складних економічних систем, яка передбачає наступні етапи:

1. визначаються основні економічні проблеми, що потребують математичного моделювання: отримання прогнозу поведінки системи; побудова графа структури системи; розуміння причин, що впливають на поведінку системи;

побудова оптимізаційних моделей і методів знаходження оптимальних рішень; зміна поведінки системи без змін її структури; зміна поведінки системи за рахунок зміни її структури. В залежності від вищеперерахованих проблем визначається об'єкт моделювання – поведінка системи або її структура;

2. за умови, що об'єктом моделювання є поведінка системи, аналізується доступність інформації про стан системи та його зміни. В залежності від типу інформації обирається метод моделювання:

- комплексний аналіз економічних часових рядів (тип інформації – часовий ряд);

- формалізація поведінки системи у вигляді дискретних ітераційних відображень (тип інформації – постулати відносно загальної поведінки системи);

- імітаційне моделювання (тип інформації – гіпотези про поведінку економічних агентів та їх взаємодію між собою та зовнішнім середовищем);

3. за умови, що об'єктом моделювання є структура системи, обирається моделювання:

- зв'язків і відношень безпосередньо в системі та із зовнішнім середовищем;

- цілей, видів діяльності.

Дослідження економіки як складної системи і процесів, що в ній відбуваються, пов'язане із обробкою та аналізом масивів даних, що містять інформацію про явища та об'єкти предметної області. Завдяки аналізу таких масивів виявляються структурні особливості в даних, що несуть інформацію про стан системи, а також відбувається безпосередньо пошук цих особливостей з метою ідентифікації станів.

Використання ентропійних методів є актуальним напрямком математичного моделювання складних систем. В основі цих методів лежить використання ентропії в якості критерію оцінки функціонування систем, оскільки ентропія є універсальним показником як для природних, так і для штучних систем. Ентропійне моделювання дозволяє розв'язати проблему неоднорідності в системі, збагачує існуючий інструментарій аналізу та моделювання соціально-економічних систем.

Ентропію можна вважати мірою хаосу, але з іншого боку ентропія є і мірою структурної організації системи. Ентропія як міра хаосу або порядку присутня в системах різної природи – це і ентропія Клаузіуса в термодинаміці, і ентропія Больцмана в статистичній фізиці, і ентропія Шеннона в теорії інформації, ентропія Колмогорова в теорії динамічних систем, і ентропія фон Неймана в квантовій механіці.

Використання методів моделювання, технологій моніторингу соціально-економічних систем на основі ентропійного аналізу дає змогу врахувати структурні особливості системи, відійти від традиційної концепції дослідження причинно-наслідкових зв'язків, зосередившись на особливостях динаміки часового ряду.

Поява еконофізики (як і інших сучасних методологій досліджень) потребує підвищення вимог до професійних компетентностей майбутніх фахівців-економістів, що спонукає до впровадження в навчальний процес нових курсів, які базуються на використанні цих методів.

Певний досвід використання еконофізичних методів моделювання як у науково-дослідницькій роботі, так і у процесі навчання майбутніх економістів із спеціалізацією економічна кібернетика мають й науковці Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. В роботах [8, 11] запропоновано такий підхід до аналізу та прогнозування економічних процесів, що описуються часовими рядами.

Для аналізу та моделювання складних систем ентропійними методами було розроблено у середовищі MatLab систему підтримки прийняття рішень Entropy Complex, в якій реалізовано всі методи обрахунку показників ентропії, що розглянуті в роботі.

Для роботи із реальним часовим рядом необхідно завантажити вихідний ряд у текстовому форматі (.txt). Програмний продукт work2 дозволяє провести початкову обробку ряду, наприклад, відобразити графік, отримати інформацію по ряду та ін. Інтерфейс цього продукту наведено на рис. 1.

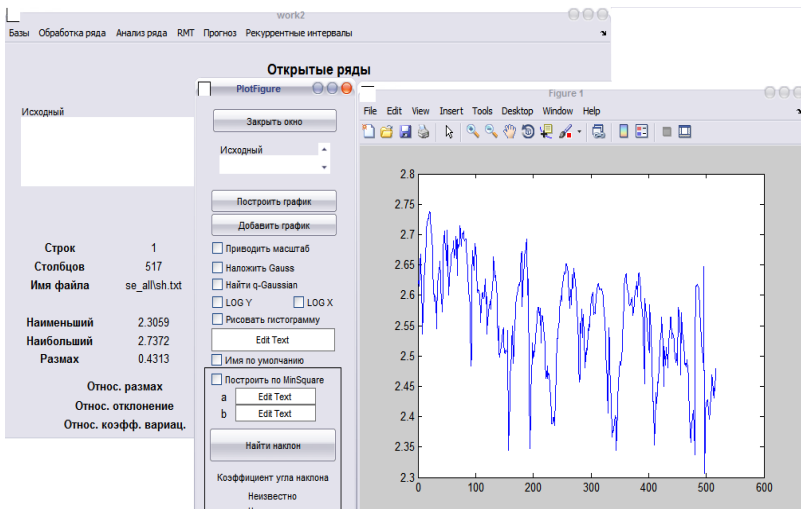
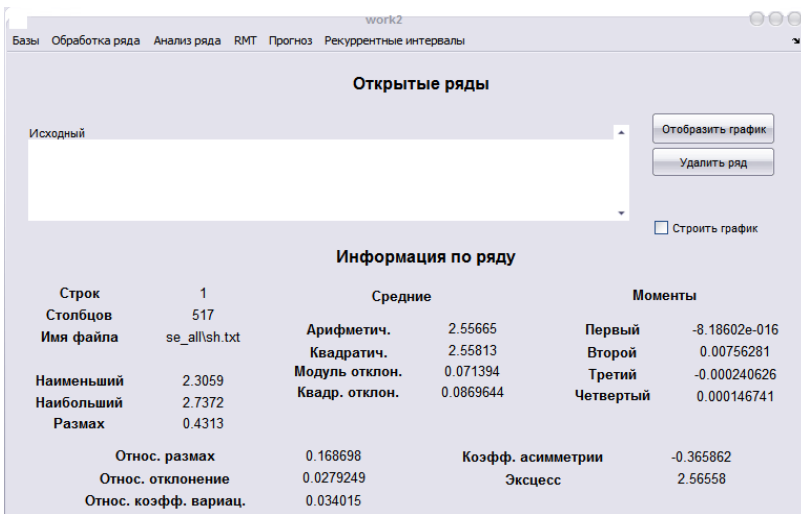


Рис. 1. Интерфейс программного продукту work2 для початкової обробки часових рядів

Для обчислення ентропійних показників використовується програмний продукт work5_en (рис. 2).

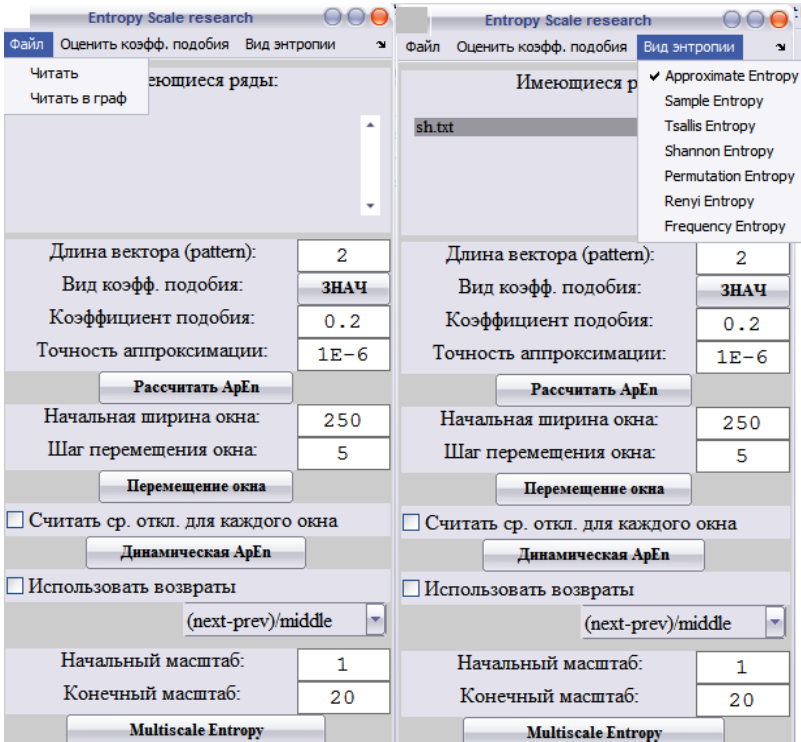


Рис. 2. Интерфейс программного продукту work5_en для розрахунку ентропійних показників

Для обчислення ентропії необхідно задати такі параметри: крок зміщення (1-5) та початкову ширину вікна (125, 250, 500, 750). Ці параметри задаються для кожного виду ентропій різні з урахуванням їх особливостей. Крім цього, в залежності від поставленої задачі дослідження, завдяки різним параметрам можна отримати більш дискретизовані або більш згладжені графічні результати.

З рис. 2 видно реалізацію вибору методу розрахунку ентропійних показників. Розроблений інтерфейс цього програмного продукту є простим у використанні. Завдяки реалізованій процедурі рухомого вікна маємо можливість отримувати ентропійні показники в динаміці.

За допомогою розробленої системи проводиться аналіз показників світових ринків (фондових, валютних, спотових та

ін.). Отримані результати дозволяють виявляти нові знання щодо досліджуваних економічних об'єктів.

Для обчислення вейвлет-ентропії використовується програмний продукт work6 (рис. 3).

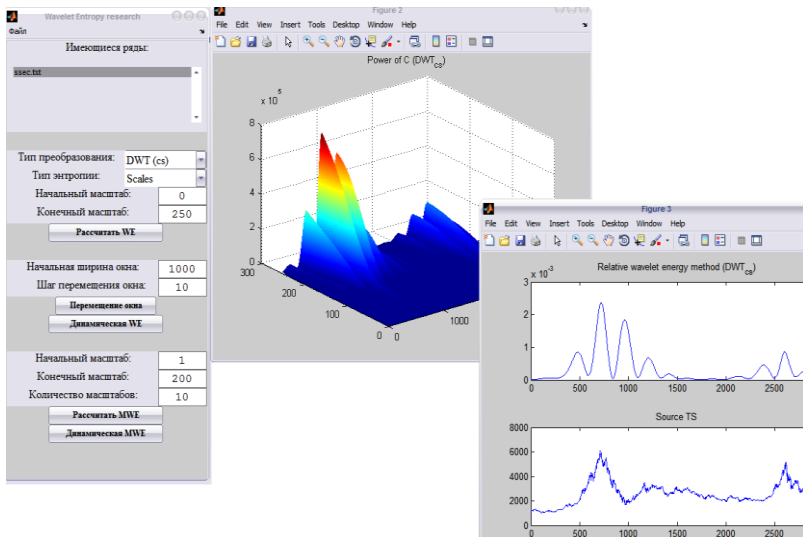


Рис. 3. Інтерфейс програмного продукту work6 для розрахунку вейвлет-ентропійних показників

Для обчислення вейвлет-ентропії необхідно завантажити базу даних у форматі .txt, задати параметри обчислення. Результати розрахунків будуть надані у вигляді графіків.

Таким чином, застосування системи підтримки прийняття рішень Entropy Complex є зручним у використанні та дозволяє отримати результати у графічному та числовому вигляді.

У ході виконання практикуму з моделювання студентам рекомендується спочатку здійснити розрахунки на тестових рядах та провести графоаналітичний аналіз отриманих результатів. Приклад такого розрахунку наведено на рис. 4. Для часових рядів, що містять загальновідомі кризи, розраховано ентропію подібності. Часові ряди містять 2000 точок, момент кризи розташований у 1000-ій точці. На рисунку криза позначена стрілкою.

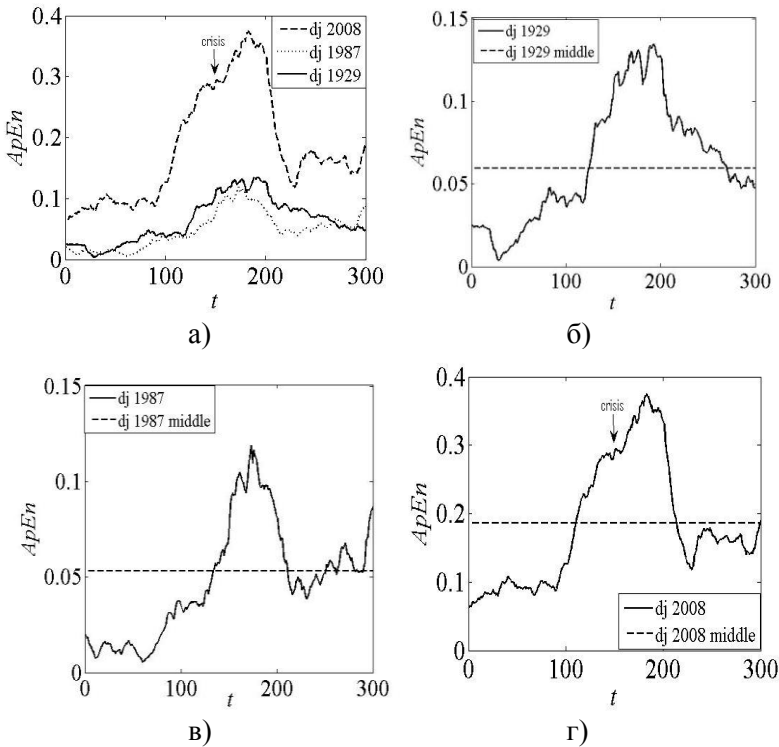


Рис. 4. Динаміка ентропії подібності для криз на фондовому ринку США: а) dj1929 – криза 1929 р., dj1987 – криза 1987 р., dj2008 – криза 2008 р.; б), в), г) – та середні значення ентропії подібності

Аналіз рисунків дозволяє зробити такі висновки: значення ентропії подібності стрімко зростають перед кризою, причому це зростання відбувається раніше, ніж безпосередньо відбулася криза. Про те, що система готова перейти до нового (кризового) стану, можна говорити в той момент, коли графік значень ентропії подібності перетинає лінію середнього значення. Після стрімкого зростання значення ентропії подібності поступово повертаються до передкризових і знову перетинають середнє. Це вказує на вихід системи з кризи. Крім цього, за допомогою графічного порівняльного аналізу динаміки ентропії подібності можна робити висновки про

потужність кризи (рис. 4 а): чим більше значення ентропії подібності, тим потужнішою є криза.

Наступним завданням є дослідження поточного стану досліджуваної системи. Приклад отриманих розрахунків наведено на рис. 5.

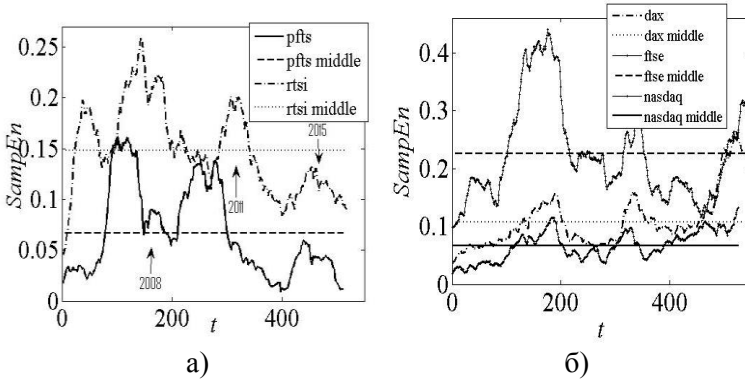


Рис. 5. Порівняльна динаміка значень ентропії шаблонів та середніх значень для країн: а) Україна, Росія, б) Німеччина, Великобританія, США

Інтерпретація отриманих результатів. На рис. 5 (а) стрілками позначені кризи 2008 р., 2011 р. та 2015 р. Аналіз рисунків дозволяє дійти таких висновків: значення ентропії шаблонів зростають на момент настання кризи, а значить ринки увійшли в зону турбулентності, причому чітко відстежується потужність кризи в залежності від країни. Графік ентропії шаблонів перетинає середнє раніше, ніж відбулося настання безпосередньо самої кризи. Збільшення показників ентропії шаблонів вище середнього свідчить, що ринки знаходяться (або наближаються) у стані невизначеності, має місце хаос. Бачимо, що суттєво на кризу 2008 р. відреагували ринки Великобританії, Німеччини, Росії, США. В той же час ринок України на початок кризи майже стабілізував свій стан. Кризу 2011 року Україна не відчула. Реакцію на «китайську кризу» (2015 р.) бачимо фактично на всіх ринках, окрім ринків України та Росії.

Ентропійний аналіз також дозволяє проаналізувати і вихід країн з кризових станів. Відомо, що спад значень ентропії

шаблонів і повернення до середніх значень дозволяє робити висновок про вихід з кризи. Ринок повертається до стабільного стану. З рис. 5 видно, що період виходу з кризи у кожній країні свій, але можна відстежити деяку корельованість. Наприклад, Германия, Великобритания і США (рис. 5 б), що свідчить про взаємозв'язок економік цих країн та розвинуті глобалізаційні процеси.

Наведемо приклад застосування вейвлет-ентропії (рис. 6).

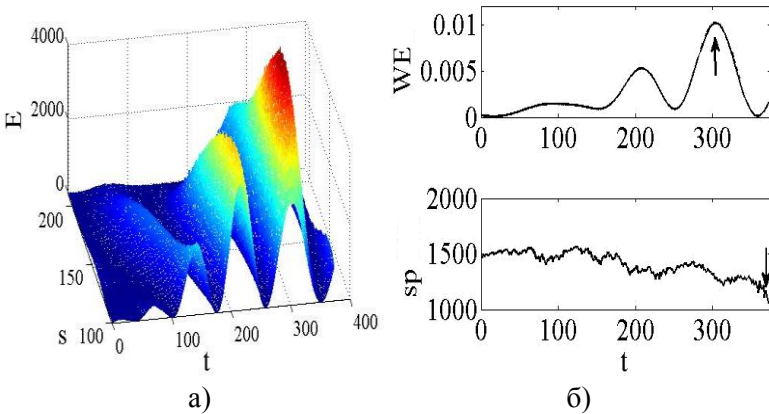


Рис. 6. Енергія вейвлет-коефіцієнтів (а) і вейвлет-ентропія (б) для фондового ринку США

З рисунку бачимо, що результатами розрахунку є енергетична поверхня (рис. 6 а) та вейвлет-ентропія (рис. 6 б), що в передкризовий період характеризується специфічним наростанням «хвиль», причому кожна наступна більша за попередню. Ця комбінація хвиль формується до настання кризи, а отже є випереджальним індикатором. Стрілкою в точці 300 (рис. 6 б, верхня частина) показаний екстремум третьої хвилі, що і є індикатором кризи, яка відбудеться найближчим часом. На цьому ж рисунку в нижній частині відображений вихідний ряд, де також стрілкою позначається зниження індексу, що відповідає початку кризи. Легко бачити, що вейвлет-ентропія відчула настання кризи завчасно, приблизно за 80 днів.

Процедуру розрахунку вейвлет-ентропії можна реалізувати

для моніторингу ринку із використанням процедури рухомого вікна, що дозволить оперативно реагувати за появою таких передвісників в режимі реального часу.

Як бачимо, технологія використання вейвлетів дозволяє виявляти «сплески», різкі зміни значень кількісних показників у різні періоди часу. За допомогою вейвлет-аналізу можна виявляти не тільки очевидні аномалії в досліджуваній системі, а й критичні значення, що можуть бути прихованими за відносно невеликими абсолютними значеннями елементів ряду.

Отже, застосування ентропійного аналізу дозволяє студентам оволодіти потужним інструментарієм моделювання фінансово-економічних систем та набути практичних навичок щодо моделювання динамічних властивостей системи.

Таким чином, сучасній економіці необхідні фахівці, які б вміли аналізувати, прогнозувати, приймати рішення з урахуванням динаміки ринку. Підготовка фахівців повинна ґрунтуватися на наданні знань з економіки, моделювання економічної динаміки, прогнозування. Наведені в роботі приклади дозволяють зробити висновок, що використання ентропійного аналізу в рамках курсу «Моделювання економічної динаміки» дозволить студентам спеціальності «Економіка» набути навичок роботи із методами аналізу та прогнозування розвитку економіки.

Список використаних джерел:

1. Бутник О. М. Економіко-математичне моделювання перехідних процесів у соціально-економічних системах : монографія / О. М. Бутник. – Харків : ІНЖЕК ; СПД Лібуркіна Л. М., 2004. – 304 с.
2. Сергеева Л. Н. Нелинейная экономика: модели и методы / Л. Н. Сергеева ; науч. редактор д. э. н., проф. Ю. Г. Лысенко. – Запорожье : Полиграф, 2003. – 218 с.
3. Данильчук Г. Б. Еволюція поняття ентропії: від фізики до економіки / Г. Б. Данильчук // Вісник Черкаського університету. Серія «Економічні науки». – 2014. – № 39 (332). – С. 21–25.
4. Малинецкий Г. Г. Современные проблемы нелинейной динамики / Г. Г. Малинецкий, А. Б. Потапов. – Изд. 2-е,

- исправл. и доп. – М. : Эдиториал УРСС, 2002. – 360 с.
5. Моделирование экономической динамики : учебное пособие / Т. С. Клебанова, Н. А. Дубровина, О. Ю. Полякова и др. – Харьков : ИНЖЭК, 2004. – 244 с.
 6. Максишко Н. К. Моделивання економіки методами дискретної нелінійної динаміки : монографія / Н. К. Максишко ; наук. ред. проф. В. О. Перепелиця. – Запоріжжя : Поліграф, 2009. – 416 с. – С. 54.
 7. Лебедев В. В. Математическое моделирование социально-экономических процессов / В. В. Лебедев. – М. : Изограф, 1997. – 221 с.
 8. Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем : монографія / В. Д. Дербенцев, О. А. Сердюк, В. М. Соловйов, О. Д. Шарапов. – Черкаси : Брама-Україна, 2010. – 300 с.
 9. Дубовиков М. М. Экономическая физика и анализ финансовых временных рядов / М. М. Дубовиков, Н. В. Старченко // Экономическая физика. Современная физика в поисках экономической теории : сборник / под ред. В. В. Харитоновой и А. А. Ежова. – М. : МИФИ, 2007. – С. 243–293.
 10. Оболенцева Л. В. Кон'юнктурні дослідження галузевого ринку : підручник / Л. В. Оболенцева. – Харків : Харк. нац. акад. міськ. госп-ва, 2010. – 249 с.
 11. Соловйов В. М. Моделивання складних систем : Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни // В. М. Соловйов, О. А. Сердюк, Г. Б. Данильчук. – Черкаси : Видавець О. Ю. Вовчок, 2016. – 204 с.

1.6. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МОЛЕКУЛЯРНИХ СИСТЕМ В ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛІВ ХІМІЇ ТА ІНФОРМАТИКИ

Метою дослідження є проектування та реалізація комп'ютерно-орієнтованого навчання майбутніх учителів хімії та інформатики моделювання об'єктів (процесів, явищ та систем) квантової механіки на магістерському рівні вищої освіти. *Задачами дослідження* є обґрунтування необхідності навчання магістрів хімії – майбутніх учителів хімії та інформатики – комп'ютерного моделювання об'єктів квантової механіки за підтримки спеціалізованого програмного засобу «Активний конструктор ієрархічних систем», визначення змісту лабораторного практикуму з дисципліни (факультативного курсу) «Новітні інформаційні технології в наукових дослідженнях та освіті» та особливостей методики його навчання. *Об'єктом дослідження* є процес навчання бакалаврів та магістрів хімії – майбутніх учителів хімії та інформатики. *Предметом дослідження* є зміст та програмні засоби навчання комп'ютерного моделювання об'єктів квантової механіки. В роботі засвідчено необхідність ґрунтовного навчання майбутніх учителів хімії та інформатики теорії та практики комп'ютерного моделювання об'єктів квантової механіки, подано розгорнутий зміст комп'ютерно-орієнтованого лабораторного практикуму вибіркової дисципліни (факультативного курсу) «Новітні інформаційні технології в наукових дослідженнях та освіті» для магістрів спеціальності 014 Середня освіта (Хімія), зазначено особливості методики його упровадження. *Результати дослідження* планується узагальнити для формулювання рекомендацій щодо проектування освітніх стандартів та навчальних планів підготовки магістрів за спеціальністю 014 Середня освіта (Хімія) та спеціалізацією 014 Середня освіта (Інформатика).

Ключові слова: квантова механіка, комп'ютерне моделювання хімічних об'єктів, активний конструктор ієрархічних структур, нанотехнології.

Одним із головних завдань вчителя є допомога дитині

адаптуватися до дорослого життя, свідомо обрати майбутню професію. Доля високотехнологічних спеціальностей в майбутньому буде лише зростати. І тому вчителі предметів, які пов'язані з новітніми технологіями – фізики, математики, хімії, інформатики, біології – повинні постійно займатися самоосвітою, цікавитися та знайомити учнів із відкриттями та винаходами в цих галузях. Сучасна освіта вимагає широкого використання інформаційних технологій практично на кожному уроці. Одним з напрямків такого використання є комп'ютерне моделювання різноманітних процесів у математиці, фізиці, хімії, біології, економіці, історії тощо. Впровадження елементів комп'ютерного моделювання в навчальний процес дозволяє поглибити знання учнів, навчити їх самостійному пошуку та проведенню наукових досліджень із залученням до програм МАН. Використання комп'ютерного моделювання на уроках підвищує інтерес учнів не лише до вивчення конкретних тем та розділів з даного предмету, а й до вивчення інформатики. Учень починає бачити в комп'ютері не лише іграшку, засіб комунікації з однолітками чи фото- та відеоальбом великого обсягу, а й починає розуміти можливості цього потужного інструменту досліджень. Комп'ютерне моделювання дозволяє вивчати такі системи, які неможливо розглянути «вживу» чи, навіть, у мікроскоп. Наприклад: атомний остов – електрон, атом, вільна молекула, молекула адсорбована на металевих електродах. Остання система є важливим елементом сучасної наноелектроніки. Тому сучасний вчитель повинен володіти методами комп'ютерного моделювання і активно використовувати їх у своїй роботі. Зокрема при підготовці вчителя хімії та інформатики пропонується додати до навчального плану магістрів дисципліну або факультативний курс «Новітні інформаційні технології в наукових дослідженнях та освіті». В рамках цієї дисципліни передбачено виконання лабораторного практикуму, в основу якого покладено авторський курс, впроваджений професором Є.Я. Глушко та доцентом В.М. Євтеєвим [1]. Комп'ютерна підтримка курсу здійснюється програмним пакетом «Активний конструктор ієрархічних систем» (АКІС). Нами був вдосконалений пакет АКІС, перероблений і доповнений зміст практикуму.

Комп'ютерний практикум має сприяти більш глибокому засвоєнню фундаментальних понять квантової теорії та набуттю навичок створення моделей атомів та одновимірних кристалів у потенціальному підході. Курс розраховано на 20 годин лабораторних занять. В кожній лабораторній роботі за допомогою АКІС передбачається створення комп'ютерної моделі квантовомеханічної системи. Спочатку моделі окремих атомів різної конфігурації, а далі моделі одновимірних періодичних структур. Передбачається дослідження впливу зовнішнього однорідного поля та порівняння різних моделей однакових структур. За допомогою АКІС чисельно розв'язується рівняння Шредінгера, розраховуються основні характеристики електронної структури: набір хвильових функцій, енергетичних рівнів, дисперсія енергії, щільність станів, ефективна маса (Рис.1, 2).

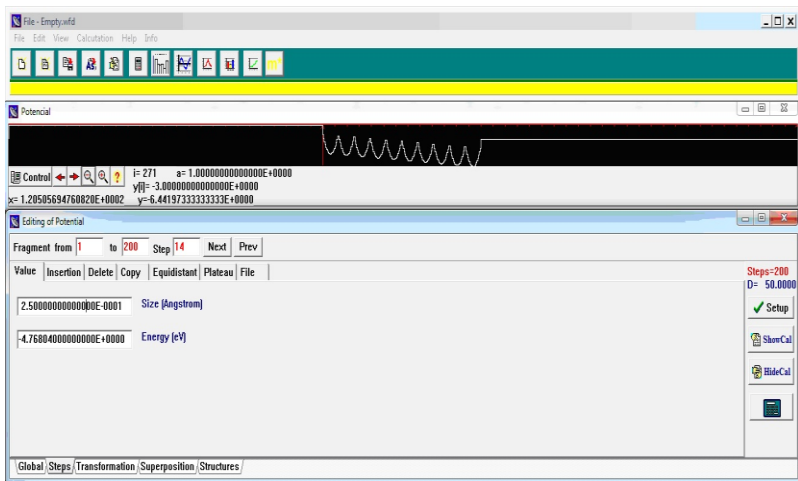


Рис. 1 Головне вікно АКІС. Побудова потенціалу

Курс розрахований на десять лабораторних робіт, методичні вказівки до виконання яких викладено в посібнику [2]. Деякі початкові параметри кожної моделі залежать від номеру варіанту, закріпленого за відповідним студентом. Це забезпечує самостійне виконання робіт і унеможливорює плагіат.



Рис. 2 Розраховані характеристики побудованого потенціалу: енергетичний спектр, хвильові функції та їх квадрати

Перелік лабораторних робіт:

1. Дослідження умов виникнення збудженого стану в симетричній потенціальній ямі.
2. Якісне дослідження хвильових функцій станів частинки у симетричній потенціальній ямі.
3. Дослідження енергетичного спектру в симетричній потенціальній ямі при змінній висоті бар'єру.
4. Дослідження енергетичного спектру глибокої потенціальної ями.
5. Дослідження енергетичного спектру несиметричної потенціальної ями.
6. Дослідження станів у обмеженій параболічній ямі.
7. Дослідження станів частинки у зовнішньому однорідному полі.
8. Дослідження станів у обмеженому потенціалі Кроніга-Пенні.
9. Дослідження станів у одновимірному кристалі параболічних потенціальних ям.
10. Потенціал Кроніга-Пенні у зовнішньому однорідному полі.

Важливим є інтерпретація побудованих моделей, їх

фізичний та хімічний зміст. Студенти переконуються, що навіть досліджуючи одновимірні моделі, досить прості з точки зору геометрії потенціалу, можна переконатися в правильності відкритих фундаментальних закономірностей, яким підпорядковуються хімічні структури. Тому у подальшій своїй роботі вчителя даний практикум і АКІС можна залучати при вивченні учнями відповідних тем на уроках хімії та фізики.

Логічним продовженням останньої лабораторної роботи є розгляд електронного переносу через низькорозмірні квантові перемички – молекулярні містки, що адсорбовані на металевих чи напівпровідникових електродах. Важливою особливістю таких наноструктур є ступінчастий характер вольт-амперних характеристик (ВАХ). Це дозволяє будувати на основі окремих адсорбованих молекул елементи електричних мереж в сучасній електронній техніці, зокрема в мікропроцесорах сучасних комп'ютерів. Відкритим залишається пояснення ступінчастого характеру ВАХ.

Для пояснення цього ефекту як правило використовують власний енергетичний спектр молекули. При цьому хімпотенціали металевих електродів знаходяться на декілька електронвольт вище за нього. Таким чином, щоб електронний перенос відбувався завдяки власним електронам, потрібне сильне збудження. В роботі [3] була запропонована квантова дискретна модель (QDM). Головним твердженням QDM є те, що в переносі беруть участь переважно рівні спорідненості молекули, які лежать поблизу хімпотенціалів більшості металів і напівпровідників. Згідно QDM зростання ВАХ відповідає проходження крізь ефективну область переносу рівня спорідненості, “плато” – міжрівневого проміжку.

Розгляд математичного апарату QDM може викликати певні труднощі у студентів, але якісні висновки та пояснення механізму поведінки ВАХ молекул чи атомарних ланцюжків є цілком зрозумілим.

Нами за допомогою QDM були розраховані спектр спорідненості, дискретні хвильові функції, ВАХ, заселеність рівнів, зарядженість, дипольні моменти, густина спонтанного інжекційного випромінювання різних молекулярних містків: атомарних ланцюжків золота, графенів різної конфігурації [4], молекул бістіолтертіофену [4] та 4,4'-біпірідину [5] (Рис.3).

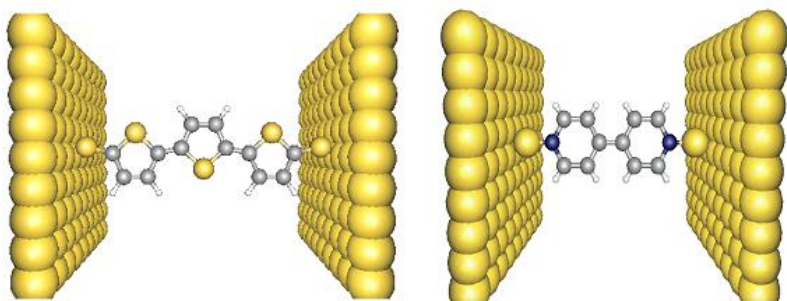


Рис. 3 Адсорбовані молекули бістіолтертіофену (Т3) та 4,4'-біпіридину

Для обчислень використовувалися відповідні параметри, попередньо узгоджені нами з експериментом [6, 7]. На рис. 4 приведено ВАХ молекули бістіолтертіофену (Т3), адсорбованої на золоті електроди.

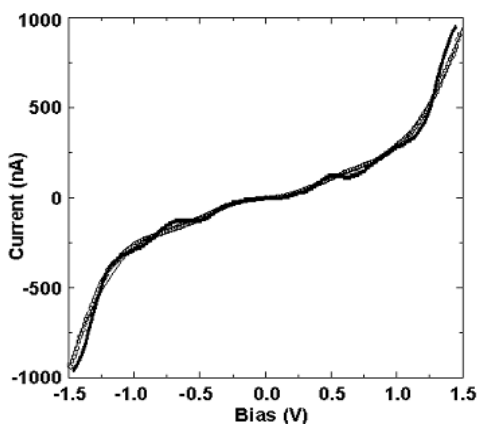


Рис. 4 ВАХ молекулярного містка Т3 між золотими електродами. Маркерна лінія – експеримент [6], суцільна лінія – розрахунок QDM [4]

Як видно з рис.4 лінії графіків практично збігаються. Це зайвий раз підтверджує правильність квантової дискретної моделі та теорії, яка пояснює механізм електронного переносу через адсорбовану молекулу. Ще одна ілюстрація гарного збігу експериментальної залежності і розрахунку показана на рис. 5.

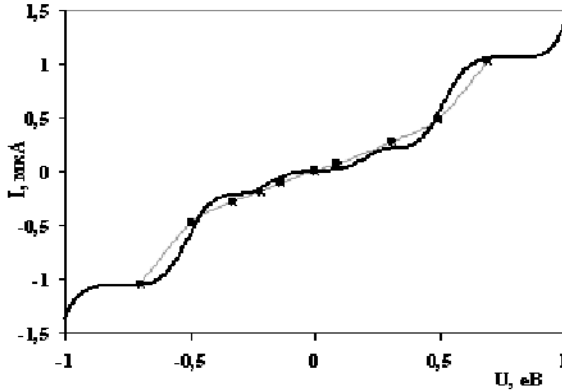


Рис. 5 ВАХ молекулярного містка 4,4'-біпірідину між золотими електродами. Маркерна лінія – експеримент [7], суцільна лінія – розрахунок QDM [5]

Деяко гірший збіг експериментальної та розрахованої ліній порівняно з вище наведеною молекулою можна пояснити тим, що експериментатори [7] використали значно менше точок для побудови графіку ніж автори [6] і просто доповнили згладженими лініями. Ми ж для побудови графіку ВАХ брали 300 точок, що явно достатньо для досягнення прийнятної точності. На цей нюанс також варто звернути увагу студентів під час розгляду цього питання.

Для розуміння причин виникнення сходинки на ВАХ треба розглядати в комплексі ВАХ та польові діаграми спектрів адсорбованих молекул (Рис. 6, 7).

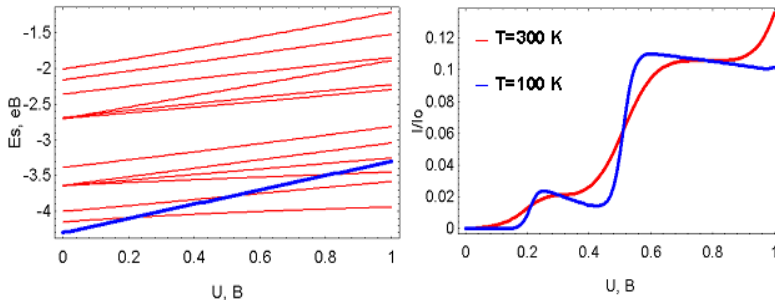


Рис. 6 Польова діаграма спектру та ВАХ 4,4'-біпірідину між золотими електродами

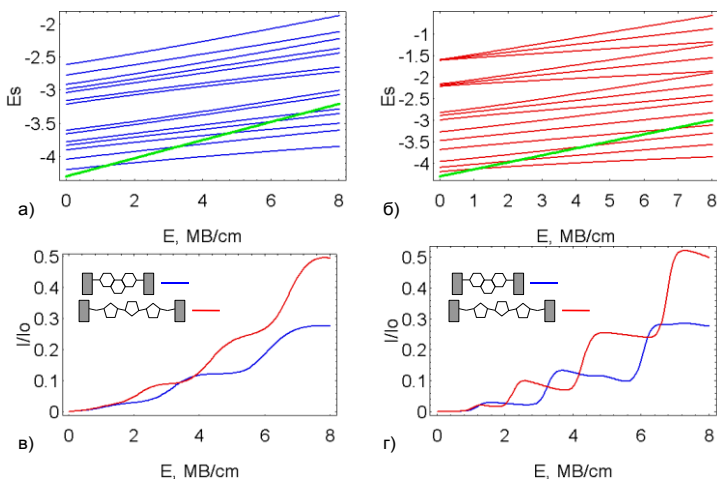


Рис. 7 Польові діаграми спектрів графену {3,1} та ТЗ адсорбованих на золоті електроди, на фрагментах а) і б) відповідно. ВАХ графену {3,1} та ТЗ при температурах 300 К і 100 К на фрагментах в) і г) відповідно

Як видно з наведених діаграм та графіків кожне зростання чи плато на ВАХ має чітку кореляцію з польовою діаграмою енергетичного спектру. Зниження температури підкреслює цю залежність, загострює сходинки ВАХ. Тобто, квантова дискретна модель дозволяє враховувати як параметр ще й температуру.

Ще однією з переваг QDM є можливість прогнозування ВАХ для тих молекул, для яких раніше не було проведено експериментів по адсорбції. Цікаво проводити порівняння з відповідними залежностями раніше розглянутих молекул. Таке прогнозування дає можливість підібрати молекулярний місток із наперед заданими характеристиками і не проводити експериментальні кошторисні пошуки. Приклад подібного прогнозування наведено на рис. 7. Для порівняння було вибрано молекулу графену {3,1} схожу по геометрії до молекули бістіолтертіофену ТЗ. З розрахунку видно, що при однаковій напрузі зовнішнього поля для графену очікуються більші струми.

Цікавим є також прогнозування адсорбції на неметалевих електродах. Наприклад, можна розглядати напівпровідникові германієві електроди. Адсорбція різних молекул на металевих

та неметалевих електродах досягається завдяки використанню в якості зв'язувального елементу атомів сірки. Як за нашими розрахунками повинна змінитися ВАХ і польова діаграма спектру для молекулярного містка можна побачити з рис. 8, 9.

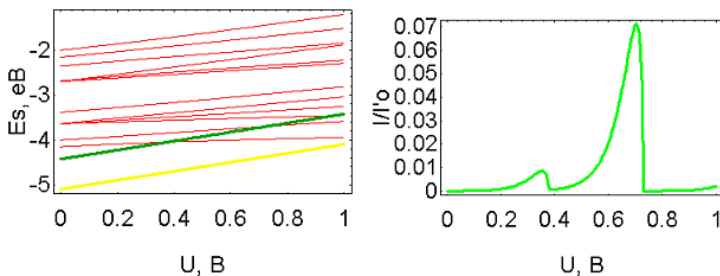


Рис. 8 Польова діаграма спектру та ВАХ 4,4'-біпірідину між германієвими електродами. $\Gamma_0 = I_0 * 10^{-6}$

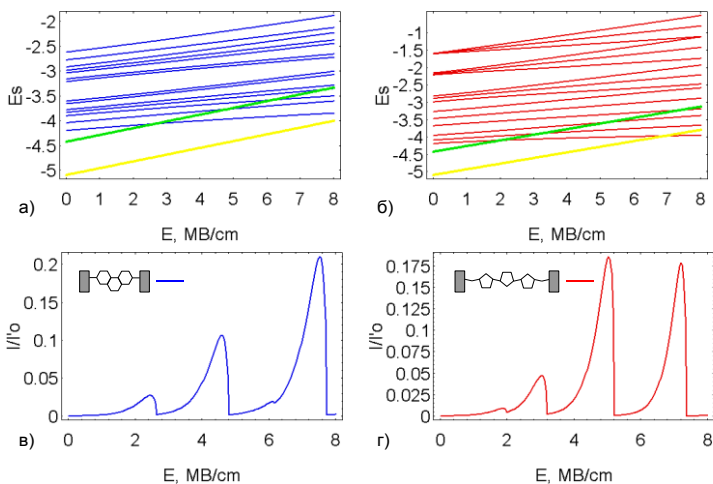


Рис. 9 Польові діаграми спектрів графена {3,1} та T3 адсорбованих на германієві електроди, на фрагментах а) і б) відповідно. ВАХ графена {3,1} та T3 при температурі 300 К на фрагментах в) і г) відповідно. $\Gamma_0 = I_0 * 10^{-6}$

Порівняно з золотими електродами струми крізь молекулярні містки, які з'єднують германієві електроди очікується на шість порядків меншим. Це зв'язано з

особливостями будови енергетичного спектру германію, зокрема наявністю забороненої зони та відмінністю в заселеності електронних станів.

Продемонстрована квантова дискретна модель та результати, отримані на її основі, пропонуються як доповнення до основного курсу «Новітні інформаційні технології в наукових дослідженнях та освіті». Таке доповнення дозволяє не лише познайомити студентів із сучасними досягненнями в області нанотехнологій, а й дає можливість залучати їх до проведення самостійних досліджень в цій галузі. Інструментарій, який для цього пропонується, може бути використаний не лише на заняттях з цієї дисципліни, а й в майбутній роботі випускників вже в якості вчителів на факультативах чи в рамках відповідних тем під час уроків хімії, фізики.

Список використаних джерел

1. Глушко Е.Я. Компьютерный лабораторный практикум «Основы квантовой механики твердого тела» / Е.Я. Глушко, В.Н. Евтеев. – Кривой Рог : КГПУ, 1999. – 25 с.
2. Комп'ютерний лабораторний практикум з основ квантової теорії. Методичний посібник / Укл. М.В. Моїсеєнко. – Кривий Ріг: КДПУ, 2005. – 30 с.
3. Глушко Е.Я. Электронный перенос и колебательные моды в конечной молекулярной цепочке // ФНТ. – 2000. – №26. – С.1144-1170.
4. Глушко Е.Я. Струм та інжекційне випромінювання у вуглецевих молекулах, що перемикають електроди / Е.Я. Глушко, В.М. Євтеєв, М.В. Моїсеєнко, М.А. Слюсаренко // УФЖ. – 2007. – Т.52, №2. – С.187-194.
5. Моїсеєнко М.В. Електронний перенос через молекулу 4,4'-біпірідину. / М.В. Моїсеєнко, Н.В. Моїсеєнко // Матеріали V Всеукраїнської конференції молодих науковців ІТОНТ-2006: Черкаси, 3-5 травня 2006, С. 20.
6. Kergueris C. Electron transport through a metal-molecule-metal junction / C. Kergueris [etc.] // Phys. Rev. – 1999. – Vol.B59, №19. – P.12505-12517.
7. Xu B.Q. Measurement of Single Molecule Conductance by Repeated Formation of Molecular Junctions / B.Q. Xu, N.J. Tao // Science. – 2003. – №301. – P.1221-1223.

РОЗДІЛ 2 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МОДЕЛЮВАННЯ В ОСВІТІ

2.1. МОДЕЛЬ РЕАЛІЗАЦІЇ ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ АДАПТАЦІЇ СТУДЕНТІВ-ІНОЗЕМЦІВ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ У ВНЗ

Пошук шляхів і засобів оптимізації та вдосконалення підготовки студентів-іноземців до навчання у вітчизняних ВНЗ спрямований на те, щоб створити освітнє педагогічно регульоване середовище, яке зможе забезпечити результативність адаптаційного процесу та підготувати студента до продовження навчання за обраним напрямом.

Адаптація студентів-іноземців до українського освітнього середовища – це багатокомплексний і довготривалий процес, який охоплює усі сфери їх життя. Найскладнішим періодом у цьому процесі є перший рік навчання, саме етап підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ. Труднощі, з якими зустрічаються студенти-іноземці дослідники поділяють на *об'єктивні* (зумовлені новим змістом навчання, спілкування, взаємодії), *суб'єктивні* (пов'язані як з психологічно-емоційними особливостями адаптанта (невпевненістю, тривожністю тощо), так і з його навчально-психологічними особливостями (здатністю до вивчення окремих дисциплін, рівнем навченості та научуваності) і *педагогічні* труднощі (недостатня розробленість теорії та практики навчально-виховного процесу, неготовність і навіть небажання деяких викладачів урахувувати вікові, етнічні й індивідуальні особливості студентів) [7].

Успішність процесу адаптації студентів-іноземців врешті-решт суттєво впливає на їх подальшу взаємодію з інтелектуальним і соціокультурним середовищем університету. Прискорення адаптаційного процесу сприяє стабілізації психоемоційного і фізичного стану студентів-іноземців; покращує засвоєння нових знань; формує готовність до навчання в українських університетах. Керована та організована адаптація студентів-іноземців впливає на осмислення ними

значущості обраного напрямку навчання та майбутньої професії; усвідомлення нових соціальних ролей, формування нових особистісних якостей студентів-іноземців [1].

Сьогодні одним із напрямків освітньої політики у галузі підготовки фахівців для зарубіжних країн має стати науково організований та керований процес їх адаптації до навчальної діяльності в українському соціокультурному середовищі, що сприятиме вдосконаленню якості як пропедевтичної, так і професійної освіти. Це потребує створення такої моделі адаптаційного процесу студентів-іноземців, яка враховувала б не тільки вимоги соціуму, але й індивідуальні особливості особистості, що приїздить на навчання до нашої країни, характер її мисленнєвих здібностей, можливість і готовність до засвоєння матеріалу природничо-математичних дисциплін нерідною мовою.

Створення моделі реалізації педагогічних умов адаптації студентів-іноземців вимагало передусім з'ясування значення самого поняття «модель», яке пов'язане з одним із найпоширеніших методів дослідження реальних явищ та процесів – методом моделювання. У філософському словнику тлумачать поняття моделі як речової, знакової або уявної системи, що «відтворює, імітує чи відображає принципи внутрішньої організації або функціонування, певні властивості, ознаки і характеристики об'єкта дослідження (оригіналу), безпосереднє вивчення якого неможливе, ускладнене або недоцільне і може замінити цей об'єкт у пізнавальному процесі з метою одержання нових знань про нього» [17, с. 394]. Як зазначає В. І. Шахов, модель, на думку американського наукознавця М. Вартофського, – це «абстраговане вираження основної сутності об'єкта», «конструкція, в якій ми розташовуємо символи нашого досвіду або мислення таким чином, що в результаті одержуємо систематизовану репрезентацію цього досвіду й мислення як засобу їхнього розуміння або пояснення іншими людьми» [18].

Відношення «модель – оригінал» зумовлене, перш за все процесом пізнання. Дослідники наголошують, що одним із найважливіших і найскладніших у процесі застосування моделі в науковому пізнанні є питання про їхнє співвідношення, ступінь подібності та адекватності. Питанням моделювання

педагогічних процесів, обґрунтуванню важливості та доцільності використання методу моделювання у педагогіці, дослідженню можливостей цього методу для аналізу і синтезу педагогічних систем, присвячено наукові розвідки С. І. Архангельського [2], Ю. К. Бабанського [3; 8], В. П. Беспалька [5], Ю. Г. Татура [4], Н. В. Кузьміної [9], в яких окреслено загальні підходи до побудови моделей педагогічних процесів. При цьому наголошується, що системна модель освітнього процесу, побудована на наукових засадах, репрезентує його в «чистому» вигляді як теоретично, логічно вивірену схему, позбавлену несуттєвого й випадкового [18]. Виходячи з цього, ми розробили модель реалізації педагогічних умов адаптації студентів-іноземців до вивчення дисциплін природничо-математичного циклу у ВНЗ на етапі підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ, яку представлено на рис. 1.

Зазначена модель є:

- за типом: структурно-функціональна;
- за призначенням: забезпечує підвищення рівня адаптованості студентів-іноземців на етапі підготовки до навчання у ВНЗ;
- за будовою: лінійно-циклічна;
- за можливостями розвитку та трансформації: дозволяє зміну педагогічних умов і змісту навчання, що надає можливість зміни об'єкту адаптації.

Модель відображає зв'язки і відносини всіх її педагогічних компонентів, а також обумовленість вибору типу моделі та педагогічних умов адаптації навчання іноземних студентів; базується на структурі процесу адаптації студентів. Зміст компонентів моделі відображає конкретизовані рекомендації по використанню форм, методів і засобів, а також видів контролю і діагностики при навчанні іноземних студентів.

Метою розробленої моделі є підвищення якості навчальних досягнень студентів-іноземців при вивченні природничо-математичних дисциплін на етапі підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ та забезпечення оптимальної ефективності їх адаптаційного процесу.

Поставлена мета вимагає необхідність розв'язання таких задач:

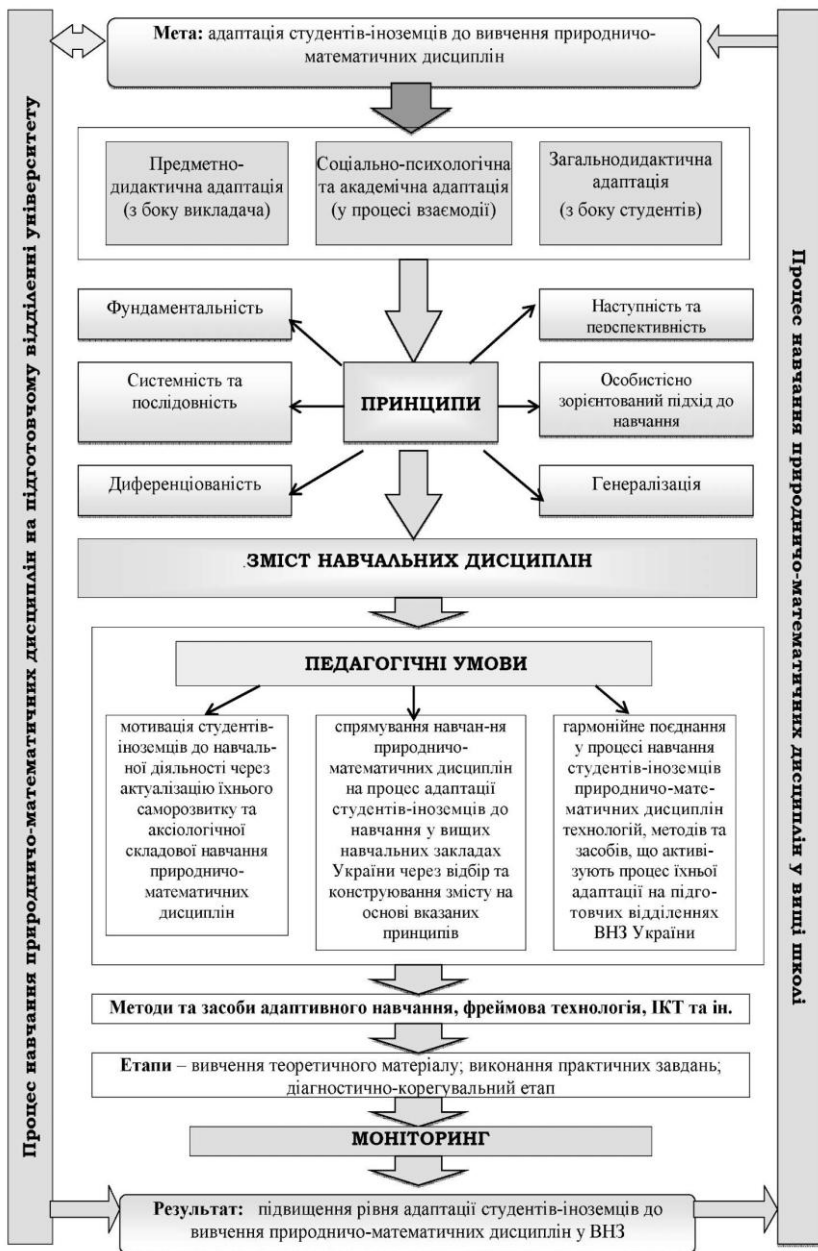


Рис.1. Модель адаптації студентів-іноземців до вивчення дисциплін природничо-математичного циклу на етапі підготовки до навчання у ВНЗ

– структурування навчального процесу з урахуванням закономірностей протікання пізнавальних процесів студентів-іноземців ;

– забезпечення засвоєння мовою навчання теоретичних основ дисциплін, що вивчаються, вироблення у студентів умінь оперувати отриманими знаннями при розв'язуванні навчальних задач, усвідомлення студентами-іноземцями практичної значущості теоретичних знань;

– розробка технологій використання компресивних методик, які дозволили б оволодіти іноземним студентам мовою навчання і предметною мовою спеціальності на рівні користування нею у навчальному спілкуванні;

– використання різноманітних типів задач як важливого елементу змісту природничо-математичних дисциплін і способів їх розв'язання з урахуванням мети, методики, технології і тих дидактичних, виховних, розвивальних функцій, які ці дисципліни реалізують на підготовчому етапі;

– реалізація педагогічних умов адаптаційного процесу студентів-іноземців і підвищення якості навчання природничо-математичних дисциплін.

Розглядаючи процес адаптації студентів-іноземців до вивчення природничо-математичних дисциплін, відповідно до визначених видів, виділяємо загально-дидактичну, предметно-дидактичну, соціально-психологічну і академічну адаптації. До основних напрямів адаптаційного процесу та завдань, які в його ході реалізуються ми віднесли наступні.

На рівні предметно-дидактичної адаптації (з боку викладачів).

1. Допомогти адаптуватися до вітчизняної природничо-математичної школи:

1.1) встановлення ізоморфізму між змістом навчання в країнах-імпортерах студентів та змістом навчання в Україні;

1.2) встановлення зв'язку між системами запису;

1.3) складання математичних моделей текстових задач;

1.4) ознайомлення з досягненнями вітчизняних вчених у природничо-математичних науках.

На рівні загально-дидактичної адаптації (з боку студента).

2. Адаптуватися до навчання у вітчизняному ВНЗ:

2.1) формування навичок продуктивного сприйняття

змісту лекцій;

2.2) формування уміння виділяти головне, підпорядковане та несуттєве в усному та письмовому навчанні мовою ВНЗ;

2.3) формування навичок компресії навчального матеріалу;

2.4) формування умінь самостійної роботи;

2.5) формування навичок навчальної комунікації;

2.6) встановлення зв'язку між системами оцінювання в країнах-імпортерах студентів та системою оцінювання у ВНЗ України.

На рівні соціально-психологічної та академічної адаптації (у процесі взаємодії).

3. Адаптуватися студенту-іноземцю: проектування процесу навчання природничо-математичних дисциплін «від білінгвальності до навчання мовою вітчизняного ВНЗ», зокрема:

3.1) структурування змісту навчання з метою сприяння встановленню зв'язків між зарубіжною та вітчизняною системами підготовки;

3.2) диференційований підхід до навчання з метою встановлення зв'язків між освітніми системами різних країн;

3.3) особистісно-орієнтований підхід з метою доведення рівня навченості до вимог вступу у ВНЗ.

Оскільки адаптанти включені у навчальну діяльність, то особливого значення набуває відбір та структурування змісту дисциплін природничо-математичного циклу.

Закцентуємо увагу на математичній освіті студентів-іноземців адже, всі природничі науки неодмінно звертаються до математики за методами, необхідними для вивчення наслідків своїх наукових теорій. Центральне місце математики серед наук є обґрунтованим.

Вивчення математики повинно базуватись на принципі цілісності. Цілісність – це складеність змісту тем з усіх необхідних частин для ґрунтового успішного їх вивчення на рівні, достатньому для:

- розуміння об'єктів вивчення;
- практичних і прикладних застосувань;
- поглиблення змісту;
- усвідомлення ролі, місця теми в системі наукового знання;
- творчого здобування нових знань.

Змістом математичної освіти на сучасному етапі має бути традиційне інваріантне ядро, відібране багаторічним досвідом навчання математики у вітчизняній та зарубіжній школі, що становить основу математичної підготовки в усіх типах середніх навчальних закладів, є фундаментом для вивчення математики у вузах і продовження освіти. При цьому традиційне ядро слід доповнити елементарними знаннями, навичками й уміннями, пов'язаними з потребами інформатизації суспільства і широкого використання в науці і виробництві ідей і методів математичної статистики, теорії ймовірностей. Система математичної освіти у світі неодноразово зазнавала змін. Причини перегляду змісту були різні: від розвитку самої науки до зниження загального рівня математичної підготовки учнів, зміни соціально-економічних вимог до випускників; робилися спроби переглянути зміст в контексті гуманітаризації та гуманізації освіти, при переході до особистісно-орієнтованої освіти тощо. Останнім часом ця проблема виникла у зв'язку з розвитком та впровадженням компетентнісного підходу в навчанні.

В українській освітній системі компетентнісний підхід є офіційно визнаним підґрунтям її побудови, зокрема у Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [11] зазначено, що одним із перспективних завдань є оновлення цілей і змісту освіти на основі компетентнісного підходу та особистісної орієнтації, врахування світового досвіду та принципів сталого розвитку, а також перехід від процесуальної до результатної, компетентнісної парадигми освіти. Європейські рамкові настанови парламенту і Ради Європи окреслили ключові компетентності для навчання протягом усього життя. Згідно цього документу 2006/962/ЕС від 18 грудня 2006 року [21] існує вісім ключових компетентностей для безперервної освіти, що необхідні кожній людині для самореалізації та розвитку особистості, для того, щоб бути активним громадянином і для досягнення повної соціальної інтеграції та працевлаштування, а саме:

- 1) спілкування рідною мовою;
- 2) спілкування іноземними мовами (іншомовна компетентність);
- 3) математична компетентність і основні компетентності в

галузі науки і техніки;

- 4) ІКТ компетентність;
- 5) уміння вчитися (загально-навчальна компетентність);
- 6) соціальні і громадянські компетентності;
- 7) почуття ініціативи та підприємництва;
- 8) культурна обізнаність і самовираження.

У контексті європейської рамки кваліфікацій компетентність описується в термінах відповідальності і самостійності. Математична компетентність і основні компетентності в галузі науки і техніки, займають третє місце серед ключових. Могенс Нісс (Mogens Niss) [22] визначив математичну компетентність через вісім математичних компетенцій. Сукупність компетенцій, наявність знань і досвіду, необхідних для ефективної діяльності в заданій предметній області, називають компетентністю. Зокрема, математична компетентність – це здатність структурувати дані (ситуацію), виокремлювати математичні відношення, створювати математичну модель ситуації, аналізувати і перетворювати її, інтерпретувати отримані результати. Математична компетентність включає в себе два всеосяжних види можливостей (рис. 2.).

По-перше, ставити і відповідати на питання як в межах, так і за допомогою математики, що реалізується завдяки:

- способам математичного мислення;
- постановки і розв'язування математичних завдань;
- аналізу і побудові математичних моделей;
- математичним міркуванням.

Друга складається з розуміння і використання математичної мови та інструментів, а саме:

- використання засобів та інструментів;
- використання формальної математичної символіки;
- математичні спілкування;
- презентація математичних об'єктів.

Вагомий внесок у розвиток компетентнісного підходу та визначення математичної компетентності зробили вітчизняні дослідники, зокрема С. А. Раков [13].

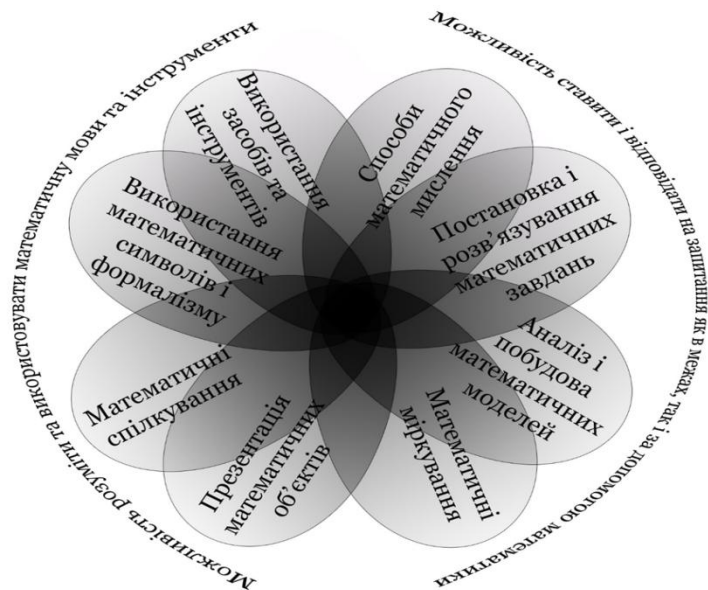


Рис. 2. Структура математичної компетентності студентів-іноземців на підготовчому етапі навчання (за [22])

Зміст математичної компетентності вітчизняних студентів на думку С. А. Ракова складають: процедурна компетентність – уміння розв’язувати типові математичні задачі; логічна компетентність – володіння дедуктивним методом доведення та спростування тверджень; технологічна компетентність – володіння сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями підтримки математичної діяльності; дослідницька компетентність – володіння методами дослідження соціально та індивідуально значущих задач за допомогою ІКТ та математичних методів; методологічна компетентність – уміння оцінювати доцільність використання математичних методів та засобів ІКТ для розв’язання індивідуально і суспільно значущих задач.

Рівень математичної компетентності як вітчизняних, так і студентів-іноземців підготовчих відділень характеризується тим, як майбутні студенти застосовують набуті знання, вміння

та навички у практичній діяльності та повсякденному житті для:

- практичних розрахунків за формулами, включаючи формули, що містять степені, радикали, логарифми і тригонометричні функції, використовуючи при необхідності довідкові матеріали і найпростіші обчислювальні пристрої;

- побудови та дослідження найпростіших математичних моделей;

- опису і дослідження за допомогою функцій реальних залежностей, їх графічного подання;

- інтерпретації графіків реальних процесів;

- розв’язування геометричних, фізичних, економічних та інших прикладних задач, у тому числі завдань на найбільші і найменші значення з застосуванням апарату математичного аналізу;

- аналізу реальних числових даних, поданих у вигляді діаграм, графіків, аналізу інформації статистичного характеру;

- дослідження (моделювання) нескладних практичних ситуацій на основі вивчених формул і властивостей фігур;

- обчислення довжин, площ і об’ємів реальних об’єктів при розв’язуванні практичних завдань, використовуючи при необхідності довідники та обчислювальні пристрої.

Забезпечення наступності між системами освіти країн-імпортерів студентів-іноземців та українською системою вищої освіти сприятиме повноцінному розвитку особистості студента-іноземця, формуванню системи безперервної освіти протягом усього життя. Наступність математичної освіти може здійснюватися в різних видах:

1. Цільова – узгодженість цілей і завдань виховання і навчання на окремих щаблях навчання.

2. Змістова – забезпечення «наскрізних» ліній у змісті, повторення, пропедевтика, розробка єдиних курсів вивчення природничо-математичних дисциплін. Створення на кожному етапі бази для подальшого вивчення навчального матеріалу на більш високому рівні за рахунок розширення і поглиблення наукової лексики студентів-іноземців, використання принципу концентричності в організації змісту навчальних програм і міжпредметних зв’язків.

3. Психологічна – вдосконалення форм організації

навчально-виховного процесу і методів навчання з урахуванням національних особливостей студентів-іноземців.

4. Адміністративна – добре відпрацьована нормативно-правова база.

5. Технологічна – узгодженість форм, засобів, прийомів і методів виховання і навчання.

Практичним забезпеченням зазначених зв'язків може стати створення системи технологічної наступності. Реалізація принципу наступності між ступенями навчання, заснованого на взаємозв'язку змістовного та процесуального компонентів при пріоритеті останнього, побудованого на варіативних технологіях навчання допоможе у визначенні рівня адаптованості студентів-іноземців до вивчення природничо-математичних дисциплін у вітчизняних ВНЗ.

Основні види адаптації отримують практичне втілення в принципах організації навчального процесу, серед яких виділяємо такі принципи:

– особистісної спрямованості навчання природничо-математичних дисциплін;

– фундаментальності, згідно з яким результатом є прогнозований освітній продукт, створюваний у процесі керованого навчання;

– генералізації;

– наступності та неперервності;

– систематичності та послідовності;

– диференційованості.

Реалізація принципу особистісної спрямованості навчання зумовлює перетворення студента з об'єкта на суб'єкт навчального процесу, надання навчальній інформації особистісного змісту, перетворення знань студентів в особистісні цінності. Цей принцип, перш за все, забезпечує умови для реалізації навчальних можливостей і здібностей кожного іноземного студента, розкриття його індивідуальності, отримання мовної освіти, визначення стратегії розвитку засобами природничих дисциплін. Згідно концепції мовної підготовки іноземних громадян, її мета полягає у формуванні комунікативної компетентності, забезпеченні їхніх комунікативних потреб у різних сферах спілкування: науковій (для отримання конкурентоспроможної підготовки за обраним

фахом), суспільно-політичній і соціально-культурній (для належної адаптації та повноцінного орієнтування в новому соціально-культурному середовищі, особистісного культурного зростання), побутовій (для задоволення потреб повсякденного життя), а також для виховання гармонійної особистості, що здатна до міжкультурного діалогу. За системою CEFR (Common European Framework of Reference) знання та вміння розподілено на три категорії, кожна з яких має два рівні. Для кожного рівня описано мовленнєві дії, необхідні для участі у комунікації мовою, що вивчається. На підготовчому відділенні, навчання на якому є складовою частиною системи вищої освіти іноземних громадян в Україні, забезпечується досягнення іноземцями рівнів володіння мовою A1, A2, B1.

A1 – рівень виживання. Особа розуміє і може вжити в мовленні знайомі фрази та вирази, необхідні для виконання конкретних завдань, може представитися або представити інших, ставити питання та відповідати на питання про місце проживання, знайомих, майно. Може брати участь у нескладній розмові, якщо співбесідник говорить повільно й виразно та готовий надати допомогу.

A2 – передпороговий рівень. Особа розуміє окремі речення та найуживаніші вирази, пов'язані з основними сферами життя (наприклад, основні відомості про себе та членів своєї родини, роботу, навчання тощо). Може виконати завдання, пов'язані з простим обміном інформацією на знайомі або побутові теми. У простих виразах може розповісти про себе, своїх рідних і близьких, описати основні аспекти повсякденного життя.

B1 – пороговий рівень. Особа розуміє основні ідеї чітких повідомлень, зроблених літературною мовою на різні теми, що типово виникають на роботі, у навчанні, дозвіллі тощо. Вміє спілкуватися у більшості ситуацій, які можуть виникнути під час перебування в країні мови, що вивчається. Може зробити зв'язне повідомлення на знайомі теми або теми, якими особливо зацікавлена. Може описати враження, події, сподівання, прагнення, викласти й обґрунтувати свою думку та плани на майбутнє.

Мовна підготовка студентів-іноземців спрямована на:

– вивчення комунікативних потреб різних категорій

студентів-іноземців відповідно до різних моделей мовного навчання та мовної ситуації, що склалася в Україні;

– засвоєння студентами-іноземцями мовних і мовленнєвих знань, формування вмій і навичок доцільного користування засобами мови в процесі спілкування;

– набуття навичок навчальної комунікації через оволодіння предметною мовою основних дисциплін та мовою майбутньої спеціальності;

– формування у студентів-іноземців умій і навичок самостійної навчальної діяльності, вмій навчатися вчитися, вдосконалювати когнітивно-операційний компонент мовленнєвої діяльності як засіб усебічного розвитку особистості;

– становлення гуманістичного світогляду, формування умій міжкультурного спілкування, виховання толерантного ставлення до представників інших культур та релігійних переконань;

– формування вмій критичного осмислення соціальних проблем, усвідомлення життєвих цінностей [12].

Проблема особистісної орієнтації освіти і навчання знайшла своє відображення в працях багатьох вітчизняних та закордонних дослідників. Різні її аспекти досліджувалися в роботах Є. В. Бондаревської [6], О. Я. Савченко [14], В. В. Серікова [15], І. С. Якиманської [19] та ін. Певний інтерес у цьому плані представляють роботи закордонних вчених Б. Блума (Benjamin Bloom) [23], Дж. Керролла (John Bissell Carroll) [20], А. Маслоу (Abraham Harold Maslow) [10], та ін. Вони розглядають принцип особистісної орієнтації освіти і навчання як чинник, що забезпечує розвиток особистості, підтримку її індивідуальності, надання свободи вибору змісту і шляхів отримання знань, способів самоствердження і самореалізації в культурно-освітньому просторі. Для студентів-іноземців суттєвим є те, що цей простір є іншомовним.

На думку В. В. Серікова [15], навчання повинне стимулювати прояв особистісних функцій студентів. У ситуаціях адаптації до вивчення природничо-математичних дисциплін студент-іноземець змушений встановлювати співвідношення між засвоєними знаннями рідною мовою та

змістом, що пропонується мовою навчання, шукати узгодженість термінологічно-символьного апарату дисципліни, що вивчається, розмірковувати, обґрунтовувати, вибирати способи розв'язування навчальних задач. У такій ситуації відбувається «ревiзiя вiдбувається» і формування суб'єктивного досвіду, що створює ціннісно-змістовне поле спілкування в навчальному процесі, орієнтованому на особистість студента.

Принцип особистісної спрямованості навчання природничо-математичних дисциплін дозволяє кожному студенту вибудовувати власну навчальну траєкторію і виступає інструментом процесу адаптації студентів-іноземців.

Принцип фундаментальності реалізується з позицій діяльнісного підходу і включає у структуру пізнавального процесу наступні елементи:

- досвід пізнавальної діяльності, що фіксується у вигляді її результатів – знань;
- досвід здійснення відомих способів діяльності, тобто вмінь «діяти за взірцем»;
- досвід творчої діяльності, тобто готовність приймати нестандартні рішення у проблемних ситуаціях;
- досвід здійснення емоційно-ціннісних відношень [8].

Фундаментальність освіти у процесі адаптації студентів на етапі підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ України означає, що освіту будують по-перше, на основі поєднання природничо-наукових та гуманітарних (мовних) знань, по-друге, на основі діалогу двох культур. Це обумовлено глибоким осмисленням зв'язків між дисциплінами, що вивчаються на етапі підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ, та між освітніми системами нашої країни та країни попереднього навчання студентів-іноземців.

Принцип генералізації знань передбачає виділення основних понять та ідей курсу, побудову змісту освіти у логіці розгортання по мірі конкретизації його у системі наук. Він тісно пов'язаний з принципом послідовності та наступності, оскільки виклад навчального матеріалу повинен бути таким, щоб все наступне впливало із попереднього, було його розвитком, але не являло собою зовсім нове знання. Вивчення понять потрібно організовувати у такий спосіб, щоб у першу чергу виявляти їх загальні фундаментальні властивості. Задля

цього ознайомлення доцільно починати з загальної структури, а не з елементів. Генералізація знань дозволяє забезпечити краще розуміння, оскільки породжує структуру, у якій знання пов'язані значно тісніше.

Ефективність реалізації цього принципу визначається використанням активних форм пізнавальної діяльності на навчальних заняттях, що дозволяє будувати навчальний процес з урахуванням таких положень: подання навчальних відомостей від абстрактного до конкретного; створення установки на осмислення сутності понять та явищ, що вивчаються; встановлення генетично подібних зв'язків теоретичних положень із практикою; актуалізація ближнього досвіду студентів; активізація їх пізнавальної діяльності за допомогою прийомів змістового перегрупування навчального матеріалу; виділення змістовних базових знань, структурного співвідношення раніше і щойно вивченого, стійке запам'ятовування термінологічного апарату дисципліни мовою навчання.

Принцип наступності та неперевності у процесі адаптації студентів-іноземців до вивчення природничо-математичних дисциплін на етапі підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ України передбачає максимальне використання досвіду і знань студентів, отриманих ними в країні попереднього навчання, та забезпечення їх підготовки до навчання за обраним напрямом. Він ґрунтується на перекладі когнітивного ядра знань кожного іноземного студента українською (російською) мовою – мовою навчання і подальшого спілкування цією мовою в освітньо-культурному середовищі національного ВНЗ. При цьому воно повинно бути організоване як дидактично доцільне, мовне, особистісно-розвивальне, етноконтактне середовище. Недоцільно йти шляхом збільшення інформаційного обсягу дисциплін, що вивчаються іноземними студентами, адже це, враховуючи, що навчання відбувається нерідною мовою, може привести до виснаження інтелектуальних ресурсів адаптантів. Необхідним є розробка методик інтенсивного адаптивного навчання, які б дозволили оволодіти узагальненими способами пізнавальної діяльності.

Послідовність взаємопов'язаних цілей етапу підготовки

студентів-іноземців до навчання у ВНЗ України підготовки студентів-іноземців – їх адаптації, розвитку комунікативної та предметних компетентностей засобами нерідної мови, осмислене, свідоме оволодіння учбовими знаннями і узагальненими способами пізнавальної діяльності реалізується завдяки принципу систематичності та послідовності. Навчальний процес при цьому будується з поступовим, обґрунтованим і керованим переходом від білінгвальної форми навчання через іншомовну до одномовної форми. При цьому навчання природничо-математичних дисциплін носить комунікативну спрямованість, здійснюється покроковий моніторинг рівня володіння мовою навчання кожним студентом. Важливе значення має, особливо на першому етапі, полікультурна компетенція викладачів, що О. І. Суригін визначає як знання про соціокультурні особливості студентів-іноземців, які включають особливості освітніх систем та соціалізації, соціально-демографічні особливості, білінгвальні невербальні та кінестичні засоби спілкування, вміння застосовувати ці знання на практиці [16].

Принцип диференційованості у навчанні студентів-іноземців передбачає виявлення рівня їх навченості з кожної дисципліни за допомогою вхідного тестування рідною мовою, або мовою-посередником та розбиття за результатами даного тестування студентів на однорідні групи. Практично втілений у навчальний процес, цей принцип означає не спрощення змісту навчання (для одних студентів – складні завдання, для інших – простіші), а диференційованість допомоги з боку викладача: одним – більше, іншим – менше. Вивчення предметів на етапі підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ України в умовах диференційованого навчання має професійну спрямованість, урахуває особистісні навчальні траєкторії кожного студента, його національно-культурні особливості, специфіку адаптаційного процесу і відбувається в умовах єдиного мовного режиму.

Реалізація принципів моделі реалізації педагогічних умов адаптації студентів-іноземців до вивчення природничо-математичних дисциплін є ефективною при дотриманні певних дидактичних умов, які передбачають організацію навчального процесу з урахуванням індивідуальних можливостей і

здібностей студентів, рівня їх навченості та темпів оволодіння мовою навчання, формування позитивної мотивації на основі особистісної успішності тих, хто навчається, створення ситуації успіху для кожного студента при вивченні теоретичного матеріалу, розв'язуванні задач різних типів та різного ступеня складності, оволодінні предметною мовою на рівні сприйняття, розпізнавання та відтворення.

Принципи і педагогічні умови реалізації процесу адаптації студентів-іноземців до вивчення предметів природничо-математичного циклу на етапі підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ України виконують такі функції:

- визначення мети, змісту і структури академічної адаптації студентів;

- розробка дидактичної системи навчання дисциплінам природничо-математичного циклу в єдності її змістового та процесуального аспектів на теоретичному та прикладному рівнях;

- створення умов для оволодіння студентами у короткотривалій термін нерідною мовою узагальненими способами пізнавальної діяльності, специфічними для кожного навчального предмету професійно спрямованими знаннями, вміннями та навичками;

- взаємозв'язок мовних, дидактичних та адаптаційних задач.

Методика адаптації студентів-іноземців до вивчення природничо-математичних дисциплін на підготовчому відділенні включає цільовий, змістовий та технологічний компоненти і розгортається у послідовності трьох етапів:

- 1) етап вивчення теоретичного матеріалу з використанням методів його розпізнавання нерідною мовою, компресії, пакетування, блочного структурування з опорою на засоби візуалізації, з паралельним засвоєнням термінологічного апарату і предметної лексики, що вимагає розробки відповідного навчально-методичного забезпечення;

- 2) етап виконання практичних завдань і робіт із збільшенням частки самостійної діяльності студентів, орієнтованої на індивідуальні переваги у виборі послідовності розв'язування навчальних задач, з опорою на узгодженість символічно-термінологічного апарату дисципліни та розвиток

комунікативно-мовленнєвих навичок, що вимагає застосування адаптивних технологій;

3) діагностично-корегувальний етап з вхідною діагностикою, покроковим тематичним контролем з використанням інформаційних ресурсів, звичних для студентів-іноземців, підсумковим контролем та корекцією їх предметних та мовних знань та умінь.

Методи навчання природничо-математичних дисциплін на етапі підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ України розглядаються нами і як способи організації навчальної діяльності, і як способи взаємодії викладача і студентів. Усі методи, використані в програмі дослідного навчання, представлені як нерозривна і взаємопов'язана система забезпечення педагогічної взаємодії та співпраці в навчальній роботі і з боку викладача (діяльність викладання) і з боку студентів (діяльність учіння). Ефективність системи методів загалом і кожного методу окремо залежить від того, наскільки вони відповідають конкретній ситуації.

Засвоєння предметів природничо-математичного циклу на етапі підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ України у процесі академічної адаптації є цілеспрямованим, керованим процесом і характеризується такими ознаками як систематичність, організованість, структурність.

Цілеспрямованість зумовлює наявність чітко визначеної мети, оскільки мета визначає всю структуру пізнавальної діяльності з оволодіння програмним матеріалом дисциплін, що вивчаються, і забезпечує взаємозв'язок мовних, предметних, загально-професійних та адаптаційних задач. Ознака систематичності забезпечує накопичення предметних знань мовою навчання та підвищує рівень комунікативної компетентності. Ознака організованості визначає підходи до розв'язання досліджуваної проблеми із забезпечення якості адаптаційного процесу, опосередковує способи і методи навчально-пізнавальної діяльності, дає установку на виконання сукупності дидактичних умов, які мають істотний вплив на досягнення позитивних результатів навчання студентів-іноземців. Ознака структурованості зумовлює взаємозв'язок всіх складових процесу адаптації та передбачає організацію діяльності студентів на якісно новому рівні.

Механізмом, що забезпечує не тільки безперервне науково-обґрунтоване діагностико-прогностичне відстеження діяльності студентів-іноземців, але і сприяє отриманню високого показника адаптованості у вигляді успішності подальшого навчання студентів у вузі, може бути моніторинг освітнього процесу на підготовчому відділенні університету та окремих його складових. Мета педагогічного моніторингу не тільки визначити стан і тенденції освітнього процесу, але і сприяти підвищенню адаптивності студентів-іноземців. Основними показниками моніторингу в системі підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ України є тенденції зміни результатів адаптації студентів-іноземців до вивчення природничо-математичних дисциплін на різних рівнях освітнього процесу. Відстеження цих тенденцій дозволяє організувати науково-обґрунтований педагогічний вплив з метою вдосконалення освітнього процесу на підготовчому відділенні університету.

На етапі підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ України безумовну цінність становить рефлексія, що виступає в якості критичного осмислення особистістю уявлень про себе як про носія і реалізатора інтелектуальних стереотипів. На нашу думку, ретроспективна рефлексія (з боку студентів) – виявлення і відтворення алгоритмів, схем, засобів і процесів, що мали місце в минулому, тобто використання відомих для студента понять і зв'язків – може стати фундаментом для всього освітнього процесу на етапі підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ України. В рамках початково-адаптаційного курсу природничо-математичних дисциплін з метою формування каналу отримання відомостей нерідною мовою реалізується перспективна рефлексія (з боку викладача) – виявлення і коректування напрямів, схем і засобів майбутнього навчання математики у ВНЗ. Досить практичним і надійним інструментом моніторингу адаптації студентів-іноземців до вивчення дисциплін саме природничо-математичного циклу у ВНЗ стає інтроспективна рефлексія (як з боку викладача так і з боку студентів) – контроль, коригування або ускладнення розумових процесів в ході реалізації навчальної діяльності.

Виділені закономірності, принципи, умови, функції,

методи і ознаки, на нашу думку, забезпечують якісне засвоєння навчального матеріалу з природничо-математичних дисциплін на етапі підготовки студентів-іноземців до навчання у ВНЗ України та підвищують рівень їх адаптованості.

Розроблена модель реалізації педагогічних умов адаптації студентів-іноземців до вивчення природничо-математичних дисциплін спрямована не лише на якісне засвоєння знань, але й на розвиток мислення, розвиток здібностей самостійно засвоювати, оцінювати знання і оперувати ними, що стимулює і закріплює усвідомлену зацікавленість студента в отриманні якісної освіти. На основі побудованої моделі розроблена технологія адаптації студентів-іноземців до вивчення дисциплін природничо-математичного циклу у ВНЗ.

Список використаних джерел

1. Арсеньев Д. Г. Социально-психологические и физиологические проблемы адаптации иностранных студентов / Д. Г. Арсеньев, А. В. Зинковский, М. А. Иванова ; М-во образования Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. политехн. ун-т. – СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2003. – 159, [1] с.
2. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерности, основы и методы : учебно-метод. пособие / С. И. Архангельский. – М. : Высшая школа, 1980. – 368 с.
3. Бабанский Ю. К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований: Дидактический аспект / Ю. К. Бабанский. – М. : Педагогика, 1982. – 191 с.
4. Беспалько В. П. Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов : учебно-метод. пособие / В. П. Беспалько, Ю. Г. Татур. – М. : Высшая школа, 1989. – 144 с.
5. Беспалько В. П. Природосообразная педагогика = Nature conformably pedagogy : лекции по нетрадиционной педагогике профессора Беспалько Владимира Павловича, доктора педагогических наук, действительного члена Российской Академии образования / В. П. Беспалько. – М. : Нар. образование, 2008. – 510, [1] с.
6. Бондаревская Е. В. Теория и практика личностно-ориентированного образования / Е. В. Бондаревская. – Ростов-на-Дону : Булат, 2000. – 351 с. – (Педагогика нового времени).

7. Дятленко Н. М. Умови адаптації студентів-першокурсників до навчання у ВНЗ [Електронний ресурс] / Н. М. Дятленко // Збірник наук. праць / Інститут психології і соціальної педагогіки КМПУ імені Б. Д. Грінченка; Московський гуманітарний педагогічний інститут. – К., М., 2009. – Випуск 1. – Режим доступу : http://www.psyh.kiev.ua/Дятленко_Н.М._Умови_адаптації_студентів-першокурсників_до_навчання_у_ВНЗ
8. Краевский В. В. Общие основы педагогики : уч. для студ. высш. пед. уч. зав. / В. В. Краевский. – М. : Академия, 2008. – 256 с.
9. Кузьмина Н. В. Методы системного педагогического исследования / Н. В. Кузьмина. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1980. – 172 с.
10. Маслоу А. Мотивация и личность / Абрахам Маслоу ; [пер. с англ. Т. Гутман, Н. Мухина]. – 3-е изд. – М. [и др.] : Питер, 2014. – 399 с. – (Мастера психологии).
11. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року : Указ, Стратегія № 344/2013 [Електронний ресурс] / Президент України. – К., 25.06.2013. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>
12. Проект Концепції мовної освіти іноземців у вищих навчальних закладах України [Електронний ресурс]. – [2012?]. – Режим доступу : http://civic.kmu.gov.ua/consult_mvс_kmu/consult/old/show_bill/2031
13. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ : монографія / С. А. Раков. – Х. : Факт, 2005. – 360 с.
14. Савченко О. Я. Дидактика початкової школи : підручник для студ. пед. фак. / О. Я. Савченко. – К. : Генеза, 2002. – 367 с.
15. Сериков В. В. Личностно ориентированное образование: феномен, концепция, технологии : монография / В. В. Сериков ; М-во образования Рос. Федерации. Волгогр. гос. пед. ун-т. Ин-т проблем личностно ориентир. образования. – Волгоград : Перемена, 2000. – 147 с.
16. Сурыгин А. И. Основы теории обучения на неродном для учащихся языке / Сурыгин А. И. – СПб. : Златоуст, 2000. –

230 с.

17. Философский словарь / [Адо А. В. и др.]; Под ред. И. Т. Фролова. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Политиздат, 1991. – 559, [1] с.

18. Шахов В. І. Теоретико-методологічні основи базової педагогічної освіти майбутніх учителів : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти / Шахов Володимир Іванович. – Вінниця, 2008. – 526 с.

19. Якиманская И. С. Основы личностно ориентированного образования / И. С. Якиманская. – Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. – 220 с.

20. Carroll J. B. A model of school learning / John B. Carroll // Teachers College Record. – 1963. – Vol. 64. –Number 8. – P. 723-733.

21. Descriptors of Key Competences in the National Qualification Framework [Electronic resource] // Competences of Personal Development. – Access mode : <http://cpd.yolasite.com/key-competences.php>.

22. Kompetencer og Matematikl ring: Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark / Redaktion : Mogens Niss og Tomas H jgaard Jensen. – Uddannelsesstyrelsens temah fteserie nr. 18 – 2002. – K benhavn : Undervisningsministeriet, 2002. – 336 p. – Access mode : <http://pub.uvm.dk/2002/kom/hel.pdf>

23. Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook 1: Cognitive Domain / Editor : Benjamin S. Bloom. – 2nd edition. –New York : Longman, 1984. – 207 p.

2.2. SAGEMATHCLOUD ЯК ЗАСІБ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ТА ІНФОРМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Метою дослідження є визначення особливостей здійснення комп'ютерно-орієнтованого навчання математичних та інформатичних дисциплін у хмаро орієнтованому середовищі SageMathCloud. Задачами дослідження є дослідження дидактичного потенціалу SageMathCloud, вивчення його структури, виокремлення складових SageMathCloud для створення хмаро орієнтованих програмно-методичних комплексів та дистанційних навчальних курсів з математично-інформатичних дисциплін. Об'єктом дослідження є комп'ютерно-орієнтоване навчання математично-інформатичних дисциплін. Предметом дослідження є засоби хмарних технологій навчання математично-інформатичних дисциплін. У роботі наведено характеристику дидактичного потенціалу середовища SageMathCloud щодо здійснення комп'ютерно-орієнтованого навчання природничо-математичних та інформатичних дисциплін із використанням засобів хмарних технологій; перелічено та проілюстровано основні компоненти SageMathCloud, що можуть бути використані при проектуванні хмаро орієнтованого програмно-методичного комплексу та дистанційного навчального курсу. Результати дослідження будуть покладені в основу написання методичних рекомендацій для викладачів природничих, математичних та інформатичних дисциплін щодо проектування хмаро орієнтованих навчально-методичних комплексів та дистанційних навчальних курсів на базі SageMathCloud.

Ключові слова: видавнича система LaTeX, дистанційний навчальний курс, інтерпретатор IPython, система комп'ютерної математики, хмаро орієнтований програмно-методичний комплекс, SageMathCloud.

Одним із найпотужніших засобів хмарних технологій навчання природничо-математичних та інформатичних дисциплін на сьогодні є SageMathCloud – хмаро орієнтований

варіант системи комп'ютерної математики SageMath, розміщений на серверах Google [3].

Окрім інтерактивного вивчення зазначених дисциплін, використання SageMathCloud надає такі можливості:

- створення та редагування навчальних і наукових текстів засобами LaTeX, Markdown або HTML;

- співпраця з іншими користувачами в режимі реального часу;

- організація навчальних курсів: додавання студентів, створення власних проєктів, моніторингу їх розвитку з використанням хмаро орієнтованих навчально-методичних матеріалів;

- додавання власних файлів, опрацювання даних, оприлюднення результатів та ін.

Основна робота у SageMathCloud відбувається у *проєкті* – особистому робочому просторі користувача, в якому зберігаються ресурси різних типів (*.sagews, *.ipynb, *.tex, *.course, *.sage-chat тощо). Кількість незалежних проєктів – нерегламентована. У межах спільного проєкту користувач-власник має можливість запросити інших до співпраці та оприлюднити окремі файли чи папки.

Кожен проєкт виконується на сервері SageMathCloud, де він ділить дисковий простір, центральний процесор та оперативну пам'ять з іншими проєктами. Безкоштовний тарифний план передбачає використання лише тих ресурсів сервера, що у поточний момент є вільними. Крім того, якщо проєкт користувача безкоштовного тарифного плану не використовується упродовж декількох тижнів, він переміщується у вторинне сховище з метою вивільнення ресурсів серверу, і його повторний запуск займе суттєво більше часу, ніж у користувача платного тарифного плану.

Учасники проєкту можуть об'єднати власні обчислювальні та зберігальні ресурси з метою покращення можливостей проєкту в цілому та перерозподілу ресурсів між собою. Організувати спільну роботу з ресурсами проєкту SageMathCloud можна або на рівні окремо взятого ресурсу, зокрема робочого аркушу, або на рівні проєкту в цілому.

Відкриття спільного доступу на рівні окремо взятого ресурсу є нічим іншим, як web-оприлюдненням вмісту ресурсу

у режимі «лише для читання» для всіх користувачів мережі Інтернет, які мають посилання на даний ресурс. Недоліками такого оприлюднення є те, що користувач-«читач» не має можливості управляти обчисленнями на робочому аркуші, навіть якщо автор використав стандартні елементи управління у ньому. Проте, у разі необхідності, оприлюднений робочий аркуш може бути скопійований або завантажений.

Організація спільної роботи на рівні проекту в цілому можлива як без використання ресурсу типу course, так і за його допомогою. Перший спосіб передбачає підключення до проекту учасників, які матимуть можливість спільно працювати з вже існуючими навчальними ресурсами проекту або додавати нові, запрошувати інших учасників, спілкуватись за допомогою текстового та/або відео чатів у рамках спільного проекту. Внесок кожного учасника спільного проекту у вирішення його завдань може бути переглянутий на сторінках історії роботи з проектом або на сторінках його резервних копій [6].

Основними компонентами SageMathCloud для створення *хмаро орієнтованого програмно-методичного комплексу* (рис. 1) з природничо-математичних або інформатичних дисциплін є:

1) *Sage Worksheets* (*.sagews) – робочі аркуші Sage, що надають можливість інтерактивного виконання:

– команд систем комп'ютерної математики (Sage, Axiom, R, Pari, Octave тощо);

– команд мов програмування (C, C#, C++, CoffeeScript, Clojure, Sql, Eiffel, Ecl, Elm, Fortran, Go, Haskell, Java, Julia, JavaScript, Lua, Ocaml, PHP, Perl, Python, Ruby, Scala, Scheme, TypeScript);

– команд мов документування (HTML, Markdown тощо);

2) «блокноти» *IPython* (*.ipynb; з 2016 року – Jupyter Notebook) – синхронізований сеанс мовою програмування Python, який є частиною бібліотеки для наукових та інженерних обчислень SciPy. SageMathCloud надає можливість кільком користувачам взаємодіяти через засоби комунікації у «блокнотах» IPython у синхронному та асинхронному режимах. (Наявність інструменту Besides Sage Worksheets у складі Jupyter Notebooks надає користувачам повний доступ до

класичного Linux-терміналу);

3) документи *LaTeX* (*.tex) з повною підтримкою bibtex, sagetex, beamer тощо.

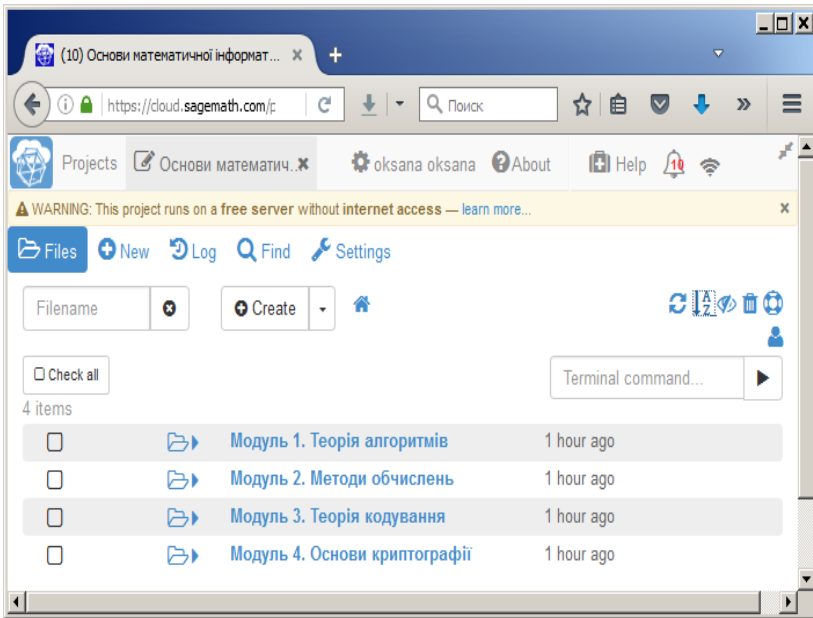


Рис. 1. Сторінка хмаро орієнтованого програмно-методичного комплексу з дисципліни «Математична інформатика» (авт. О. М. Маркова) у SageMathCloud

Оснащеність SageMathCloud *системами реплікації та резервного копіювання* є гарантією надійного збереження комплексу-проекту в цілому та окремих його складових, адже збереження кожного проекту здійснюється в трьох фізично відокремлених центрах опрацювання даних, а повне збереження усіх змінених файлів відбувається кожні 2 хвилини [4].

На основі Sage Worksheets можуть бути створені *навчально-методичні матеріали довідникового змісту*, при цьому в одному ресурсі можливе поєднання теоретичних відомостей і інтерактивних прикладів їх застосування на практиці (рис. 2).

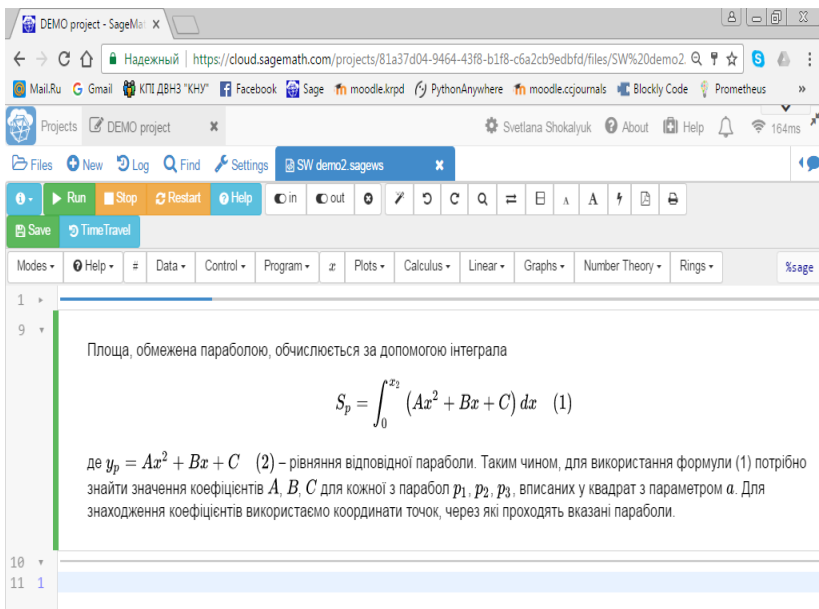


Рис. 2. Фрагмент сторінки інтерактивних навчально-методичних матеріалів довідникового змісту (Sage-аркуш)

За замовчуванням, без додаткових оголошень, на Sage-аркушах можуть бути виконані команди СКМ SageMath. Звернення до команд інших систем комп'ютерної математики можливе після зазначення на початку комірки однієї з так званих «магічних команд» IPython (%axiom, %coffeescript, %cython, %fortran, %gap, %julia, %lisp, %macaulay2, %maxima, %octave, %perl, %python, %r, %scilab, %singular тощо):

```
%r
w <- c(69, 68, 93, 87, 59, 82, 72)
w
plot(w)
```

Окрім навчально-методичних матеріалів довідникового змісту на основі Sage-аркушів можуть бути створені *мари орієнтовані інтерактивні робочі зошити (практикуми тощо)*, призначені для формування й розвитку умінь застосовувати набуті теоретичні знання на практиці (рис. 3).

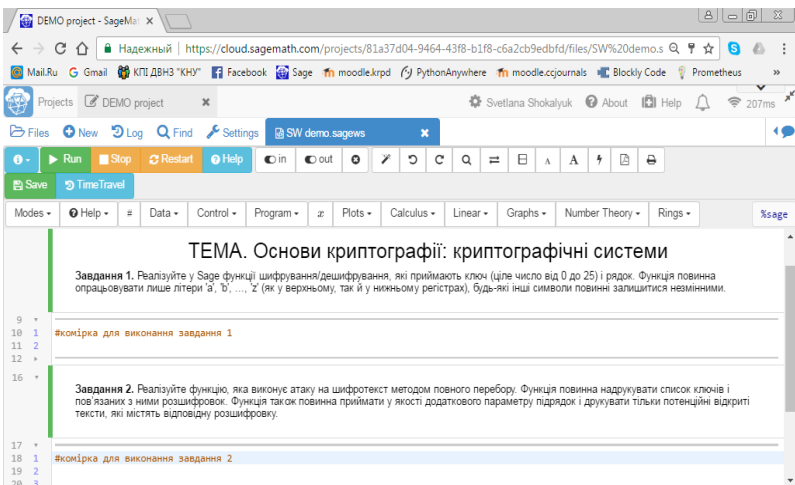


Рис. 3. Фрагмент сторінки хмаро орієнтованого робочого зошиту (Sage-аркуш)

Щодо хмаро орієнтованої підтримки практикумів з інформатичних дисциплін, зокрема програмування, більш зручним і неперевантаженим додатковим математичним інструментарієм буде ресурс *Jupyter блокнот* (рис. 4).

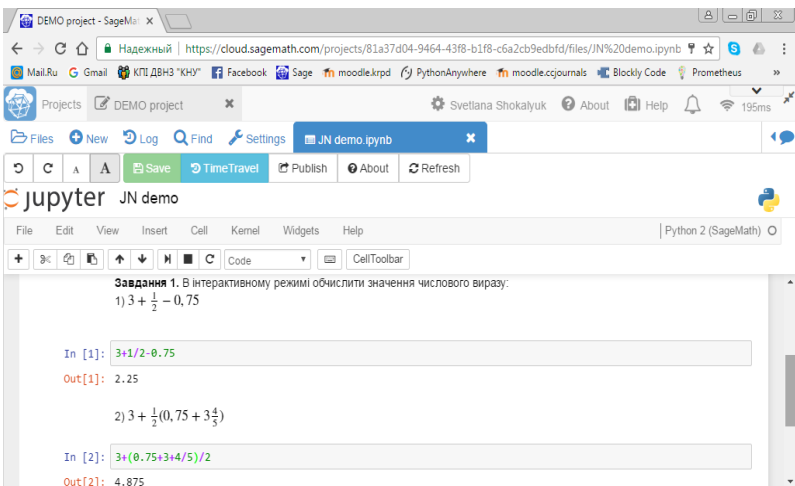


Рис. 4. Фрагмент сторінки хмаро орієнтованого робочого зошиту (Jupyter блокнот)

Підготовка якісних навчально-математичних або науково-математичних текстів (як статичного, так і динамічного змісту) до друку (або зручної роботи із документацією у pdf-форматі) може бути виконана за допомогою інструментарію системи *LaTeX*, як складової SageMathCloud.

LaTeX – потужна видавнича система, що відома надзвичайною стабільністю, здатністю працювати на багатьох комп’ютерних платформах і операційних системах, а також практично повною відсутністю помилок. Номер версії *LaTeX* збігається до числа π і зараз дорівнює 3.14159 [2].

Для розробки україномовних математичних текстів у *LaTeX* необхідно підключити модулі для підтримки українського правопису та кодування Unicode. Наприклад (рис. 5):

```
%описова частина документа - преамбула
\documentclass[a5paper,10pt]{article}
\usepackage[ukrainian]{babel}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage{sagetex}
\title{Навчально-методичний посібник
\\ "SageMathCloud у навчанні природничо-математичних
та інформатичних дисциплін"}
\author{С.В. Шокалюк, О.М. Маркова,
С.О. Семеріков\\
Спільна лабораторія з питань використання хмарних
технологій в освіті}
\date{2017}
%тіло документа
\begin{document}
\maketitle
\end{document}
```

Можливість підготовки математичних текстів динамічного змісту (із результатами обчислень) надають вбудовані у *tex*-документ команди спеціалізованого пакету для системи *LaTeX* – SageTeX [5].

Для початку використання SageTeX слід вказати `\usepackage{sagetex}` в описовій частині *tex*-документа. Для вставки результатів виконання Sage-команд у *tex*-документ застосовується команда `\sage{<код Sage>}`, де <код

Sage> – будь-який код мовою Sage. Наприклад, виконання команди `\sage{matrix([[1,2], [3,4]])^2}` призведе до появи у тексті її результату мовою LaTeX:

```
\left(\begin{array}{rr}
7 & 10 \\
15 & 22
\end{array}\right)
```

У команді `\sage` також можуть бути використані посилання на змінні Sage, визначені раніше у поточному документі.

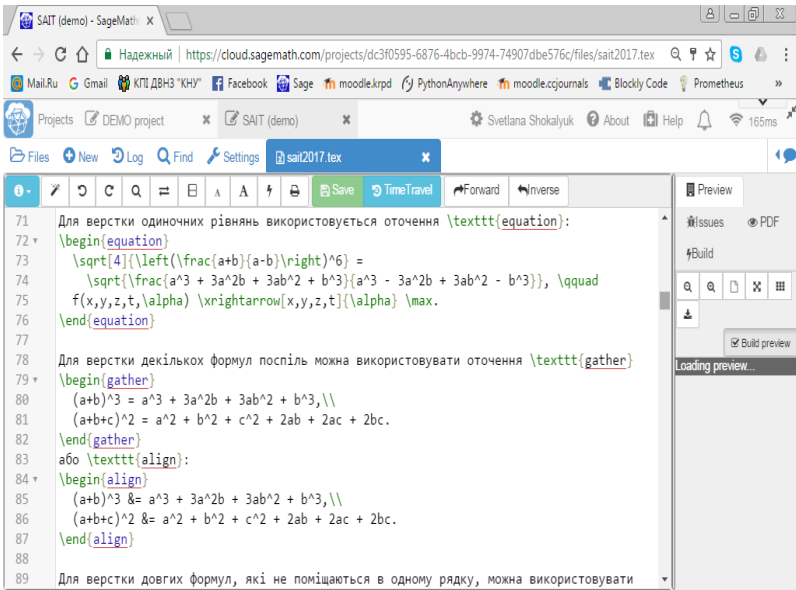


Рис. 5. Фрагмент сторінки із макетом друкованого посібника математичного змісту (tex-документ)

Графічні побудови виконуються за допомогою команди `\sageplot[<опції LaTeX>][<формат>]{<графічні об'єкти>, <ключові аргументи>}`, де:

<опції LaTeX> – будь-який текст, що передається у необов'язкові аргументи, вказані в квадратних дужках, команди `\includegraphics`. Якщо не вказано, буде

використовуватися `\width=.75\textwidth`;

<формат> – вказує розширення графічного файлу, у якому Sage намагатиметься зберегти рисунок. Якщо не вказано, буде збережено у форматі EPS або PDF;

<графічні об'єкти> – відповідні графічні команди мовою Sage;

<ключові аргументи> – будь-які параметри виконання попередніх.

Наприклад, команда `\sageplot[angle=30, width=5cm]{plot(sin(x), 0, pi), axes=False}` призведе до появи у тексті її результату – зображення частини синусоїди, нахиленої під кутом 30° .

Якщо у команді була помилка, замість результату її виконання Sage вставляє два знаки питання.

Для тривимірної графіки зазначення формату вихідного графічного файлу є обов'язковим:

```
\sage{var("x y")}
\sageplot[][png]{plot3d(sin(x+y), [x, 0, pi], \
[y, -pi, 0]), axes=False}
```

Останній приклад можна було б оформити у вигляді фрагменту мовою Sage як блок за допомогою команд `\begin{sageblock}` та `\end{sageblock}`. Наприклад, можна визначити блок:

```
\begin{sageblock}
var('x')
f(x) = sin(x) - 1
g(x) = log(x)
h(x) = diff(f(x) * g(x), x)
\end{sageblock}
```

Після цього у тексті можна звертатись до описаних у ньому функцій та змінних. Наприклад, «Маємо $h(2) = \sage{h(2)}$, де h є похідною добутку f та g ». Виклик `\sage` буде коректно замінений на $\sin(1) - 1$.

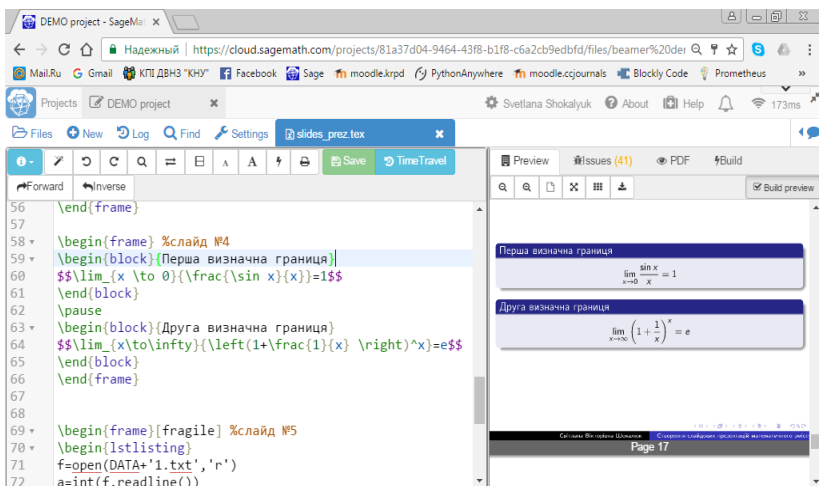


Рис. 6. Фрагмент сторінки із макетом слайдової презентації математичного змісту (tex-документ)

У LaTeX-редакторі на основі шаблону beamer – `\documentclass{beamer}` – можуть бути створені якісні *слайдові презентації математичного змісту* (рис. 6).

Налаштування дизайну презентації (стиль та схема) визначається за допомогою команд `\usetheme{назва_стилю_оформлення}` та `\useoutertheme{назва_кольорової_схеми_презентації}`.

Слайди презентації додаються у документ за допомогою команд-оточення frame:

```

\begin{document}
%додавання титульного слайду презентації
\begin{frame}
  \titlepage
\end{frame}
%додавання нового слайду
\begin{frame}
  %вміст змістового слайду №1
\end{frame}
%додавання нового слайду
\begin{frame}
  %вміст змістового слайду №2

```

```
\end{frame}  
\end{document}
```

Слайд без «шапки» й «підвалу» створюється із зазначенням додаткового параметра `plain`:

```
\begin{frame}[plain]  
  %вміст слайду без «шапки» й «підвалу»  
\end{frame}
```

Для додавання слайду, що містить лістинг програмного коду необхідно додатково підключити пакет `listings` (`\usepackage{listings}` в преамбулі документа), а сам фрагмент програмного коду на слайді розмістити в тілі команди `lstlisting`:

```
\begin{frame}[fragile]  
\begin{lstlisting}  
f=open(DATA+'1.txt','r')  
a=int(f.readline())  
b=int(f.readline())  
print "(%d,%d)"%(a,b)  
while a<>b:  
  if a>b:  
    a=a-b  
  else:  
    b=b-a  
  print "(%d,%d)"%(a,b)  
f.close()  
\end{lstlisting}  
\end{frame}
```

Для виділення важливої частини тексту на слайді призначені команди-оточення `block`, `alertblock` та `exampleblock`:

```
\begin{block}{заголовок синього блоку}  
  %вміст синього блоку  
\end{block}  
\begin{alertblock}{заголовок червоного блоку}  
  %вміст червоного блоку  
\end{alertblock}  
\begin{exampleblock}{заголовок зеленого блоку}  
  %вміст зеленого блоку
```

```
\end{exampleblock}
```

Люзія анімації об'єктів на слайді та переходів між слайдами може бути створена за допомогою команди `\pause`:

```
\begin{frame} %слайд №4
\begin{block}{Перша визначна границя}

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$$

\end{block}
\pause
\begin{block}{Друга визначна границя}

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = e$$

\end{block}
\end{frame}
```

Приклад LaTeX-коду з проектуванням анімації елементів списку на слайді:

```
\begin{frame} %слайд
\begin{block}{Стили презентації}
\begin{itemize}
\item<1-> CambridgeUS
\item<2-> Hannover
\item<3-> Madrid
\item<4-> Warsaw
\item<5-> інші
\end{itemize}
\end{block}
\end{frame}
```

Додавання інших об'єктів на слайд – таблиць, формул, графічних зображень тощо – здійснюється звичним чином.

Отже, хмаро орієнтований програмно-методичний комплекс, створений у SageMathCloud як структурований набір Sage-аркушів, Jupyter блокнотів та/або tex-документів (макетів друкованих та презентаційних навчально-методичних матеріалів математичного змісту) є основою комп'ютерно-орієнтованого навчання природничо-математичних та інформатичних дисциплін у форматі електронного навчального курсу, в якому управління та контроль навчанням здійснюється опосередковано. Повноцінне дистанційне навчання у

SageMathCloud може бути організоване за допомогою менеджера курсів (Manage a Course), в якому структуровані (розподілені за папками) складові хмаро орієнтованого програмно-методичного комплексу є його визначальними змістовими елементами [6].

Список використаних джерел

1. Knuth D. E. *Literate Programming* / Donald E. Knuth. – Stanford : Center for the Study of Language and Information, 1992. – XVI+368 p. – (CSLI Lecture Notes, no. 27.)
2. Oetiker T. Не надто короткий вступ до LATEX2ε або LATEX 2ε за 130 хвилин / Tobias Oetiker, Hubert Partl, Irene Huna, Elisabeth Schlegl ; пер. Максим Поляков. – Version 4.12. – 5 травня 2003. – 144 с. – Режим доступу : <http://texdoc.net/texmf-dist/doc/latex/lshort-ukr/lshort-ukr.pdf>
3. SageMathCloud [Electronic resource] / SageMathCloud by SageMath, Inc. – 2016. – Access mode : <https://cloud.sagemath.com/>
4. Stein W. What can SageMathCloud (SMC) do? [Electronic resource] / William Stein // Sage: open source mathematics software This is my blog about things related to sage. – may 1, 2014. – Access mode : <http://sagemath.blogspot.com/2014/05/what-can-sagemathcloud-smc-do.html>.
5. Использование SageTeX [Электронный ресурс] // Учебное пособие Sage v4.3.4 / The Sage Development Team. – 2005-2010. – Режим доступа : <http://freetonik.com/sage/tutorial/sagetex.html>
6. Попель М. В. Організація навчання математичних дисциплін у SageMathCloud: навчальний посібник / М. В. Попель. – 2-ге вид., виправлене // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. – Кривий Ріг : Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2016. – Том XIV. – Випуск 1 (38) : спецвипуск «Навчальний посібник у журналі». – 111 с.

2.3. ТЕОРІЯ СУЧАСНОГО ПРИРОДНИЧОГО КРЕАТИВНОГО НАВЧАННЯ: ПАРАДИГМА, ТЕХНОЛОГІЯ, ТЕХНІКА

Анотація. В статті зроблена спроба теоретичного визначення та обґрунтування сучасного профільного креативного навчання в середній школі, що може слугувати модернізації соціально-економічному розвитку освіти України.

ВСТУП

Теорія є наслідком багаторічного педагогічного пошуку (1973 – 2017 рр), в якому прийняли участь вчителі хімії, керівники навчальних закладів та їх учні багатьох міст України. В процесі апробації і впровадження технології, як педагогічної системи, підтверджено правильність вибраних автором теоретичних засад профільного навчання старшокласників хімії, що сприяє розвитку їх креативності, успішності навчання та суттєвим змінам у духовності.

Великий відсоток учнів автора вибрали хімію, як свою професію і успішно працюють в галузі науки, педагогіки, гірничорудної промисловості, металургії, медицини, фармації, агрономії тощо у вітчизняних установах та за кордоном. Особливо показово, що учні ще в шкільні роки були авторами винаходів, а на сьогодні це відомі науковці.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗАСАД ПРОФІЛЬНОГО НАВЧАННЯ

1.1. Освіта суспільства сталого розвитку України

Проблеми розвитку людської цивілізації завжди були актуальними, бо ж на планеті лише в деякі короткі історичні періоди воно не воювало. Такий жорсткий хід історичного розвитку завжди хвилював прогресивних вчених-гуманістів, політологів, державних діячів тощо. Не дивлячись на їх зусилля з початку ХХ ст. людське суспільство сформувалося як таке, що вирішує невідкладні гострі проблеми свого виживання та збереження. Особливо, помітний внесок у вирішення глобальних проблем розвитку людської цивілізації зробив в видатний український вчений-геохімік В.Вернадський. Він вперше сформулював поняття про ноосферу – оболонку земної

кулі, де відбувається взаємодія природи і людського суспільства [6]. Виходячи саме з цього поняття, за участю міжнародної спільноти, поступово формувалася стратегія сталого розвитку цивілізації. Так у 1972 р. була прийнята перша стокгольмська Декларація, а на засіданнях Римського клубу сформульовані ідеї переходу від розуміння сутності проблеми навколишнього середовища до стану «глобальної рівноваги» на планеті. В 90 роках ХХ ст., як продовження пошуків вирішення проблем розвитку цивілізації глобального масштабу на засіданнях Міжнародної комісії з питань екології та розвитку ООН було визнано, що «нагальною потребою ХХІ ст. є формування такого способу життя, який склав би основу довготривалого ощадливого розвитку людства». Виходячи з цих міркувань, в 1987 році прем'єр-міністр Норвегії Гру Харлем Брундланд висловив принципово новий погляд на стратегію життя людства, що на його переконання, має бути *сталим розвитком, який би задовольняв не тільки потреби сучасності, але й не ставив під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби*. Хоча поняття сталого розвитку вперше згадувалося в 1978 р. ще в роботах Томаса Мальтуса. Дещо пізніше, в 1992 році, відбулася конференція ООН з проблем навколишнього середовища в Ріо-де-Жанейро на якій поглибилося розуміння стратегії сталого розвитку. З наступним десятиліттям проблеми життя людської цивілізації не тільки пом'якшувалися, а навпаки, загострювалися і тому в 2002 р. в Йоганнесбурзі відбувся Всесвітній саміт з питань сталого розвитку [25].

Україна, як активний учасник всіх світових процесів, приділяє багато уваги проблемам розвитку людської цивілізації. Саме тому, на початку 90 років ХХ ст. Верховною Радою схвалена Концепція сталого розвитку України, а в 2005 році вона серед багатьох країн світу підписала «Стратегію освіти для сталого розвитку». Саме цим українське суспільство підтверджує розуміння вирішального значення освіти у глобальних процесах, як галузі, на яку покладаються особливі надії, адже саме вона формує людину як особистість і головний рушій майбутніх суспільних змін. Трактуючи поняття сталого розвитку, О.Пометун вказує на його *вектор*: « *необхідно досягнути гармонії між людьми і суспільством та природою*».

Поглиблюючи це твердження вчених наголошує, що «...в майбутньому має сформуватися соціоприродна система, здатна розв'язувати сукупність протиріч, що проявляються в наш час...» Крім того, автором чітко визначаються всі ті протиріччя, що реально існують і створюють загрозу людству. Серед них визначенні домінуючі *протиріччя: природи і суспільства, багатих і бідних, теперішніх і майбутніх поколінь людей, розвинутих і тих, що ще розвиваються, сформованих і розумних потреб* [15, с. 27].

Таким чином, спільними зусиллями міжнародної спільноти, починаючи з початку ХХ ст., *сформульоване нове бачення стратегії сталого розвитку*, що викликає обов'язкову відповідальність теперішніх поколінь людей і їх творче ставлення до життя та надію людської цивілізації на майбутнє. Нині, коли за декілька хвилин можна «скачати» будь-яку інформацію з Інтернету, ринкова її вартість знизилася. Тому закономірно, що вітчизняні прогресивні науковці, політики, освітяни тощо, розуміючи особливості сучасного глобального та й вітчизняного суспільно-економічного стану, постійно акцентують увагу на необхідності розбудови нової освіти молоді, що плекає креативну особистість здатну «бачити» будь-які проблеми і їх вирішувати. Доречно згадати вислів видатного психолога-гуманіста ХХ ст. Карла Роджерса, який часто стверджував: *«Якщо в сучасному світі ми не матимемо людей, які конструктивно реагують на найменші зміни в загальному розвитку, то ми можемо загинути, і це буде та ціна, яку ми заплатимо за відсутність креативності»* [11, с. 88].

1.2. Креативна особистість – мета сучасного навчання

В українській науці поняття «креативності» стало застосовуватися на початку 90-х ХХ ст., хоча уперше у психологію увів його американський психолог Дж.Сімпсон ще у 1922 році [18]. Пізніше проблемі креативності були присвячені численні публікації багатьох інших зарубіжних вчених. В дослідженні даної проблеми відомі роботи зарубіжних і вітчизняних вчених Г.Альдера, А.Алейнікова, Дж.Гілфорда, Д.Богоявленської, І.Зязюна, В.Кременя, Н.Лейтеса, А.Матюшкіна, В.Моляко, В.Рибалки,

Н.Рождественської, А.Савенкова, Б.Теплова, В.Хуторського, Н.Шумакової та інших. Адже у переході людської цивілізації на засади гуманістичної креативно-педагогічної парадигми здійснюється повернення кожного індивіда до природної творчої діяльності як співтворчості дорослого і дитини, вчителя й учня, викладача і студента, наукового керівника і пошукача, адміністратора і виконавця. У надрах такого універсального способу «креативного» буття може здійснюватися оцінка інноваційного досвіду і людство входить до епохи творчості, яка буде наповнювати всі галузі його життєдіяльності.

Виходячи із розуміння актуальності стратегії сталого розвитку, очевидно, що *найбільш важливим є посилення розвитку науки та освіти*, які можуть суттєво сприяти підвищенню готовності людства діяти ефективно. У зв'язку з цим, на порядку денному розробка та впровадження педагогічних технологій навчання старшокласників, що відповідають викликам суспільства сталого розвитку. Теоретичний аналіз стану вітчизняної освіти показує, що вона в більшій мірі відповідає засадам пізнавальної парадигми навчання ХХ ст., що легко підтвердити існуючою системою незалежного оцінювання предметних знань, вмінь, навичок випускників середніх шкіл. Адже вона, як це підкреслюється у роботах О. Пометун, практично передбачає визначення стану знань, вмінь та навичок, а не розвиток випускника, що не відповідає принципу: «стратегія сталого розвитку суспільства – це створення умов розвитку у навчанні та вихованні підростаючого покоління» [15]. І це тоді, коли на сьогодні протиріччя в житті людської цивілізації загострилися до такого ступеня, що вкрай актуальним є радикальна і термінова зміна способу життя людини та й всього суспільного життя в країнах світу. З цієї причини актуальним є зміна парадигми шкільної освіти і створення підвалин майбутнього гуманістичного суспільства сталого розвитку. Традиційні виховні епізодичні бесіди чи екскурсії для учнів з проблем сучасного життя не повинні замінити активні форми педагогічної діяльності з молоддю. Надзвичайно важливо розробляти та застосовувати педагогічні технології, що спонукають старшокласників до активної, різноманітної за змістом, методами та формами

творчої діяльності. Саме такі технології можуть бути ефективними перешкодами у формуванні бездіяльного споживача, що лише очікує всілякої уваги держави, суспільства, сім'ї тощо та безапеляційно критикує поточне життя.

Отож, актуальним є впровадження в середній освіті педагогічних технологій, що практично забезпечують системне включення старшокласників в повсякденну, активну, різноманітну і обов'язково творчу продуктивну навчальну діяльність на уроці, як головної дієвої особи. Та й не тільки, бо втілення ідей нової освіти вимагає зміни, в першу чергу, філософських та й психологічних засад.

1.3. Інтеграція освіти, науки і техніки – тенденція їх сучасного розвитку

У зв'язку із необхідністю модернізації сучасної освіти традиційно відбувається міжгалузева інтеграція вищої школи, науки і техніки. З цієї причини ще з середини ХХ ст. виникла гостра необхідність підвищення рівня готовності випускників середньої школи до «наукових» умов вищої освіти, а в майбутньому і до виробничих в галузі промисловості. Гострота проблеми зберігається і на сьогодні, оскільки щоденно підтверджується неготовність основного загалу студентів перших курсів до виконання різного роду самостійних наукових робіт та розробки науково-технічних проєктів: поточних, курсових, дипломних тощо.

Саме тому, виникає необхідність зміни когнітивної парадигми шкільної освіти на креативно-педагогічну, що в першу чергу, може ефективно сприяти підвищенню рівня наукової та науково-технічної підготовки випускників середньої школи та й самих вчителів. Тому особливо актуальні розробки таких педагогічних технологій урочного навчання старшокласників, що сприяють формуванню особистості випускника з початковим науковим чи науково-технічним мисленням та високим рівнем інтелектуального і креативного розвитку. Тим більше, що вже сьогодні практика підтверджує актуальність такої інтеграції більш високим рівнем підготовки випускників класів профільного навчання [20]. Вони відрізняються достатньо високим рівнем фондом не тільки

предметних знань, а й знань теорії наукових досліджень, теорії вирішення винахідницьких задач, вмінь, навичок дослідницької та проектно-конструкторської роботи.

Отож, утілення *принципу інтеграції освіти, науки і техніки* є найбільш важливою особливістю технології профільного креативного навчання старшокласників. Вона полягає, не тільки у втіленні методології і практичного досвіду науки, а й застосування комп'ютерної техніки та ІКТ. Адже на сьогодні це вже не бажано, а навіть і обов'язково так, як це характерна ознака нашого інформаційного суспільства [19].

Виходячи з цього, прийняття принципу інформатизації у модернізації технології профільного креативного навчання старшокласників, як одного із найбільш важливих, автором здійснена спроба передбачати насичення ІКТ весь навчально-виховний процесу, в такій мірі, щоб воно мало лише позитивне педагогічне значення і не шкодило здоров'ю всіх його учасників. З цією метою здійснено дослідження робіт відомих в Україні фахівців В.Бикова, А.Верланя, П.Воробієнка, М.Жалдака, О.Закусола, В.Мадзігона, М.Згуровського, М.Скиби, В.Соловійова та інших.

В результаті досліджень, вище названих вітчизняних вчених-фахівців з інформаційних технологій, нами сформульовані основні заходи щодо сутності інформатизації профільного креативного навчання, які дають можливість вилучати гуманітарний потенціал природничих предметів. Оскільки інформатизація об'єктивно не може бути перешкодою формування у старшокласників наукового світогляду, розвитку креативного мислення, суспільної свідомості і творчого ставлення до навколишнього світу.

Виходячи з вище означеного, інформатизація, як форма організації і засіб профільного креативного навчання надаю унікальну можливість своєрідного діалогу в системі : «старшокласник – учитель – комп'ютер», в якій перший – дослідник, винахідник, другий – фасилітатор, а останній – носій необмеженої інформації. Органічне поєднання зусиль всіх суб'єктів системи створює унікальні умови навчання, яких ніколи до сих пір не було в історії педагогіки. У зв'язку з актуальністю і доцільністю створення інформаційно-технологічного середовища у профільному креативному

навчанні старшокласників необхідно вирішувати завдання, що сформульовані В.Мадзігоном для розвитку середньої школи: здійснювати технічне оновлення навчального процесу комп'ютерними системами; залучати до оволодіння сучасними комп'ютерними програмами навчання; заохочувати для спілкування в мережі і пошуку інформації [13].

У профільному креативному навчанні, як вже підкреслювалося, особливе значення приділяється вирішенню проблеми органічного вирішення завдань надбання старшокласниками предметних знань з одночасним розвитком та їх вихованням. При використанні доцільності використання ІКТ М.Жалдак, посилаючись на В.Тюхтіна визначає такі педагогічні умови: «реалізація проблемної ситуації чи постановка задачі; самостійне вироблення критеріїв добору потрібних операцій, що приводять до розвитку; генерація здогадок та гіпотез у процесі пошуку основної ідеї щодо способів відшукування розв'язку (наукова, художня, технічна фантазія, що не зводиться до комбінаторики та генерації випадкових станів); матеріальна інтерпретація формального розв'язку тощо» [9].

Оскільки, можливості використання ІКТ в повній мірі відповідають вимогам наукового та й науково-технічного пошуку, що закладено в технології профільного креативного навчання старшокласників. Така обставина створює можливість визначати завдання їх застосування на тих чи інших типах і видах уроків і тим самим підвищувати їх ефективність та всієї технології.

Таким чином, втілення принципу інформатизації в технології профільного креативного навчання надає можливість не тільки зміни способу включення старшокласників у навчальний процес, а й підвищення і урізноманітнення його розвивального потенціалу, що відповідає сучасним завданням модернізації освіти. Очевидно, що створення у «навчальних закладах і в цілому у всій країні загалом, комп'ютерно орієнтованого навчального середовища шляхом формування інтегрованих загальнонаціональних електронних ресурсів, упровадження новітніх відкритих навчальних систем і відповідних педагогічних технологій», що органічно поєднуються є невідкладним і вкрай важливим

завданням державної ваги.

Означенні вище радикальні зміни в освіті, що спонукала інформатизація спонукають до переосмислювання філософії і психології, дидактики і методики навчання, що повинні забезпечити педагогіку від стихійної руйнації і сприяти її розвитку.

1.4. Філософсько-психологічні засади профільного креативного навчання

У філософському визначенні місця старшокласника в системі профільного креативного навчання базовими ідеями технології є позиція В.Андрущенка, М.Горлача, І.Зязюна В.Кременя, І.Надольного та інших: «людина, не просто річ серед речей, а суб'єкт, здатний до зміни світу в самому собі», «здається, людина не втілює таїну, хоч кожний виділяє її з решти світу»; «дійсно ж, таїна людини існує»; «людина не може бути поняттям» [8]. Усвідомлення і сприймання кожного учня, як таїни, його прав на свободу творчої діяльності, автономність є початком його сходження та й самого вчителя до вершини самореалізації. Виходячи з вище означеного, головним у педагогічній технології креативного навчання є старшокласник, як унікальна складна цілісна система, що філософськи трактується не щось назавжди задане, а відкрите до змін і тому учень не може бути предметом маніпуляції навіть вчителя.

У пошуках психологічних засад технології профільного креативного навчання старшокласників особливий інтерес викликають роботи вітчизняних та зарубіжних психологів А.Алейнікова, А.Алексюка, Г.Альдера, Дж.Гілфорда, Н.Лейтеса, С.Максименка, О.Матюшкіна, В.Моляко, О.Орлова, Дж.Рензуллі, В.Рибалки, К.Роджерса, О.Савенкова, С.Сисоєвої, Б.Теплова, О.Хуторського, М.Чіксентміхайя та інших . Вони дослідженню проблем розвитку творчих здібностей, творчих мотивів, обдарованості та креативності, як важливої психогенетичної якості життєдіяльності людини. Педагогічна цінність і доцільність такого навчання на уроці визначається тим, що саме вона створює умови реалізації в педагогічній практиці принцип розвитку видатного українського психолога і організатора вітчизняної науки Г.Костюка, який є центральним

у розумінні природи психічного становлення особистості [11]. Відповідно даного принципу старшокласник має інтенсивно розвиватися у навчанні і закладати основи власної креативної свідомості, що зумовить його життєву самодостатність і потребу діяти для сталого розвитку суспільства, природи та й самого себе особисто. Всім своїм устроєм життєдіяльності навчального закладу шкільну та студентську молодь слід включати в принципово нову креативну освіту, в якій вони головні дійові особи, що системно формуються у самодостатні креативні особистості. Саме така креативна освіта виховання особистостей, готових до умов повсякденного життя потрібна для сталого розвитку суспільства, що вимагає гнучкого, швидкого, оригінального, асоціативного, критичного мислення та його ретельності у практичному втіленні творчого задуму. У зв'язку цим, слід наголосити на необхідності невідкладної реформи існуючої вітчизняної освіти і її відмови від засад пізнавальної парадигми, що методологічно недостатньо орієнтує педагога на формування особистості, як мету навчання школярів, а тим більше креативну, якій притаманна виражена здатність до творчості.

Отож, нині в умовах розбудови українського ринкової економіки, актуальним є впровадження креативної освіти старшокласників середньої школи з її розвиваючим навчанням та вихованням. В таких умовах креативного навчання молода людина може не тільки усвідомлювати необхідність власного особистісного розвитку у всіх можливих аспектах, а й надбати такий рівень креативності, що визначає її самодостатність. Адже тільки завдяки їй молода людина може сформуватися конкурентоздатною особистістю. Безперечно, що не менше значення має розвиток у підростаючого покоління соціальної активності, духовності, інтелекту, фізичного здоров'я тощо. Органічне поєднання, означених особливостей креативності особистості випускника середньої школи і студента є запорукою відповідності його готовності і успішності життя та майбутньої професійної діяльності в умовах суспільства сталого розвитку.

Від початку введення поняття «креативність» психологами виникла проблема взаємозв'язку інтелекту і креативності. Як указує Є.Льїн, розмежовують три основних підходи розуміння

їх взаємозв'язку: креативність є самостійним чинником, що не залежить від інтелекту; високий рівень розвитку кожного з цих чинників зумовлює високий рівень іншого; креативності як такої не існує [11].

Аналізуючи перше твердження, можна уважати, що між двома факторами існує незначна кореляція. Найбільш прийнятною у поясненні даної залежності є «теорія інтелектуального порогу» Е.Торренса, яка обґрунтовує, що у разі якщо IQ вище 120, креативність є незалежною величиною. Тому логічно зробити висновок, що немає креативів із низьким інтелектом, але можуть бути інтелектуали з низькою креативністю, тим більше, що така залежність підтверджена експериментально Д.Перкінсом. Залежність між інтелектом і рівнем успішності не доведено, оскільки її визначають особистісні цінності і риси характеру. Очевидно, не слід недооцінювати і значення емоцій, які лежать в основі поведінки і будь-якої діяльності людини, в тому числі і власного самотворення як креативної особистості. Доречно нагадати, що американський психолог Г.Альдер увів поняття «коефіцієнта креативності» – CQ (сі-кью) за аналогією з EQ (і-кью) – коефіцієнтом емоційного інтелекту та з айзенківським коефіцієнтом інтелектуальності. Показник CQ слід розуміти як міру головних складників (інтелектуальної й емоційної) творчого розуму – креативності [1].

Отже, креативність людини існує і «народжується» у синергетичному механізмі взаємодії інтелекту й емоцій, що повною мірою зумовлюється природою людини. Без кожного з цих складників вона неможлива, а в разі їх слабкого розвитку креативність буде, відповідно – низькою. Розглядаючи вплив інтелекту на креативність, необхідно розуміти перше як необхідну, але недостатню умову наявності другої, оскільки в детермінації творчої поведінки велику роль відіграють потреби, мотивація, цінності й особистісні риси людини. Тому не викликає сумніву, що інтелект є основою креативності, як самостійного чинника, і вона зароджується у його надрах та є залежною від індивідуально-психологічних особливостей особистості. Заслуговують на увагу й дослідження Ф.Баррона і Д.Харрінгтона, які щодо розуміння креативності зробили узагальнення її досліджень зарубіжними психологами

впродовж десятиліття (1970-1980р.р.). За їх визначенням креативність, як здатність адаптивно реагувати на потребу нових підходів і продуктів і породжувати незвичні ідеї, надає можливості, розв'язуючи ті чи інші життєві проблеми домагатися: створення нового творчого продукту багато в чому залежить від особистості творця і сили його внутрішньої мотивації; особливостями творчого процесу, продукту, особистості є їхня оригінальність, валідність, адекватність задачі і придатність; креативні продукти можуть бути надзвичайно різноманітними за природою: новий розв'язок проблеми, відкриття процесу, створення нового продукту, нової системи нововведення, новизни, інновації тощо [11].

У поглибленні розуміння сутності креативності багато зусиль докладають і українські вчені. Так, Л.Петришин вказує, що креативність може бути двох видів: продуктивна й експресивна. Перша виявляється у властивості особистості створювати нові рішення, друга – народженні нових оригінальних ідей. Наявні різні підходи до бачення поняття «креативність», однак є найбільш типові характеристики креативності: наявність інтелектуальної творчої ініціативи, своєрідна відкритість досвіду, чутливість до нового, вміння бачити і ставити проблеми, долати стандарти і стереотипи в мисленні й поведінці» [14,с.185].

Отож, вимальовується загальна картина розуміння креативності у психології, як сукупності розумових та особистісних властивостей. А у філософії креативність визначається, як категорія актуалізації особистості творця, синергетичний процес, результат творення суб'єктивно й об'єктивно нового продукту, а у професійній педагогіці й методиці вона розглядається як здатність творчості. Креативність людини, як творчий потенціал виявляється у мисленні, почуттях і спілкуванні, який зумовлює її готовність створювати оригінальні продукти діяльності, що мають наукову, соціальну, матеріальну та культурну цінність. Тому обґрунтовуючи вибір психолого-педагогічних засад сучасного навчання в середній школі, особливо важливо звернутися до здобутків американського психолога К.Роджерса, який стверджує, що творчість – це саме життя і сприйняття світу є творчий акт. Погоджуючись із цим визначенням, слід розуміти

творчість і розвиток як процеси, що діалектично пов'язані між собою. Перше – це причина, а друге – наслідок.

Саме тому, у розробленні педагогічної технології профільного креативного навчання старшокласників, безумовно, будемо намагатися якомога більше наблизитися його до життя, створюючи умови системної творчої діяльності, щоб воно зумовлювало розвиток *креативності* – зіркості у пошуці проблем, здатності їх формулювання, генерування оригінальних ідей та розроблення способів їх розв'язання і практичного упродження тощо.

1.5. Креативне навчання – це реальна гуманізація освіти

У розбудові України як самостійної держави природно виникла проблема визначення сутності нової освіти. Суспільство вимагає принципової філософсько-ідеологічної переорієнтації освіти на засади гуманістичної психології і педагогіки. У центрі уваги науковців – унікальна цілісна особистість, відкрита до сприймання нового досвіду і здатна на свідомий вибір і творчий пошук у різноманітних життєвих та виробничих умовах і ситуаціях. Переконавання гуманістів – відповідь світової науки на виклики сучасного суспільства, яке вимагає розвитку та виявлення творчого потенціалу кожної окремої людини. З огляду на наведені аргументи гуманістична педагогіка спонукає до визнання актуальності розвитку індивідуальних учнівських потреб, мотивів, задатків, нахилів тощо як засобу життєвої та професійної самореалізації. У зв'язку з тим, що впровадження широко відомих педагогічних систем, що ґрунтуються на засадах пізнавальної та й раціональної парадигми не відповідає суспільним запитам у гуманізації освіти. З цієї причини на сьогодні виникла гостра необхідність посилювати увагу до педагогічних систем, що визначають учня головною дієвою особою і створюють умови оволодінню ним не тільки знаннями навчального предмету, а й креативного розвитку.

За авторською технологією креативне навчання природничих предметів – це дослідницько-винахідницька діяльність, як складова загальної організації навчально-виховного процесу вивчення будь-якого навчального предмета, що суттєво змінює його на творчий і забезпечує розвиток

креативності старшокласників з одночасним надбання ними навчальної компетентності та високого рівня вихованості [16, 17, 18]. Вітчизняними зарубіжними психологами та дидактами зроблені визначення та обґрунтовано уведення в освітню практику інші похідні поняття від «креативності»: «креативна особистість», «креативне середовище», «креативний продукт», «креативний процес» [11]. Вони на сучасному етапі розвитку психолого-педагогічної думки мають широко застосовуватися не тільки науковцями, керівниками навчальних закладів і освіти, а й вчителями, вихователями та й батьками учнів.

Виходячи з означених вище надбань психологічної та педагогічної науки, метою креативного навчання на уроці є креативна особистість – індивід, що виявляє самостійність суджень, упевненість у собі, здатність до ризику та знаходження принадливості у труднощах, має естетичну орієнтованість, самовпевненість, сміливість, свободу у думках та діяльності [11, 14, 16-18]. У формуванні креативної особистості важливу роль відіграє креативне середовище – це вільні, невимушені умови творчої діяльності, що виключають мотивацію досягнень, змагальності, соціального схвалення, які блокують самоактуалізацію особистості і гальмують виявлення творчих можливостей людини. Воно створюється креативним процесом – навчально-виховним процесом створення учнем будь-чого суб'єктивного нового (ідей, об'єктів, способів, засобів, систем, технологій тощо), що здійснюються як наслідок наявних творчих потреб, мотивів, здібностей до критичного, оригінального, гнучкого, швидкого, асоціативного мислення аналогізуванням, комбінуванням, виявленням нових зв'язків, перенесенням функцій одного об'єкта на інші тощо. Наслідком креативного навчання має бути креативний продукт – результат творчої діяльності, що перебуває у широкому діапазоні: від «наукових відкриттів», що докорінно можуть змінити економіку і побут суспільства, і від шедеврів, що створюють нові напрямки в мистецтві, до вміння створювати оригінальні побутові вироби.

1.6. Технологія профільного креативного навчання

У формулюванні основних положень виходимо з нашого розуміння, що профільне креативне навчання старшокласників

природничих предметів – це дослідницько-винахідницька діяльність, що є складовою загальної організації всього навчально-виховного процесу вивчення ними будь-якого предмета, яка суттєво змінює її на творчий і забезпечує розвиток креативності з одночасним надбання ними навчальної компетентності та високого рівня вихованості [4, 16-18].

Педагогічна технологія креативного навчання розроблена у відповідності з ідеєю інтеграції «науки», «техніки» і «освіти» може бути відображена у положеннях, що ґрунтуються на розробках В.Кременя, Н.Бібік, Н.Буринської, Л.Величко, А.Верляня, М.Гузика, М.Жалдака, Ю.Жука, В.Ільченко, О.Ляшенко, Ю.Мальованого, М.Мартинюка, П.Щищенко, М.Шут, О.Ярошенко та інші. Бо ж, саме профільне навчання передбачає освіту, що сприяє орієнтації старшокласника на конкретну галузь діяльності, що відповідає його природним задаткам, а тому воно не тільки сприяє становленню особистості з високим рівнем розвитку креативності, але й створює реальну можливість виховання і висококультурних духовних, креативних громадян-фахівців, що можуть слугувати для сталого розвитку суспільства. Профільне навчання старшокласників природничих предметів, що має, як об'єкт пізнання природу вимагає обов'язкового застосування «наукового» методу, безумовно, має теж бути креативним [16, 18].

Особливе місце і значення в середній освіті має природниче, що не тільки торкається проблем людини, природи і сталого розвитку суспільства, а й значення яке воно має для професійного забезпечення потреб країни та й інтересу до нього самих старшокласників. Очевидно, що важливо визначитися з розумінням його як профільного.

Отож, профільне креативне навчання природничих предметів – це педагогічна система сучасного навчання, що відповідає викликам суспільства сталого розвитку та ґрунтується на засадах філософії і психології гуманізму і передбачає, як свою мету – плекання креативної особистості. Вона вбачає сенсом свого життя – власний творчий розвиток, що має слугувати інтеріоризації загальнолюдських цінностей, пом'якшенню, а той зниженню протиріччя між: природою і суспільством, багатими і бідними, теперішніми і майбутніми

поколіннями людей, розвинутими і тими, що розвиваються, сформованими і розумними потребами. Бо ж, саме включення в творчу діяльність, що відповідає вибору самого старшокласника є незамінним фактором у розвитку та саморозвитку його креативності, як їх здатності створювати будь-що об'єктивно нове та здійснювати власну глибоку самореалізацію [17].

Виходячи з вище означених міркувань, основні положення технології профільного креативного навчання старшокласників мають бути такого змісту: профіль навчання у старшій школі має бути відповідно вибору старшокласника і узгоджуватися з його пізнавальним інтересом, мотивами та планами; урок, як форма, організації навчання, що поглинає найбільшу частину перебування в школі має слугувати системному включенню учнів до навчальної наукової або науково-технічної діяльності; учитель профільного креативного навчання, виконуючи ключову функцію фасилітатора (помічника): організатора, консультанта, координатора, експерта тощо), має всіляко звеличувати ідеал людської гідності і підтримувати старшокласника, як молоду людину, що має право на повну самореалізацію свого природного потенціалу і помилку; *учитель* намагається створювати умови виконання старшокласником різноманітних функцій, що властиві науковій та науково-технічній діяльності: організатора власного пошуку, автора, доповідача, опонента, координатора взаємодії з іншими, консультанта та експерта діяльності та інших; *учитель* намагається включення старшокласників в самоорганізацію як засобу безперервної креативної освіти і самоосвіти; поглибленого оволодіння старшокласниками знаннями, уміннями та навичками з предметів та методології науки; *учитель* у профільному креативному навчанні, в першу чергу, орієнтується в на органічне поєднання оптимальних умов надбання старшокласниками високого рівня предметної підготовки, розвитку креативності і вихованості.

Виконуючи означенні функції учитель у поточному навчально-виховному процесі має виявляти себе, як педагог-хімік; філософ, психолог, валеолог, еколог.

Таким чином, головна мета діяльності учителя профільного креативного навчання полягає у сприянні

особистісній творчій самореалізації старшокласника і його професійній орієнтації на діяльність у галузі науки і техніки, як засобу особистої самореалізації та активного сприяння суспільно-економічному прогресу України.

Процесуально технологія профільного креативного навчання старшокласників природничих предметів втілюється, як наукове пізнання, що організовується, як подовженні за часом теоретичні чи експериментальні дослідження і використання спеціальних методів: дослідження, конструювання, проектування і впровадження розробок на практиці. В процесі навчання вчитель має включати старшокласників у самостійне визначення методологічної характеристики дослідження і зорієнтувати їх на встановлення мети і завдання, об'єкта і предмета, гіпотези і методики дослідження, узагальнення результатів і формулювання висновків. При цьому старшокласниками передбачається широке використання понять наукового пізнання: ідея, проблема, гіпотеза, концепція, теорія, експеримент тощо. Запровадження профільного креативного навчання природничих предметів створює реальні можливості розвитку у старшокласників теоретичного мислення. Адже, виявляти внутрішню сутність предметів і явищ природи, на відмінну від емпіричного, надає лише наукове пізнання.

В системі креативного навчання передбачається впровадження проектної діяльності (винахідництва), як вищої форми науково-технічної творчості, що ґрунтується на необхідності спонукання старшокласників до самоорганізації та самостійного практичного творчого використання, здобутих дослідженням знань, вмій та навичок. Цим самим, на етапі винахідництва, застосуванням знань одночасно підвищується ефективність формування навичок, та й поглиблюються знання. З числа наукових методів у креативному навчанні застосовують діалог, як мозковий штурм, синектику, дискусії, дебати, полеміку тощо. Старшокласники можуть застосовувати методи емпіричного рівня наукового пізнання: концепція, теорія, методи (спостереження, вимірювання, експеримент, моделювання). Окрім них можуть і повинні застосовуватися загальнонаукові методи: аналіз, синтез, порівняння, абстрагування, узагальнення, індукція, дедукція, ідеалізація,

класифікація, систематизація тощо.

На етапі застосування здобутих старшокласником знань, вмій та навичок впроваджується широке застосування методу проектів, що є сукупністю творчих дослідницьких, пошукових, проблемних методів. Організація креативного навчання старшокласників передбачає здійснення п'яти, органічно пов'язаних між собою, видів навчання: фронтального; колективного; групового; індивідуального; індивідуально-групового. Основною формою фронтального й колективного навчання є урок. На уроках будь-якого типу чи на індивідуально-груповому занятті вчителю створює умови виконання старшокласниками функцій дослідників чи винахідників: *доповідача, опонента, рецензента, консультанта, автора (ідеї, висновку, методики дослідження, розробки, винаходу)* тощо. Вони вступають у зворотні діалогові зв'язки, як між собою, так і з вчителем. Типологія всіх можливих організаційних форм у технології профільного креативного навчання природничих предметів розроблена відповідно його розуміння, як наукової та науково-технічної творчості. Ця обставина спонукає до розробки, нової «*креативної*» *типології уроків*. Кожний окремий тип уроку вирішує завдання, що сприяють досягненню мети креативного навчання. Вони є складовими елементами, що органічно поєднуючись утворюють педагогічну систему, як технологію: *підготовка до дослідження* – актуалізація знань, ініціювання подиву, спонукання до дослідження; *дослідження* – здобування нових знань, розвиток пізнавального інтересу; *узагальнення результатів дослідження* – усвідомлення сутності здобутих знань, спонукання до застосування у винахідництві; *застосування результатів дослідження у винахідництві* проектуванням, конструюванням, практичним виготовленням, випробуванням тощо; *підведення підсумків у дослідженнях та винахідництві* – само моніторинг результатів креативного навчання, спонукання до самооцінки власних навчальних досягнень; *програмування та планування нових пошуків та розробок* – аналіз і самоаналіз та усвідомлення сутності нового етапу пошукової діяльності у креативному навчанні [16-18].

Виходячи із вище означеного, технологія профільного

креативного навчання природничих предметів – це дослідницько-винахідницька діяльність, що є специфічним складником у відкритій системі загальної навчальної наукової та навчально-технічної діяльності старшокласників.

Змістовний компонент технології профільного креативного навчання старшокласників природничих предметів має декілька складових: базові філософські поняття, категорії, закони; фундаментальні теоретичні спеціальні знання; знання з історії природничих наук, початкових знань теорії дослідницької, винахідницької діяльності та науковедення; початкові експериментальні знання, вміння та навички вирішення винахідницьких задач, розробки проєктів, виготовлення та використання самостійно виготовлених пристроїв, приладів, апаратів, моделей, діючих моделей тощо; актуальні проблеми, суспільства, економіки, природи, людини.

Діагностичний компонент технології креативного навчання старшокласників включає локальний моніторинг і самомоніторинг. Вони є невід'ємною складовою, як педагогічної системи і полягає в у визначенні індивідуально-психологічних особливостей старшокласників, спостереженні, аналізі та оцінюванні якості навчання. Локальний моніторинг здійснюється вчителем застосуванням спеціальної методики та інформаційних технологій. В організації самомоніторингу здійснюється включення старшокласника у самоорганізацію, як їх природню потребу.

1.7. Виховання старшокласників у креативному навчанні

У вирішенні проблем виховання у креативному навчанні вкрай необхідно системно утверджувати позицію старшокласника, як головної дієвої особи, що не може реалізуватися в повній мірі без вияву ним потреби, мотивів та здібностей до самоорганізації. Вона є як незамінний засіб розвитку готовності старшокласника виявляти ініціативу, сміливість, незалежність суджень, активність творчої діяльності. Виходячи із значення самоорганізації у розвитку особистості вітчизняні та зарубіжні вчені активно досліджують проблеми її розвитку. Розв'язуючи проблему самоорганізації, В.Кремень визначає значення культури і вказує, що вона повинна забезпечити поряд зі стабільністю

людських спільнот їх подальшу самоорганізацію [12]. Достовірність такого твердження є очевидною, оскільки людина – біосоціальна істота, здатна і має природну потребу до двох видів самоорганізації: біологічної й соціальної. Перша зумовлена генетичною програмою розвитку й автоматично забезпечує соматичний розвиток індивіда, друга – соціальна самоорганізація здійснюється упродовж усього життя під впливом соціального середовища, системи виховання, предметно-практичної та особистісно-рольової діяльності людини. Вона втілюється в самопізнанні, самовизначенні, саморозвитку та самореалізації. Засобом соціальної самоорганізації людини здійснюється формування світогляду і морально-етичних переконань на вияв громадянських почуттів. Тому Г.Балл, визначаючи її сутності та значенні пише, що самоорганізація особистості людини, виявляється у цілеспрямованості, активності, обґрунтованості мотивації та плануванні діяльності, самостійності й швидкості прийняття рішень, оцінюванні наслідків праці, почутті обов'язку [3].

Виходячи з викладеного, самоорганізація людини – це важливий показник високої її культури використання власного часу, як одного із найбільш цінних ресурсів особистісного розвитку. Включення старшокласника в самоорганізацію виконує важливе завдання зміни його функції із пасивного споживача знань на функцію здобувача – дослідника, який самоорганізується не тільки для плідної творчої роботи на уроці, але й позаурочній – самоосвітній [17, 18]. Тому у розв'язанні завдань гуманізації й демократизації освіти технологія профільного креативного навчання передбачає принципіальну відмову від постулатів авторитарної педагогіки, в якій учень визнається об'єктом навчання і недостатньо визнається його право на свободу вибору змісту, організації навчання та самоорганізації у самоосвіті. У свою чергу, в альтернативному розумінні функцій і статусу старшокласника визнають його, як це вже було сказано вище, головною дієвою особою. Тому технологія креативного навчання вимагає першочергового включення старшокласника в самоорганізацію і надає при цьому йому наукові консультації і психологічну підтримку. У намаганні сприяти старшокласникам в цьому автором видано посібник

«Особистий щоденник дослідника» [17].

Виходячи з розуміння значення самоорганізації особистості, Л.Зайверта, вона в технології профільного креативного навчання старшокласників має кілька етапів: формування понять про самоорганізацію; оволодіння основними положеннями самоорганізації; перелік основних соціально-психологічних та організаторських новоутворень; теоретичні основи управління процесом самоорганізації учня; практичні заходи в самореалізації [10]. Залучення старшокласників до самоорганізації полягає в тому, щоб включити їх в усвідомлення особистої відповідальності за своє життя та навчати програмувати, планувати і реалізовувати свої цілі й завдання. При цьому важливо, щоб старшокласник зрозумів цінність наукового підходу й необхідності вияву ним дослідницької поведінки і функції дослідника, як запоруки діяти успішно і креативно. Після психологічної підготовки, яку треба здійснювати постійно, доцільно своєчасно переходити до навчання самоменеджменту. У зв'язку з цим у нагоді буде використання, вже згаданого особистого щоденника. Він є посібником у навчанні старшокласників самоменеджменту в самомоніторингу, як неодмінного інструментарію самоорганізації і її втілення в самоосвіті, що безперечно слугує їх самовдосконаленню. Останнє є запорука на очікування старшокласником його самореалізації й успішного вирішення власних психологічних, соціальних, навчальних та інших проблем життєдіяльності. Першим і найбільш важливим завданням у залученні старшокласників до самоорганізації є особливе переконання старшокласників у цінності людини і життя та включення її в роздуми про особистий сенс життя, життєву позицію, програму, плани. Адже завдяки цьому, людина може найбільш повноцінно використати всі можливі свої ресурси. Вибудовування життєвої програми, а виходячи з неї життєвого плану, на думку С.Гончаренка є формою вияву життєвої позиції, як активності особистості, спрямованої на відповідальність за своє життя та його ціннісну наповненість [6]. Оскільки розроблення життєвого плану вимагає від особистості особливої надситуативної активності, то цей процес є надзвичайно педагогічно цінним у розвитку креативності. Вона є найбільш природний засіб розвитку

креативності й одночасного знаходження рішення життєво важливих проблем. Необхідною умовою здатності до вибудовування життєвого плану є достатній рівень особистісної й соціальної зрілості, які можуть суттєво розвиватися у разі надання старшокласнику свободи творчого пошуку та не ігнорування ним порад, вимог, традицій сімейного життя. Бесіди батьків у такому разі повинні бути психологічно ненав'язливими і конструктивними, а ініціатива у визначенні змісту бесіди повинна належати старшокласнику.

У включенні старшокласників у самоорганізацію передбачається їх навчання і застосування системи А.Зайверта, який пропонує п'ять функцій самоменеджменту: постановка цілей (аналіз і формуванні особистих цілей); планування (розроблення планів і альтернативних варіантів своєї діяльності); прийняття рішень; реалізація й організація (розробка дня і організація особистого трудового процесу для здійснення задач); контроль (самоконтроль і контроль підсумків, корекція цілей) [10].

Отож, самоменеджмент, як цілеспрямоване самоуправління старшокласниками здійснюється засобом розробки системи застосування ефективних методів використання власних ресурсів: часу, засобів комунікації, літератури й особистого щоденника.

Другим етапом саморганізації старшокласника є самомоніторинг. Він полягає у самооцінці, самообліку й самоаналізі результатів навчальної діяльності і виконує функцію застерігаючого самоспостереження за власною життєдіяльністю визначенню ефективності самоменеджменту. У самомоніторингу використовується самооцінка й тематичні підсумкові оцінки, які радимо старшокласникам у щоденниках відображати крапкою, вибудовуючи графік. Батькам же рекомендується не втручатись у систему управління власною діяльністю старшокласника. У свою чергу, старшокласників слід налаштовувати на обов'язкове, хоч і добровільне інформування батьків про результати своєї діяльності. Пояснюючи значення самомоніторингу, учитель наголошує на тому, що він як дзеркало відображає плідність життя й навчальної діяльності [18].

Третій етап самоорганізації є самоосвіта – це невід'ємний

елемент системи самоорганізації в якій вона розробляється старшокласниками з урахування його інтересів, профілю навчання, програми та поточних планів. До планів самоосвіти старшокласників необхідно радити вносити рекомендації вчителів щодо поточного навчання й особистих творчих планів оволодіння джерелами наукової та науково-популярної літератури [18].

Старшокласники тяжіють до стихійного та усного визначення системи організації своєї життєдіяльності. Зважаючи на цінність письмового ведення особистого щоденника, очевидно слід рекомендувати старшокласникам застосовувати його системно. Головним здобутком упровадження системи навчання самоорганізації є усвідомлення старшокласниками її цінності є налаштованість на активну творчу роботу без примусу не тільки на уроці, а й позаурочний час у самоосвіті за власними планами та рекомендаціями вчителя [18].

Виходячи з цього, природно виникає реальна можливість без втрат якості освіти старшокласника відмовитися від тягаря авторитарної педагогіки та її архаїчних атрибутів примусового навчання: обов'язкових домашніх завдань; поточної оцінки; учнівських щоденників обліку успішності навчання та поведінки; контрольних робіт, у яких не перевіряються творчі пошуки; застосування, як основної і єдиної форми навчання – уроку [18]. Із залученням старшокласників до самоорганізації у процесі профільного креативного навчання створюється можливість упровадження: оцінювання навчальних досягнень, як цінування, а оцінка застосовується лише тематична; особистого щоденника-дослідника, який є посібником для старшокласника у його самоорганізації; самоосвіти за рекомендаціями вчителя; підсумкових робіт, що є особистим звітом про навчальні досягнення; впровадження індивідуальних та індивідуально-групових занять, як форми позаурочної роботи з проблем старшокласників щодо оволодіння ними учнівським самоменеджментом [18].

Упровадження вище означеної системи самоорганізації старшокласників сприяє у процесі їх профільного навчання утвердженню в свідомості старшокласників ідеалів гуманістичної філософії, психології та педагогіки, у якій він, як

людина – унікальна істота є власним господарем свого життя і йому особисто надається право вирішувати самостійно, чому і як вчитися і заради чого жити. Саме це зумовлює принципову відмінність технології креативного навчання старшокласників природничих предметів у органічному вирішенні проблем навчання, виховання та розвитку за ознаками: самоорганізуючись він учить самостійно, а вчитель лише надає йому наукові консультації та психологічну підтримку; самостійного оволодіння змістом навчального матеріалу, як дослідника і винахідника, застосовуючи наукові методи дослідництва і винахідництва, теорії самоменеджменту й самомоніторингу власної системи самоосвіти; *загальної організації* навчання всього учнівського класу й самоорганізації кожного старшокласника в індивідуальних та індивідуально-групових заняттях, що органічно поєднуються з уроками, як логічним продовженням перших; *персональну відповідальності* за стан успішності навчання, культурного розвитку та духовності; *гнучкості і оригінальності* програми, плану поточного навчання й окремого уроку та ретельності у їх обґрунтуванні[16-18]. Доцільність цілеспрямованого розвитку креативності старшокласників у навчанні пояснюється тим, що ухопившись за неї, як головний ланцюг у педагогічному впливові на старшокласників, їм вдається вирішувати проблему самоорганізації, що обумовлює, не тільки глибоке усвідомлення набутих ними предметних знань, вмінь та навичок, а й високого рівня вихованості. А позитивні якісні і кількісні зміни у психіці старшокласників забезпечують високий рівень їх відповідності вимогам сталого розвитку суспільства, що підтверджує актуальність та педагогічну цінність даних розробок.

1.8. Педагогічна техніка у технології креативного навчання

Педагогічна техніка, на переконання деяких авторів, є критерієм майстерності, що підштовхує до напрацювання техніки, а в даному разі техніки розвитку креативності. Педагогічна техніка креативного навчання природничих предметів – комплекс знань, вмінь і навичок, необхідних учителю та учням для підтримання високої культури організації навчання та ефективного застосування в практиці

змісту та методів втілення педагогічної системи, що сприяє надбання останніми предметних знань, вмінь і навичок та високого рівня розвитку креативності і вихованості. У визначенні її сутності дослідженні роботи Г.Балл, Ю.Василенк, А.Гіна, І.Зязюна, В.Катирєва, А.Макаренка, В.Сухомлинського, Г.Щукіної.

Педагогічна техніка, на думку Г.Балла, об'єднує всі прийоми особистого впливу вчителя на учня [3]. Особливу увагу приділимо педагогічній техніці, яка пов'язана з вміннями вчителя управляти своєю поведінкою і уміннями впливати на учнів, бо ж створення творчого психологічного клімату – справа тонка і складна.

У профільному креативному навчанні старшокласників вчителю, як творчій особистості дослідника або винахідника важливо володіти своїм тілом, як першим компонентом техніки (міміка, пантоміміка), управляти емоціями, настроєм не відвертало старшокласників від участі в дослідженнях чи конструюванні. Дуже важливо мати розвиненні навички перцепції («читання по обличчю»),о техніки мови(дихання, постава голосу, дикція) свідчили про емпатійність вчителя і готовність його підтримати старшокласників у подоланні ними будь-яких труднощів. Хоча дуже швидка реакція вчителя на перешкоди і втручання в самостійну роботу старшокласників позбавляє їх можливості виявити істино «науковий» твердий характер, що повинен мати майбутній дослідник чи винахідник. Надмірна допомога неминуче псує ті природні умови, які має долати сам майбутній вчений.

До другої групи компонентів педагогічної техніки відносяться вміння вчителя впливати на особистість чи на колектив і розкриває технологічну сторону процесу виховання. Вона полягає у техніці педагогічного спілкування, техніці пред'явлення вимог, техніки дисциплінування, техніки очікування майбутньої радості, техніки дотримання режиму роботи навчального закладу, кабінету, лабораторії. З даної проблеми є дуже мало наукових робіт, хоч ті що існують заслуговують на увагу. В технології креативного навчання педагогічна техніка виступає не гальмом у перешкоді створення творчого психологічного клімату. Педагогічна техніка у навчанні природничих предметів, зміст яких

визначається експериментальними науками вона може бути декількох видів: техніка експерименту (біологічного, хімічного, фізичного); техніка безпеки при роботі в лабораторії та педагогічна техніка. Перша полягає у точному і майстерному виконанні будь-яких дій, що відповідають методиці проведення будь-яких дослідів, а друга у володінні навичками користування речовинами, їх сумішами та обладнанням лабораторій. Для зняття проблем, що можуть завадити навчання дотримання цих технік обов'язкове. Очевидно, що вже зрозуміло як та чи інша техніка діяльності учителя або учнів може прикрасити урок, а як і зіпсувати його зовсім.

Організуючи колективну пошукову діяльність, учитель прагне підтримувати високий рівень творчої активності усіх старшокласників і тим самим створювати умови їх самовираження та самореалізації. При цьому він націлює старшокласників сміливо і спокійно використовувати своє право на помилку і творчо виконувати свої дослідницько-винахідницькі функції. У якості такої є функція автора будь-якого положення методологічної характеристики поточних досліджень, що полягає у розробці його програми (мети, завдань, об'єкту, предмету та ін.), повідомлення, проекту чи статті. Не менш важливими є функції: експериментатора, доповідача, опонента, рецензента, консультанта тощо. Педагогічна техніка полягає в тому, що виконуючи ці функції, старшокласники мають вступати у взаємозворотні зв'язки, як між собою, так і з учителем. Така система взаємозв'язку і взаємовпливу дослідників-винахідників і вчителя є типовою особливістю техніки креативного навчання. Науковий устрій організації діяльності старшокласників класу відповідає життєдіяльності дослідницько-винахідницькій лабораторії, що діє в умовах класно-урочної системи. Він, як середовище наукового спілкування, ефективно слугує пізнанню його специфіки, сприяє формуванню професійної зорієнтованості старшокласників на майбутню діяльність науковця чи інженера.

В технології креативного навчання педагогічна техніка наукового спілкування забезпечує реалізацію діалогічної взаємодії старшокласників у вільному та керованому діалозі,

як формі дискусій, полеміки, дебатів, сократівських бесід, семінарів, конференцій, презентацій тощо. При цьому всі учасники навчально-виховного процесу обов'язково залучаються до оцінювання навчальних досягнень один одного. При цьому, як настоює автор нетрадиційних способів оцінювання якості знань Е.Божович, учитель і старшокласники не допускають порівняльного підходу в аналізі навчальних досягнень, який може пригнічувати психологічний стан і викликати напруження психологічного клімату навчального процесу [3].

Педагогічна техніка креативного навчання передбачає широке застосування наукового діалогу. Він регламентується правилами, що розроблені автором з урахуванням специфіки наукового спілкування і переваги наукової істини [17, 18]. Для участі в різних типах і видах навчально-дослідницької діяльності старшокласники, як пошукачі поступово оволодівають технікою виконання функцій дослідників-винахідників, що враховують специфіку наукової та науково-технічної діяльності. Зокрема, поради доповідачу, якими постійно користуються старшокласники в щоденному навчанні мають такий зміст : виступ формуй з трьох частин: вступу, основної та частини; виступай образно і коротко, але вичерпно; використовуй наочність і підготуй її заздалегідь; ілюструй свій виступ двома, трьома прикладами; виступай впевнено, сміливо, чітко вимовляй кожне слово; завершуй виступ висновком або узагальненням. [18]. Технологією передбачено розроблення техніки виступів з доповідями про сутність теорій, теоретичних понять, опису явища, історичної події тощо, що надається у постійне користування старшокласників. Так, поради опоненту, який аналізує виступ доповідача і повідомляє їх для загального обговорення усього класу, як співробітників лабораторії, має такий зміст: будь уважним і доброзичливим до доповідача; якщо є необхідність, став доповідачу питання так, щоб він зміг виправити свою помилку або доповнити свій виступ; якщо доповідач знову допустив помилку, етично виправ, висловлюючи це м'яко, доповни або аргументовано запереч його судженням; зроби підсумок, відображаючи позитивне у виступі доповідача, етично вкажи на помилки; заверши виступ коротким узагальненням, висловлюючи

позитивне у виступі, рекомендації та дружні побажання [16-18].

У тлумаченні функцій вчителя креативного навчання, важливо вказати, що в кожній окремій ситуації він завжди виступає одночасно у всіх, вище названих іпостасях. Завжди намагається своєчасно побачити неготовність старшокласника до визначення варіантів рішення проблеми, відкритості його до нового пошуку. При цьому він показує хибність такої поведінки налаштовуючи старшокласників на віру у власні можливості й утримуючи їх від напруження міжособистісних стосунків і психологічного клімату в цілому. Учитель наголошує на тому, що найнесподіваніші ідеї, гіпотези, варіанти рішення проблеми можуть виявитися істинними. Він нагадує, що найбільш часто першовідкривачами ставали ті, хто виявляв креативність – відкритість до нового, зіркість, сміливість у пошуку і формулюванні вирішенні проблеми, нелінійність, оригінальність, глибинність осмислення всього і ретельність у розробці проблеми для застосування. Сприяння й заохочення численних запитань у ході креативного навчання вимагає у його організації надання старшокласникам можливості самостійного визначення змісту, відмови вчителя від жорсткої регламентації, що зумовлюється освітніми стандартами та програмою вивчення предмету. Учитель допомагає учням розробити спеціальну програму або план дій з дослідження проблеми. У ході обговорення вчитель завжди намагається показати незавершеність дослідження і включає дослідників у обмірковування проблем майбутніх досліджень, проектів, як теоретичних, так і експериментальних особистих досліджень і розробок проектів. Учитель у розвитку креативності учнів, як указує Е.Торренс, має діяти відповідно до *п'яти принципів*: уважного ставлення до несподіваних питань; поважного ставлення до незвичних ідей; показувати учня, що їх ідеї мають цінність; знаходити можливість для самостійного навчання учнів і хвалити їх; надавати час для виконання робіт, які не будуть оцінюватися [11, с. 36].

Таким чином, педагогічна техніка креативного навчання старшокласників природничо-наукових предметів має кілька принципових відмінностей від інших тим, що старшокласник вчиться свідомо приймаючи участь в уроках дослідницької та

винахідницької діяльності, оволодіваючи знаннями теорія самоменеджменту й само моніторингу, створюючи власну систему освіти та самоосвіти. Він несе персональну відповідальність за якість власного навчання, власного культурного розвитку та вихованості. У зв'язку з цим програма, плани поточного навчання й окремого уроку можуть гнучко і швидко змінюватися залежно від обґрунтованості й оригінальності, запропонованих ідей самих старшокласників.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТЕОРІЇ

В умовах критичного загострення вітчизняних та глобальних проблем, які характерні початку XXI століття спонукають до критичної оцінки минулого та розбудови ощадливого життя. Сучасні життєві умови неминуче вимагають плекання нової людської особистості, що узгоджується із «Стратегією освіти для сталого розвитку», яка вимагає переорієнтації всіх її сфер суспільства України на розробку «нових педагогічних моделей, нової педагогічної культури та мислення, нового педагогічного змісту» [15].

Виходячи з означеного вище, здіймемо спробу визначити *основні положення*, щодо розбудови нової школи:

1. Нова школа має створюватися на засадах гуманістичної креативно-педагогічної парадигми, що звеличує людину і всіляко підтримує її розвиток, як біологічної, соціальної, творчої істоти та має на меті плекання самодостатньої креативної особистості високого культурного рівня і духовності.

2. Враховуючи особливості суспільно-економічних умов життя людини в інформаційному суспільстві, найбільш прийнятними у реалізації ідей гуманізації школи є умови включення учнів у самоорганізацію власної початкової наукової та науково-технічної діяльності на уроці та й позакласній роботі.

3. Головною метою навчання в умовах нової школи є плекання креативної гуманної особистості, що має достатній рівень предметної компетентності та виявляє свідому професійну орієнтацію і потребу до самореалізації.

4. Технологія профільного креативного навчання старшокласників природничих предметів полягає в тому, що

вона як педагогічна система є сукупністю теоретичних категорій, що слугують із доцільним застосуванням ІКТ, системному включенню старшокласників у організацію і самоорганізацію їх безперервної навчальної наукової та науково-технічної творчості на уроці.

5. Педагогічна техніка креативного навчання природничих предметів полягає в тому, що старшокласнику створюються умови самоорганізації та наукового діалогового спілкування, як засобу формування його свідомої творчої участі в уроках дослідницької та винахідницької діяльності.

6. *Новизна* даної технології визначається тим, що профільне навчання передбачає раніше не існуючі форми організації уроку, які суттєво сприяють, не тільки навчальній компетентності старшокласника, а й становленню особистості з високим рівнем розвитку креативності та вихованості.

У розробці технології профільного креативного навчання, як стратегічно перспективного у розвитку середньої школи є необхідність постійного вдосконалення і проведення нових досліджень з проблем його змісту, організації, методів, засобів тощо. Тому очевидно, що їх пошук є *перспектива подальших* методичних досліджень.

Список використаних джерел

1. Алдер Г. СQ, или Мускулы творческого интеллекта / Г. Алдер / пер. с англ. С. Потапенко. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2004. – 496 с.
2. Алейников А.Г. О креативной педагогике / А.Г. Алейников // Вестник высшей школы, 1989. – № 2. – С. 29–34.
3. Балл Г. А. Концепция самоактуализации личности в гуманистической психологии / Г. А. Балл. – К.: Киев-Донецк, «Ровесник», 1993. – 32 с.
4. Божович Е. Д. Нетрадиционные способы оценки качества знаний школьников. Психолого-педагогический аспект: [сб. науч. тр.] / под ред. Е. Д. Божович. – М. : Новая школа, 1995. – 96 с.
5. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере. / В.И. Вернадский. – М. : Русский космизм: Антология философской мысли, 1993. – С. 303–311.
6. Гілфорд Дж. Як допомогти дитині стати творчою

особистістю. Шкільний світ / Дж. Гілфорд – К.: Редакція загальнопедагогічних газет, 2003.

7. Гончаренко С.У. Педагогічна суть гуманізації шкільної освіти / С.У. Гончаренко // Рідна школа. – 1993. – №5.

8. Горлач М.І. Вибране: у 3 т. Т. 1. Смысл життя / М.І. Горлач. – Х. : Факт, 2003. – 621с.

9. Жалдак М.І. Інформатизація навчального процесу в середніх і вищих навчальних закладах – веління часу / М.І. Жалдак // Педагогічна і психологічна науки в Україні : [зб. наук. праць] : в 5 т. – Т.3: Загальна середня освіта – К.: Педагогічна думка, 2012. – С. 256–277.

10. Зайверт Л. Ваше время – в ваших руках (Совети реководителям, как эффективно использовать рабочее время) / Л.Зайверт. – М. : Экономика, 1991. – 89 с.

11. Ильин Е. П. Психология творчества, креативности, одаренности / Е.П. Ильин. – СПб. : Питер, 2009. – 448 с.: ил. – (Серия «Мастера психологии»).

12. Кремень В.Г. Україні: альтернативи поступу (критика історичного досвіду) / Кремень В.Г., Табачник Д.В., Ткаченко В.М.. – К.: «ARC-UKRAINE», 1996. – 793 с.

13. Мадзігон В.М. Інформатизація освіти України: стан, проблеми, перспективи // Педагогічна і психологічна науки в Україні : зб. наук. праць : в 5 т. – Т.3 : Загальна середня освіта. – К. : Педагогічна думка, 2012. – 432 с

14. Петришин Л.Й. Аналіз дефініції «креативність» як основи творчої педагогічної діяльності / Л.Й.Петришин // Нові технології навчання. – 2012. – № 73. – С. 182–189.

15. Пометун О.І. Освіта для сталого розвитку – нова педагогічна модель // Педагогічна і психологічна науки в Україні : [зб. наук. праць]: в 5 т. – Т.3: Загальна середня освіта / О.І.Пометун – К.: Педагогічна думка, 2012. – С. 25–48.

16. Сологуб А. І. Профільне науково-природниче навчання: креативний підхід // Теорія і практика природничого навчання школярів : [матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (Чернігів, 23-24 квітня 2014 р.)] / ТОВ «НВП«Інтерсервіс» / А. І. Сологуб. – Ч., 2014. – С. 5–14.

17. Сологуб А.І. Особистий щоденник дослідника / А.І. Сологуб – Кривий Ріг : Вид-во. «КубА», 2002. – 108с.

18. Сологуб А.І. Розвиток креативності старшокласників у навчанні природничо-наукових предметів: [монографія] / Анатолій Іванович Сологуб. – К. : Друге видання «МП Леся», 2016р. – 372 с.

19. Сологуб А.І. Креативність старшокласника для сталого розвитку суспільства / А.І. Сологуб// Щомісячний науково-методичний журнал Освіта та розвиток обдарованої особистості / Інститут обдарованої дитини. – Київ, № 69(49) 2016р., С. 5-11.

20. Профільное образование. Режим доступу: <http://prof.osvita.org.ua>
<http://slovari.yandex.ru/%D0%BD%D0%BE%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%9D%D0%BE%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0/http://centromonitor.com.ua/?p=818> – центр освітнього моніторингу
https://sites.google.com/site/smcprofil/materials/for_organizers/material_1 – Науково-методичного центру профільного навчання.

2.4. ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ВНЗ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ «ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ»

Введення. Понад два десятиліття епоха інформатизації суспільства здійснює суттєвий вплив на освітню галузь. Стрімке удосконалення нових технологічних засобів, програмних продуктів, мережевого апаратно-програмного забезпечення зумовлює процеси трансформацій у суспільстві, які зачіпають як базові парадигми освіти, форми, зміст та технології підтримки електронного навчання, так і взаємодію науки, техніки та виробництва. Тенденції розвитку інформаційного середовища пов'язані зі збільшенням рівня взаємозалежності та швидкості перебігу різноманітних суспільних процесів і різким зростанням обсягів доступних знань і відомостей, до опанування якими можуть залучатися широкі верстви населення. Тому можливість отримання якісної освіти все частіше пов'язують із застосуванням інноваційних ІКТ у навчанні. Нині, розглядаючи проблеми впровадження і застосування ІКТ, навряд чи можна обійтися без категорії інформаційно-освітнього середовища, що формується як у межах навчального закладу, регіону, системи освіти окремих країн, так і в глобальному плані. У зв'язку з цим, одним з основних предметів сучасних досліджень є виявлення тенденцій розвитку інформаційного освітньо-наукового середовища у контексті появи інноваційних інформаційно-комунікаційних платформ, зокрема, на основі хмарних обчислень, які створюють можливості роботи з інформаційними ресурсами, незалежно від апаратно-програмного забезпечення клієнта, а також його географічного розташування.

Проблемі застосування технологій хмарних обчислень в освіті присвячено праці багатьох вітчизняних та закордонних авторів. Питання моделювання та проектування інформаційно-освітнього середовища досить ґрунтовно висвітлені в роботах А. Х. Ардеєва, С. Л. Атанасян, В. Н. Бабеко, Г. Ю. Беляєва, І. Г. Захарової, Н. І. Клокар, А. Ф. Манако, Л. Ф. Панченко, С. О. Семерікова, О. В. Співаковського, Л. Бьюкенена, А. Лейн та В. Кумара. Загальні напрями впровадження хмарних

технологій в організації освітніх систем досліджувались Т. Л. Архіповою, В. Ю. Биковим, Ю. В. Грицук, Г. Д. Кисельовим, Н. В. Морзе.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним з найбільш актуальних питань в освіті є інтеграція в освітній процес хмарних технологій та побудова хмарно-орієнтованого навчального середовища. Саме хмарні технології, які є нині передовими технологіями інформаційного суспільства, можуть відіграти роль провідного інструменту інформатизації освіти. Хмарні технології та хмаро-орієнтовані засоби навчання радикальним чином змінюють навчальні заклади, навчально-виховний процес, природу освіти та все більше стають складовою навчальних середовищ та освітнього простору вищого навчального закладу. Тому останнім часом масштаби впровадження хмарних технологій стрімко зростають. Використання хмарних технологій в навчанні надає можливість зробити наступний еволюційний крок до надання навчальному процесу більшої гнучкості, відкритості та мобільності. Хмарні засоби навчання надають можливість збільшити частку групових форм навчання та активних форм навчальної діяльності студентів, інтенсифікувати їх самостійність у здобуванні знань та опануванні навичок і технологічно інтегрувати аудиторну та позааудиторну роботи з використанням комбінованого навчання. Тому так актуальна тематика щодо використання сучасних технологій «хмарних обчислень» у вищих навчальних закладах України.

Важливим завданням інформатизації освіти є формування інформаційно-освітнього середовища, що сприятиме залученню учасників освітнього процесу до використання інформаційно-комунікаційних технологій в усіх галузях освітньої діяльності. Хмарно-орієнтоване освітньо-наукове середовище — це ІКТ-середовище вищого навчального закладу, у якому окремі дидактичні функції, а також деякі принципово важливі функції здійснення наукових досліджень передбачають доцільне координоване та інтегроване використання сервісів і технологій хмарних обчислень [1]. Хмарні сервіси застосовують для того, щоб надавати користувачеві електронні освітні ресурси, що складають змістовне наповнення хмарно-орієнтованого середовища, а

також забезпечити процеси створення і постачання освітніх сервісів. Як приклад використання хмарних технологій в освіті, можна назвати електронні щоденники та журнали, особисті кабінети для студентів та викладачів, інтерактивні приймальні та ін. [2]. На рис. 1 представлена структура хмарних ІКТ.

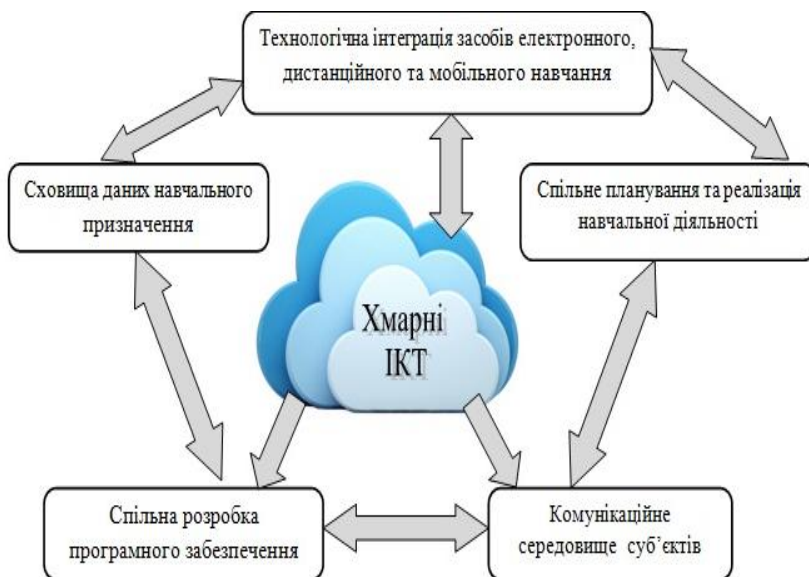


Рис. 1. Структура хмарних ІКТ

Впровадження хмарних обчислень несуть із собою нові можливості для навчальних закладів та студентів, відповідно, отримувати до навчальних матеріалів та інших необхідних ресурсів он-лайн. Все, що їм потрібно зробити, це зайти в Інтернет і знайти те, що їм потрібно вивчити або виконати завдання. Для цього вся необхідна інформація зберігається у хмарі (центрі обробки інформації) на віддаленому сервері. Викладачі можуть легко використовувати хмарні технології для дистанційного навчання, на заняттях та поза аудиторній діяльності, в методичній роботі та публікувати результати в Інтернеті. Цілий рік студенти і викладачі можуть спілкуватися он-лайн.

Поява високотехнологічних платформ таких як хмарні обчислення, сервісів адаптивних інформаційно-комунікаційних мереж, засобів віртуального і мобільного навчання є певним кроком на шляху вирішення проблем доступності і якості навчання, що змінює уявлення про інфраструктуру організації процесу навчання і його інформаційного наповнення. В умовах хмаро-орієнтованого освітнього середовища розширюються межі доступу до якісних електронних ресурсів, що володіють такими інноваційними характеристиками, як адаптивність, мобільність, повномасштабна інтерактивність, вільний мережний доступ, уніфікована інфраструктура, забезпечення універсального підходу до роботи [3]. Тому реалізація принципів якості і доступності освіти стають основними засадами формування і розвитку освітнього середовища.

Аналіз існуючих хмаро орієнтованих засобів навчання і підходів до їх використання надав можливість виділити компоненти системи хмаро орієнтованих засобів навчання в освітньому середовищі ВНЗ (рис.2).

Метою створення хмарно-орієнтованого навчального середовища є досягнення певних дидактичних цілей, виконання педагогічних завдань, об'єднання суб'єктів та об'єктів навчального процесу для ефективної співпраці, орієнтованої на підвищення якості навчальних результатів студентів засобами хмарних сервісів. Особливими перевагами, що їх надає використання хмарних технологій освіти є наступні [4]: забезпечення можливості миттєвої обробки величезних обсягів інформації з низькою вартістю обчислювальних ресурсів та можливості її миттєвого розповсюдження й обміну результатами аналізу з іншими дослідниками по всьому світу; можливість безперервного навчання із підтримкою мобільних технологій та сервісів соціальних мереж та забезпечення інтерактивності процесу навчання; доступ до навчальних матеріалів студент може отримати у будь-яку мить, у будь-якому місці, де є можливість підключення до мережі Інтернет; можливість здійснювати інтерактивне онлайн-консультування студентів у викладача та миттєво отримувати відповіді на свої запитання; збереження даних у хмарних ЦОД (центрах обробки даних) без

необхідності їх перенесення з пристрою на пристрій (наприклад, з комп'ютера навчального закладу до домашнього комп'ютера), тобто забезпечення апаратної незалежності від обладнання; можливість проведення незалежного тестування в існуючих хмарних сервісах або можливість розробки власних тестів викладачами навчальних закладів. Доступність та мобільність, низька вартість, гнучкість, надійність сумісна обробка, відкриті інтерфейси – це є найбільш вагомими перевагами застосування хмарних технологій в діяльності освітнього закладу.

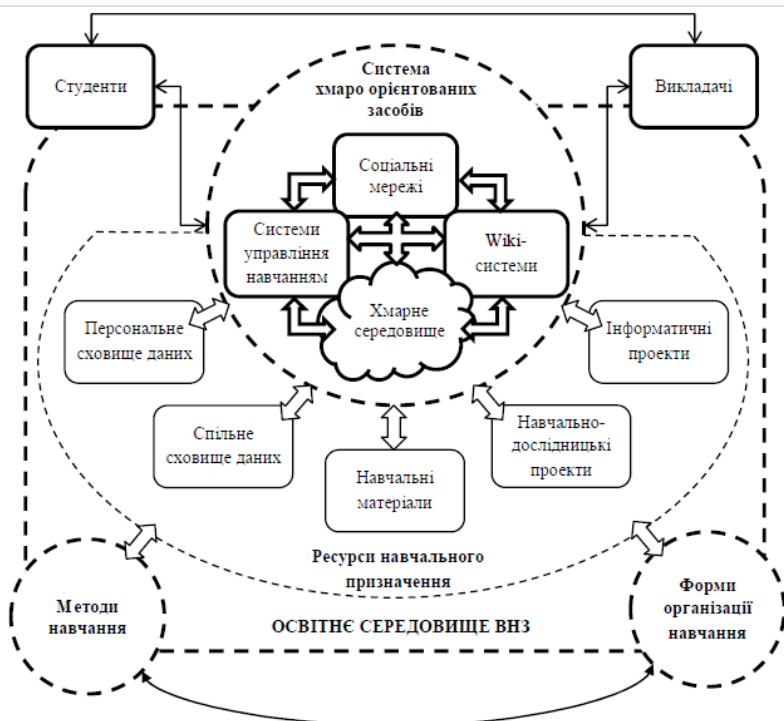


Рис. 2. Система хмаро орієнтованих засобів навчання як елемент освітнього середовища ВНЗ

До недоліків роботи з хмарними обчисленнями можна віднести: необхідність підтримки постійного з'єднання з мережею, програмне забезпечення та його кастомізація,

конфіденційність та цілісність даних, що зберігаються в хмарах та їх безпека. Але не дивлячись на це, більшість експертів дотримуються думки, що переваги даної технології переважають її недоліки, а простота поширення та оновлення хмарних систем представляють дидактичні матеріали у найбільш надійний та економічний спосіб.

Компоненти хмарно-орієнтованого навчального середовища (ХОНС) мають гнучку структуру і функціонал, адаптуються до особливостей конкретного змісту середовища, потреб і здібностей як студентів, так і викладачів. Фактично викладач може проектувати навчальне середовище під певний логічно завершений фрагмент навчання та з урахуванням пізнавальних можливостей, здібностей, інтересів і рівня попередньої навчальної підготовки конкретного студента.

У загальному вигляді середовище будь-якого навчального закладу може мати такі структурні компоненти [5]:

1. Просторово-семантичний компонент, що складається з архітектурно-естетичної організації хмарно-орієнтованого навчального середовища (архітектури та дизайну застосунків, просторової систематизації та структурування навчальних матеріалів) та символічного простору (фото-, відеоматеріалів, тощо).

2. Змістовно-методичний компонент, який формується зі змісту (концепції навчання і виховання, освітніх та навчальних програм, навчального плану, електронних книг, електронних освітніх ресурсів тощо) і форм та методів організації навчання (онлайн уроків, дискусій, конференцій, віртуальних екскурсій, форумів тощо).

3. Комунікаційно-організаційний компонент, що складається з особливостей суб'єктів освітнього середовища (розподілу прав доступу), комунікаційної сфери (стилю спілкування та форми організації навчання) та організаційних умов (спільноти керівників навчального закладу, віртуальних предметних спільнот, методичних об'єднань тощо).

При використанні хмарних обчислень виділяють різні моделі обслуговування, які умовно можна розбити на три рівні (рис. 3):

Перший рівень - інфраструктура як послуга (IaaS, Infrastructure as a Service). На цьому рівні користувачі

отримують базові обчислювальні ресурси (наприклад процесори і пристрої для зберігання інформації) і використовують їх для створення своїх власних операційних систем і додатків.

Другий рівень - платформа як послуга (PaaS, Platform as a Service). Тут користувачі мають можливість встановлювати власні додатки на технологічній платформі, що надається провайдером послуги.

Третій рівень - ПО як послуга (SaaS, Software as a Service). Саме цей рівень становить найбільший інтерес для освітніх установ. В хмарі зберігаються не тільки дані, але і пов'язані з ними програми, а користувачеві для роботи потрібно тільки веб-браузер.

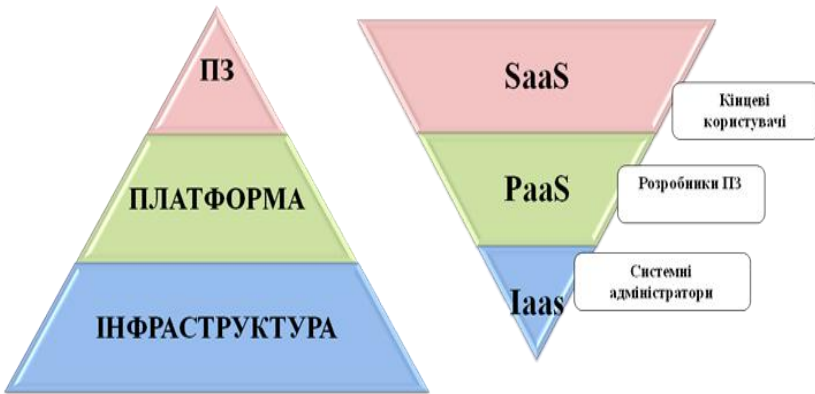


Рис. 3. Зв'язок між моделями надання хмарних технологій

Модель хмарних обчислень представлена за допомогою п'яти основних характеристик, що відрізняють їх від інших типів обчислень та інтернет-ресурсів [6]:

1. Самообслуговування за вимогою (Self Service on Demand). Споживач в разі необхідності автоматично, без взаємодії з кожним постачальником послуг може самостійно визначати та змінювати обчислювальні потужності, такі як серверний час, швидкість доступу і обробки даних, обсяг сховища даних та інші.

2. Широкий (універсальний) мережевий доступ. Обчислювальні можливості доступні на великих відстанях

мережі через стандартні механізми, що сприяє широкому використанню різнорідних (тонких або товстих) платформ клієнта (термінальних пристроїв).

3. Об'єднання ресурсів (Pooled Resources). Конфігуровані обчислювальні ресурси постачальника об'єднані в єдиний пул для сумісного використання розподілених ресурсів великою кількістю споживачів, динамічно перерозподіляючи потужності між споживачами в умовах постійної зміни попиту на них. При цьому споживачі контролюють лише основні параметри послуг, але фактичний розподіл ресурсів, що надаються споживачеві, визначає постачальник. Таким чином, хмари використовують віртуалізацію, проте віртуалізацію з доданою функціональністю.

4. Миттєва еластичність ресурсів (миттєва масштабованість). Хмарні послуги можуть швидко надаватись у використанні, розширюватись, стискатись та звільнюватись, виходячи з потреб користувача без додаткових витрат на взаємодію з постачальником, як правило, в автоматичному режимі.

5. Вимірюваний сервіс (Usage Based Service) - облік спожитого сервісу та можливість оплати лише тих послуг, що були реально спожиті. Хмарні системи автоматично управляють та оптимізують використання ресурсів за рахунок здійснення вимірів на деякому рівні абстракції (наприклад, обсяг зберігаємих даних, пропускна властивість, кількість користувачів, кількість транзакцій), що відповідає типові сервісу. На основі отриманих даних постачальник оцінює обсяг послуг, що були надані.

В роботі розглянута можливість формування у Черкаському національному університеті ім. Богдана Хмельницького (ЧНУ) майбутнього хмарно-орієнтованого середовища. Для цього проведено аналіз інформаційно-комунікаційної інфраструктури закладу. Аналіз поточної моделі навчального процесу ЧНУ дозволяє зробити висновок про те, що даний ВНЗ є багатоступеневим навчальним закладом, з вертикальною та горизонтальною структурою, спрямованою на високу якість навчального процесу і наукової роботи. Базуючись на наявній інформації, досліджено структури навчального закладу. Проаналізувавши

інформаційно-комунікаційну інфраструктуру закладу, можна зробити висновок про достатню кількість ресурсів, які можуть бути вивільнені для застосування в складі майбутнього хмарно-орієнтованого середовища.

Проектування і впровадження ІТ-інфраструктури із застосуванням хмарних технологій необхідно здійснювати у кілька етапів: вивчення можливостей сучасних хмарних сервісів, які пропонують вітчизняні і зарубіжні вендори; аналіз наявної ІТ-інфраструктури ВНЗ і з'ясування сервісів, які можна мігрувати на загальнодоступні і корпоративні хмарні платформи; розробка рішень щодо реалізації завдань; монтаж необхідного апаратного забезпечення; встановлення й конфігурування програмного забезпечення; інтеграція хмарних сервісів у ІТ-інфраструктуру ВНЗ; адаптація сервісів до потреб навчального процесу; сервісне обслуговування і супровід ІТ-інфраструктури.

На сучасному етапі розвитку ІТ доцільно створювати інфраструктуру центрів опрацювання даних (ЦОД) у ВНЗ на основі хмарних технологій по типу «приватної» («корпоративної») хмари, яка є одним з етапів еволюції ЦОД [7].

Для ЧНУ запропоновано структуру інформаційно-освітнього середовища, що включатиме в себе віртуальні бібліотеки повнотекстових електронних ресурсів та медіаматеріалів, оптимально структуровані електронні навчальні курси, середовища для індивідуальної та колективної роботи, віртуальні лабораторії та віддалені офісні додатки і систему управління навчальним процесом, яка складатиметься з засобів управління навчанням та засобів контролю знань. Весь комплекс запропонованих додатків функціонуватиме у вигляді хмарного сервісу, а отже не вимагатиме від користувачів додаткового обладнання і встановлення програмного забезпечення. Для підтримки навчальної діяльності в інформаційно-освітньому середовищі закладу можуть використовуватись такі програмні платформи, як навчально-інформаційний портал, електронний архів наукових і навчально-методичних матеріалів, вікі-портал та відео-портал.

Ресурси, що створюються безпосередньо науково-педагогічними працівниками і науковими співробітниками університету, наприклад, електронні навчальні курси, електронні варіанти навчальних посібників, методичних розробок, наукових статей та відеоматеріали можуть розміщуватись на платформах інформаційно-освітнього середовища, а світові інформаційні ресурси наукових баз даних, до яких навчальний заклад забезпечує доступ через відповідні угоди, сервіси для колективної роботи, відкриті онлайн-курси тощо, мають бути доступні для використання із зовнішніх джерел. У центрі такої ресурсної моделі (рис. 4) є навчально-інформаційний портал, де сконцентровані всі електронні освітні ресурси і посилання на зовнішні ресурси в межах електронного навчального курсу з відповідної дисципліни.



Рис. 4. Модель інтеграції ресурсів у інформаційно-освітньому

Така структура інформаційно-освітнього середовища (ІОС) може бути побудована як на базі вищого навчального закладу,

так і на базі орендованих ресурсів у центрах опрацювання даних. В ІОС має бути передбачена можливість доступу до спеціалізованого програмного забезпечення для виконання лабораторних, самостійних, курсових та дипломних робіт. Наразі, в сьогоденних умовах вже недостатньо надавати подібний доступ локально лише в комп'ютерних класах.

Для забезпечення навчальних потреб студентів на рівні програмних платформ можуть бути розгорнуті середовища програмування, моделювання та проектування, математичні і статистичні пакети, системи управління базами даних, навчальні середовища для вивчення серверних технологій і операційних систем, геоінформаційні системи тощо [7].

Побудована на основі хмарних технологій інфраструктура дасть можливість найбільш ефективно реалізувати сервіси, які має надавати інформаційно-освітній простір університету для забезпечення студентів навчальними ресурсами на сучасному рівні. Для кожної навчальної дисципліни створюється повний спектр електронних навчальних ресурсів і послуг: електронний навчальний курс, електронний посібник, навчальне відео, повнотекстові електронні копії друкованих посібників, засоби для колективної роботи, засоби для он-лайн спілкування, віртуальні лабораторні практикуми тощо.

Кожний студент, отримавши свій аккаунт у системі, має доступ на всі платформи, що містять навчально-методичні ресурси, і віртуальний робочий стіл з набором програмних продуктів для використання студентом у даному навчальному семестрі. Віртуальні робочі столи можуть працювати, наприклад на операційних системах Linux та Windows Server. Доступ до віртуального робочого столу надається за допомогою браузера.

Аналіз існуючих хмаро орієнтованих засобів навчання і підходів до їх використання надав можливість побудувати загальну модель хмарно-орієнтованого середовища, яка зображена на рис. 5. В запропонованій моделі особлива увага приділяється формуванню цілей та змісту навчання. Основний вплив на цілі та зміст здійснюють вимоги до компетенцій майбутніх фахівців, що знаходять своє відображення у галузевих стандартах освіти [8].

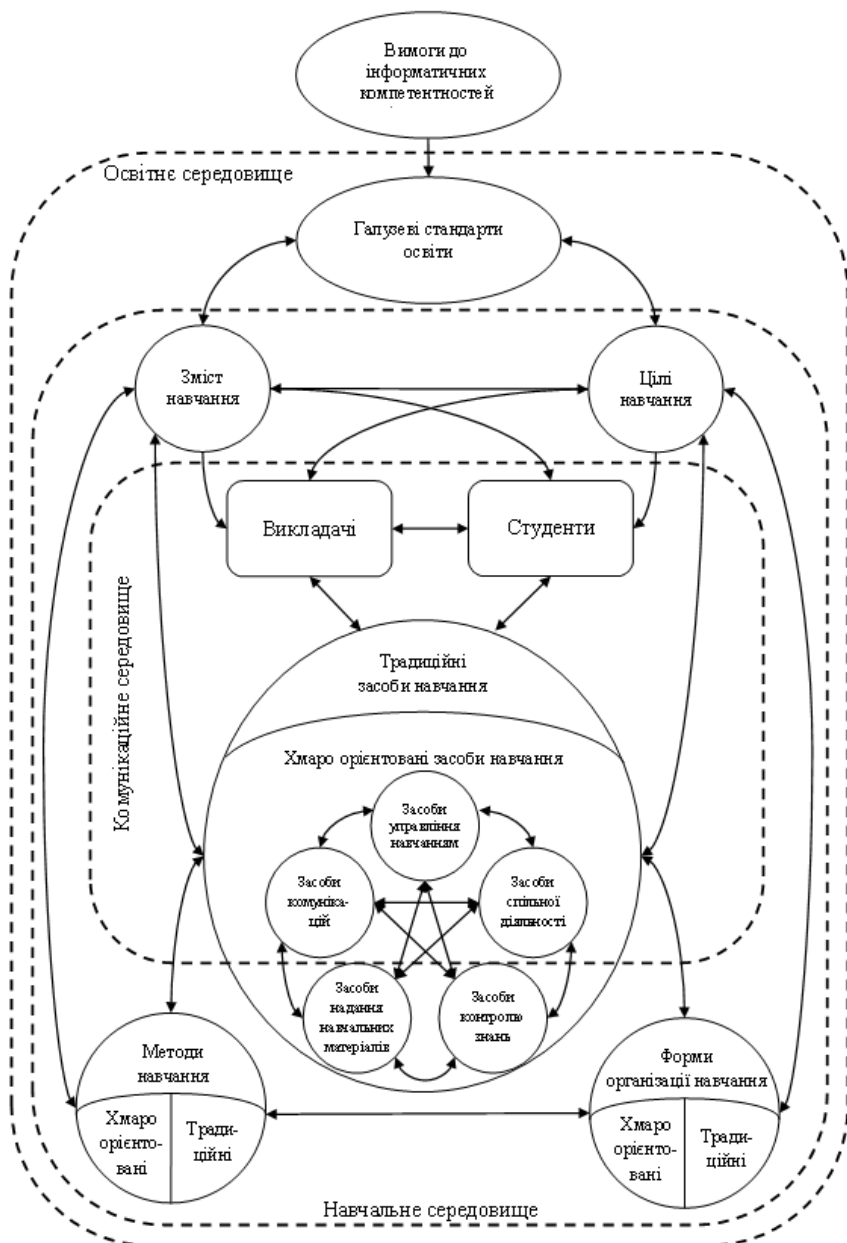


Рис. 5. Модель хмаро-орієнтованого навчального середовища

Цілі та зміст навчання відповідно впливають на добір засобів, методів та форм організації навчання. Хмарно-орієнтовані засоби навчання не замінюють, а доповнюють традиційні засоби. Їх використання у навчальному процесі надає можливість виокремити хмарно-орієнтовані методи, та хмарно-орієнтовані форми організації навчання, як такі, що реалізуються із застосуванням хмарних технологій.

За навчальним призначенням та особливістю використання можна виділити наступні категорії хмарно-орієнтованих засобів навчання [9]: засоби управління навчанням; засоби комунікації; засоби спільної діяльності; засоби надання навчальних матеріалів; засоби контролю знань.

Взаємодія суб'єктів навчального процесу, студентів та викладачів, здійснюється в такому середовищі як безпосередньо, так і за допомогою засобів ІКТ навчання, зокрема таких, як засоби управління навчанням, засоби комунікації та засоби спільної діяльності. Узагальнена модель взаємодії викладачів і студентів у хмарному середовищі показана на рис. 6.

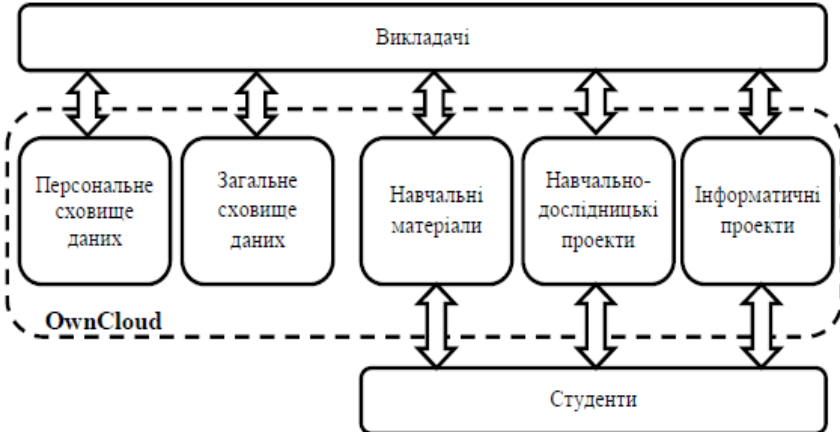


Рис. 6. Узагальнена модель взаємодії викладачів і студентів у хмарному середовищі

Проаналізувавши інформаційно-комунікаційну інфраструктуру закладу, можна зробити висновок про достатню кількість ресурсів для застосування в складі майбутнього хмарно-орієнтованого середовища.

Найбільш доцільною моделлю розгортання хмарних технологій у інфраструктурі ВНЗ є гібридна. У цьому випадку варто використовувати загальнодоступні (GoogleApps та Microsoft Office 365) і корпоративні (Cloudstack, Eucalyptus, OpenStack) хмарні платформи, найпоширеніші сервіси хмарних технологій: Яндекс, Google, Dropbox, Microsoft SkyDrive, Mega, eDisk, які можна органічно інтегрувати до традиційних сервісів ІТ-інфраструктури ВНЗ.

На сьогоднішній день дуже привабливою є пропозиція від компанії Microsoft для навчальних закладів, а саме використання Microsoft Office 365 для навчальних закладів. Microsoft Office 365 для освіти являє собою набір веб-інструментів, покликаних забезпечити ефективну співпрацю студентів з викладачами. За допомогою Microsoft Office 365 всі учасники начального процесу можуть разом працювати над завданнями та груповими проектами в реальному часі. Корпорація Microsoft пропонує для навчальних закладів три плани системи Office 365 – A2, A3 і A4. Навчальні заклади можуть підключитися до Microsoft Office 365 безкоштовно [10].

На рисунку 7 представлено комплексну систему автоматизації навчальної діяльності ВНЗ з використанням хмарних технологій на безкоштовній хмарній платформі Microsoft Office 365.

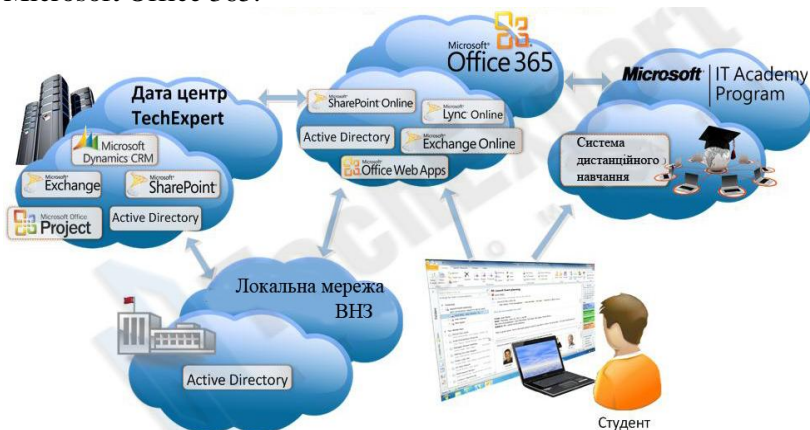


Рис. 7 Комплексна система автоматизації навчальної діяльності ВНЗ з використанням хмарних технологій на платформі Microsoft Office 365

В роботі побудовано функціональна модель у нотатції IDEF0 (рис. 8) створення хмарно-орієнтованого навчального середовища ВНЗ на основі хмарних технологій, що включає в себе функціональні блоки модернізації інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури, який в свою чергу розпадається на функції управління інформаційними ресурсами закладу, підтримки хмарно-орієнтованого навчального середовища, забезпечення захисту інформації та оновлення матеріально-технічного оснащення; управління інформаційним забезпеченням навчального закладу, що містить такі роботи, як ідентифікація користувачів, формування запитів до хмарного сховища, обробка та модифікація інформації за запитом, а також процес навчання та перепідготовки, що розкладається на процеси формування дерева курсів та навчальних програм, реєстрації студентів, проходження навчання та контролю знань.

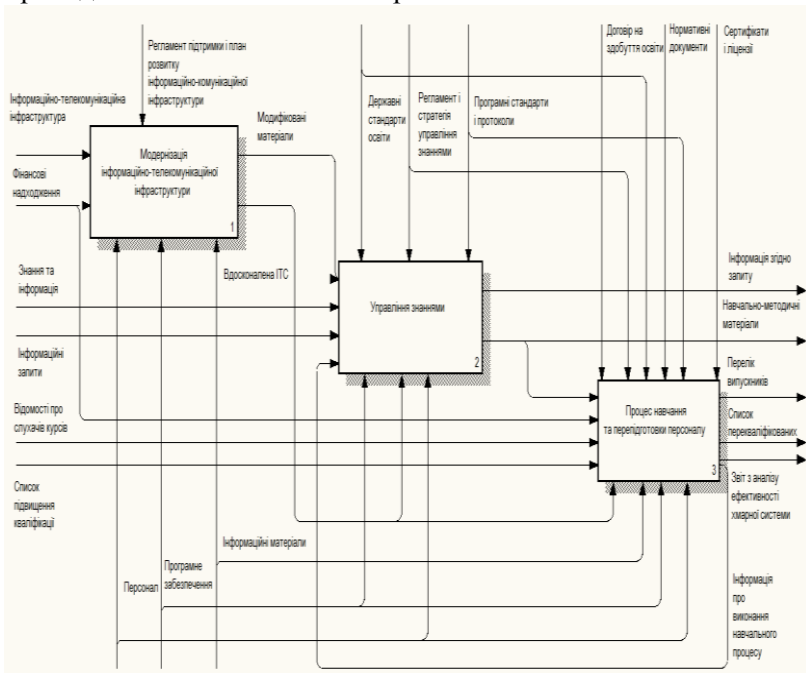


Рис. 8. Функціональна модель у нотатції IDEF0 створення хмарно-орієнтованого навчального середовища ВНЗ

На базі розробленої функціональної моделі розроблена модель модель хмарно-орієнтованої навчальної інформаційної системи ВНЗ (рис. 9).

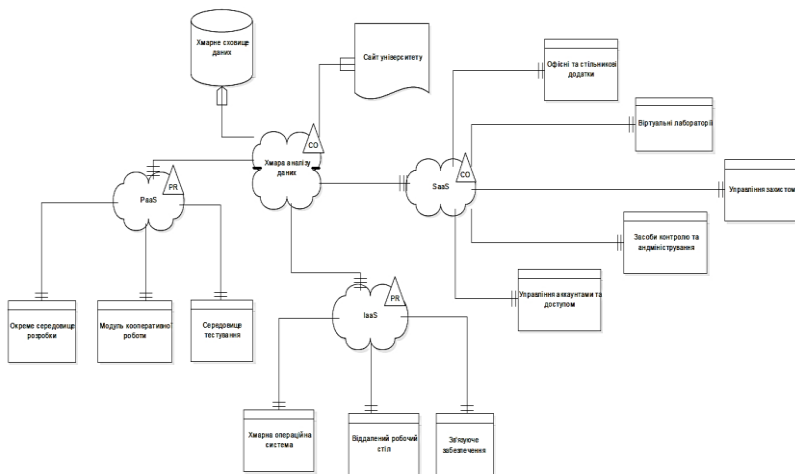


Рис 9. Модель хмарно-орієнтованої навчальної інформаційної системи ВНЗ

Запровадження єдиної технологічної платформи для розгортання хмаро орієнтованого освітнього середовища вищого навчального закладу сприяє вирішенню численних проблем щодо уніфікації архітектури середовища, об'єднання технологічної інфраструктури навчання в єдину мережу, організації ширшого доступу до кращих зразків електронних ресурсів і сервісів.

Висновок за результатами досліджень. Одним з найбільш актуальних питань сучасних засобів навчання є інтеграція в освітній процес хмарних технологій та побудова хмарно-орієнтованого навчального середовища. Хмарно-орієнтованому навчальному середовищу можна дати наступне визначення – інформаційно-комунікативне середовище навчального закладу, в якому окремі дидактичні функції, а також деякі принципово важливі функції здійснення наукових досліджень передбачають доцільне координоване та

інтегроване використання сервісів і технологій хмарних обчислень.

Технологія хмарних обчислень відкриває широкі можливості для індивідуального й колективного навчання, інтерактивної взаємодії, формування спільнот суб'єктів педагогічного процесу з метою мотивації, самоорганізації, обміну знаннями й досвідом, взаємної підтримки, забезпечує доступ до необхідних інформаційних ресурсів усім учасникам освітнього процесу, сприяє ефективному управлінню і моніторингу, та, загалом, ефективній інформаційній взаємодії [10].

Хмарні технології є ефективним інструментом формування відкритого освітнього середовища починаючи з рівня окремого ВНЗ і завершуючи галуззю освіти в цілому.

Список використаних джерел:

1. Бабій Ю. О. Хмарні обчислення проти розподілених обчислень: сучасні перспективи / [Ю. О. Бабій, В. П. Нездоровін, Є. Г. Махрова, Л. П. Луцкова] // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. — 2011. — № 6. — С. 80–85.
2. Ромашова О. «Облачные» технологии в образовании [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://wiki.vspu.ru/workroom/tehnol/index>.
3. Шишкіна М. П. Проблеми інформатизації освіти України в контексті розвитку досліджень оцінювання якості засобів ІКТ / М. П. Шишкіна, О. М. Спірін, Ю. Г. Запороженко // Електронне фахове видання. Інформаційні технології і засоби навчання. — 2012. — №1 (27). — Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/632/483>.
4. Биков В. Ю. Технології хмарних обчислень — провідні інформаційні технології подальшого розвитку інформатизації системи освіти України / В. Ю. Биков // Комп'ютер у школі та сім'ї. — №6. — 2011. — С. 3–11.
5. Кулюткин Ю. Образовательная среда и развитие личности / Ю. Кулюткин, С.Тарасов // Образовательная среда как средство социализации личности: сб. материалов IX регион. науч.-практич. конф. учащейся и студ. молодежи, Брест, 16 марта 2012 г. – Брест : БрГУ, 2013. – 146 с.

6. Джонс М. Т. Анатомія обlačної інфраструктури хранения даних [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cl-cloudstorage>.
7. Глазунова О. Г. Проектування архітектури хмарно-орієнтованого інформаційно-освітнього середовища для підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій [Електронний ресурс] / О. Г. Глазунова // Інформаційні технології і засоби навчання. — Том 44, №6. — Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/viewFile/1133/875>.
8. Рассовицька М. В. Розробка моделі хмаро орієнтованого середовища навчання інформатичних дисциплін студентів інженерних спеціальностей / М. В. Рассовицька, А. М. Стрюк [Електронний ресурс]. — Режим доступу: conf.iitlt.gov.ua/Images/.../stattya_14_1418034668_file.doc
9. Рассовицька М. В. Система хмаро-орієнтованих засобів навчання інформативних дисциплін студентів інженерних спеціальностей / М. В. Рассовицька // Хмарні технології в освіті : матеріали Міжнародного семінару (Київ – Кривий Ріг – Черкаси – Харків – Луганськ – Херсон – Чейні, 26 грудня 2014 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2014. – С. 34-36
10. Шуклин А. Топ-6 обlačних хранилищ даних / А. Шуклин [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://digit.ru/technology/20130731/403909541.html/>
11. Копняк Н. Моделювання й інтеграція сервісів хмаро орієнтованого навчального середовища : монографія / [Копняк Н., Корицька Г., Литвинова С., Носенко Ю., Пойда С., Седой В., Сіпачова О., Сокол І., Спирін О., Стримило І., Шишкіна М.] ; / за заг. ред. С. Г. Литвинової. — К. : ЦП «Компринт», 2015.- 163 с.

2.5. ОПТИМІЗАЦІЯ СПЕКТРУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ СУПРОВОДУ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ У ВИЩІЙ ШКОЛІ

Анотація. *Метою дослідження є оптимізація засобів інформатизації навчального процесу у вищій школі. Задачею дослідження є аналіз наявного переліку інформаційних апаратних та програмних засобів, придатних для використання у процесі підготовки фахівців у вищих навчальних закладах. Об'єктом дослідження є процес використання сучасних інформаційних продуктів у навчальному процесі. Предметом дослідження є використання інформаційних систем і технологій спеціалізованого і загального призначення в навчальному процесі. Проаналізовані основні засоби інформаційного супроводу навчального процесу при підготовці фахівців економічного напрямку, їх ефективність при викладанні навчальних дисциплін різних циклів, можливі шляхи оптимізації впровадження сучасних інформаційних продуктів у навчальний процес. Результати дослідження частково використані при викладанні дисциплін математичного циклу, частково заплановані до подальшого застосування у фаховій підготовці економістів.*

Ключові слова: навчальний процес, інформаційні технології, прикладні спеціалізовані інформаційні системи.

Поряд із об'єктивною необхідністю «інформатизації» процесу викладання, викликаною, з одного боку, рівнем розвитку сучасних технічних засобів комунікації [1], а з іншого – співвідношенням обсягу аудиторних годин та тематичним наповненням програм навчальних дисциплін, виникає серйозна проблема: наскільки така «інформатизація» дозволить досягнути бажаної ефективності навчального процесу.

Якщо коротко класифікувати інформаційні засоби, що знайшли на сьогодні своє застосування у навчальному процесі, то їх можна розділити на такі групи:

- елементарні засоби виконання обчислень і розрахунків;
- програмні продукти загального призначення для роботи з даними;
- засоби накопичення та передачі інформації різного

типу;

- спеціалізовані інформаційні системи для обробки даних;
- інформаційні системи навчального призначення;
- соціальні мережі.

Спробуємо проаналізувати оптимальну частку кожної з груп у навчальному процесі. Для об'єктивності слід зазначити, що такий аналіз базуватиметься на особистому баченні автора ролі сучасних інформаційних технологій і продуктів при вивченні студентами дисциплін різного характеру – гуманітарних і природничих, фундаментальних і спеціалізованих.

Подивимося на проблему з точки зору освітнього процесу, який можна вважати органічним поєднанням наукового пошуку зі здобуттям нових знань і умінь. Таке поєднання якнайкраще проявляє роль сучасних інформаційних засобів створення, накопичення, обробки та передачі інформації в житті суспільства.

Практика показує, що автоматизація розрахункових операцій передбачає досягнення трьох основними цілей:

- а) мінімізації часу на виконання цих операцій,
- б) забезпечення необхідної точності отриманого результату,
- в) розуміння його адекватності стосовно умов застосування.

При відсутності одного з факторів потрібно вміти проаналізувати, на якому етапі дослідження була допущена помилка чи виникає неадекватність. Особливо такий підхід важливий для фахівців економічного напрямку та менеджерів, де задачі містять велику кількість чинників, що впливають на результат. Тому засоби типу калькулятора, навіть і програмованого, не здатні повністю задовольнити потреби дослідника, а тим більше студента, для якого ще не повністю зрозумілими є вагові співвідношення між досліджуваними чинниками.

Очевидно, що використання у процесі навчання сучасних інформаційних продуктів та технічних засобів обробки і передачі даних цілком позитивно сприяє реалізації перших двох факторів. Автоматизована обробка числової та логічної

інформації (починаючи від табличних процесорів типу MS Excel з його модулем «Пошук рішення» до аналітичних програм типу Origin Pro та Statistica), можливість доступу до широкого спектру спеціалізованих програм економічного характеру (типу 1С Бухгалтерія, Парус, Підприємець тощо) роблять навчальний процес наповненим та ефективним, поєднуючи процес отримання фахових знань із вивченням засобів їх практичної реалізації. Важливо тільки, щоб навчальні плани передбачали можливість вивчення студентами відповідного програмного забезпечення під керівництвом фахівця, котрий ґрунтовно може пояснити загальні принципи та особливості роботи з відповідними програмами.

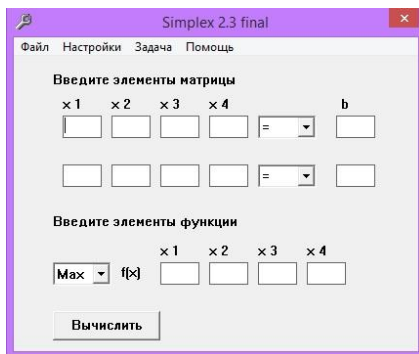


Рис.1. Діалогове вікно програми SimplexWin

Разом з тим, часто можна зіткнутися з ситуацією, коли, швидко (по часу), але «сліпе» (з точки зору візуалізації проміжних кроків) отримання результату шляхом використання певного програмного продукту (наприклад, програми SimplexWin [2] (рис.1) для знаходження оптимального розв'язку задачі лінійного програмування) не дозволяє студентові ознайомитися з змістовим боком задачі, оцінити адекватність отриманого результату, проаналізувати можливі альтернативні шляхи його досягнення. У цьому випадку доцільно використовувати у навчальному процесі програмні продукти, що дозволяють деталізувати процес отримання остаточного результату.

Як показує досвід, такі програмні продукти практично

відсутні у вільному доступі й використовуються корпоративно як наслідок розв'язання вузькоспеціалізованих задач або є результатом досліджень у рамках виконання дипломних та магістерських робіт (наприклад, програма для знаходження розв'язку задачі лінійного програмування (ЗЛП) графічним методом, розроблена випускником спеціальності «Економічна кібернетика» ЧТЕІ КНТЕУ Вудвудом Владиславом, керівник доц. Семчук А.Р., рис.2). Така програма дозволяє студентам, викоористовуючи «діалог» з комп'ютером за допомогою діалогових вікон і підказок, покроково отримати оптимальний розв'язок ЗЛП для задач різного типу, спостерігаючи за процесом побудови багатокутника розв'язків і впливом кожного обмеження математичної моделі на результат.

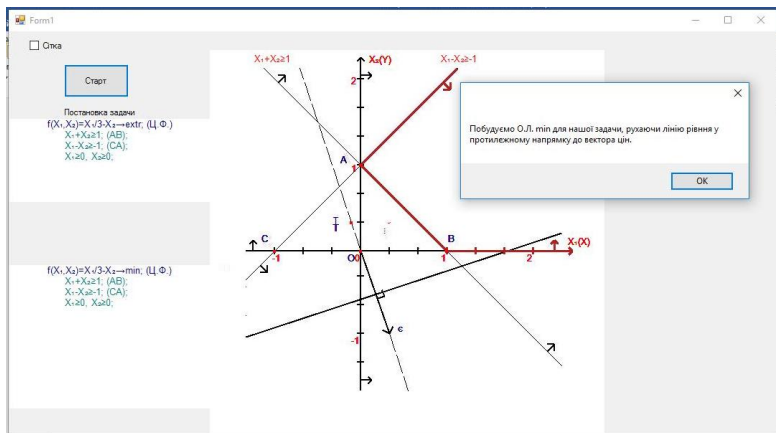


Рис. 2. Вигляд робочого вікна програми розв'язування ЗЛП графічним методом

Ще однією проблемою може стати використання платформ дистанційного навчання. Звичайно, їх зручність, доступність інтерфейсу та функціональні можливості, особливо платформи Moodle (рис.3) викликають лише позитивні відгуки. Викладач має змогу розташувати на сервері теоретичний матеріал у будь-якому форматі, завдання для практичних, лабораторних чи семінарських занять, отримати від студента результат їх виконання (з можливістю редагування чи коригування) та опублікувати результати перевірки виконаних завдань з

відповідними коментарями. Організована реєстрація студентів на сервері дистанційного навчання на початку навчання дає їм доступ до матеріалів потрібних навчальних дисциплін, можливість віддаленого спілкування з викладачем та змогу поглибленого вивчення дисципліни (при наявності на сервері таких методичних матеріалів).

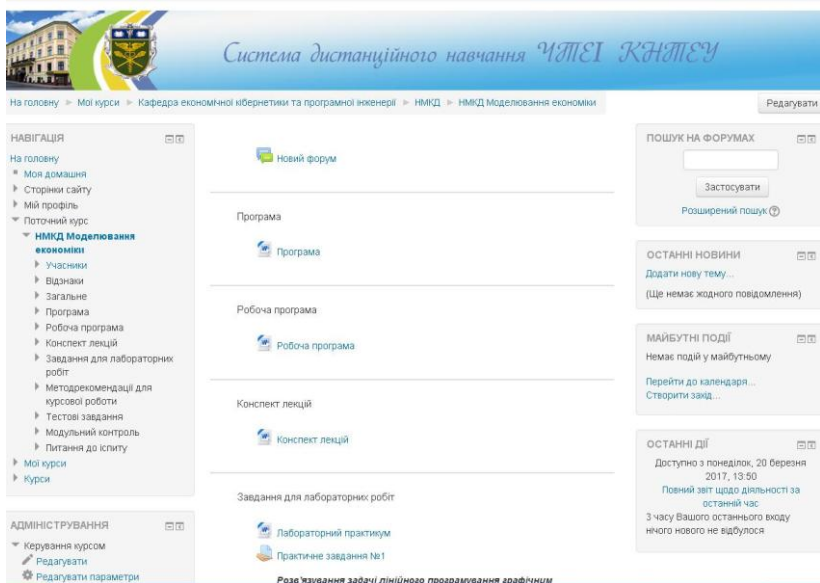


Рис.3. Вікно системи дистанційного навчання ЧТЕІ КНТЕУ на платформі Moodle (версія 2.8)

Однак, зважаючи на сьогоденні реалії щодо якості знань та здатності до самостійного навчання основної маси нинішніх випускників загальноосвітніх шкіл, дистанційна форма навчання та контролю знань, як показує досвід, викликає серйозні роздуми щодо ефективності такого навчання, особливо при тотальному його використанні. Як показує статистика [3], на початковому етапі навчання викладачі змушені значний обсяг часу присвятити процесові виведення знань студента на рівень, потрібний для викладання основного матеріалу дисципліни. На жаль, нинішній формат зарахування абітурієнтів не дозволяє об'єктивно оцінити можливості майбутніх студентів щодо оволодіння вибраним фахом.

Найбільшою мірою це стосується викладання фундаментальних дисциплін природничого циклу, де безпосереднє спілкування «викладач-студент» дозволяє, по-перше, сформувати у студента логічно-чітке розуміння матеріалу (що важливо при його подальшому застосуванні), а, по-друге, персоналізувати способи ліквідації упущень при вивченні окремих тем в різних загальноосвітніх навчальних закладах.

Певним чином вказану проблему дозволить ліквідувати перехід від дистанційних курсів до персональних навчальних систем, які, в доповнення до звичних атрибутів дистанційних курсів, контролюють процес набуття знань студентом, виписуючи для кожного з них індивідуальну траєкторію вивчення матеріалу залежно від ступеня оволодіння кожною конкретною темою. Звичайно, це вимагає від викладача великих витрат часу й зусиль, оскільки підготовка матеріалів для персональної навчальної системи передбачає розробку великої кількості дрібних елементів, пов'язаних з відгалуженнями від основної траєкторії при невиконанні окремих завдань курсу.

Одним зі шляхів активного використання інформаційних ресурсів є створення у навчальних закладах локальних мереж з персоналізованим доступом для всіх викладачів, співробітників і студентів. Наявність такої мережі дозволяє:

викладачеві:

- 1) зберігати в мережі необхідні документи і методичні матеріали, що виходять за межі дистанційного курсу;
- 2) мати доступ до них з будь-якого комп'ютера мережі;
- 3) публікувати оперативну інформацію для студентів чи різних структурних підрозділів навчального закладу;
- 4) користуватися відносно потужним захистом інформації в мережі (на відміну від особистих ресурсів);

студентові:

- 1) мати доступ до робочої інформації, що стосується навчального процесу (результати виконання завдань, графік занять, розклади занять, контактні дані кафедр та викладачів тощо);
- 2) в ході аудиторних практичних чи лабораторних занять гарантовано використовувати потрібний дидактичний

інтерактивного спілкування, можна використати цілий ряд функціональних додатків, які допоможуть при проведенні досліджень, наприклад, додаток «Будівник графіків» (рис.4). Враховуючи масове захоплення студентів спілкуванням у соціальних мережах, можна рекомендувати їм використання такого додатку при перевірці результатів дослідження функцій, виконаних аналітично, методами диференціального числення. Можливість масштабування побудованого графіка, доступність форми запису функцій, великий перелік операторів, поданий у довідковій таблиці додатку, дозволяє студентові отримати графічне зображення практично будь-якої функціональної залежності.

Власне, перелік практично корисних додатків в соціальних мережі досить широкий, важливо лише, щоб студенти знали про їх існування та використовували за призначенням.

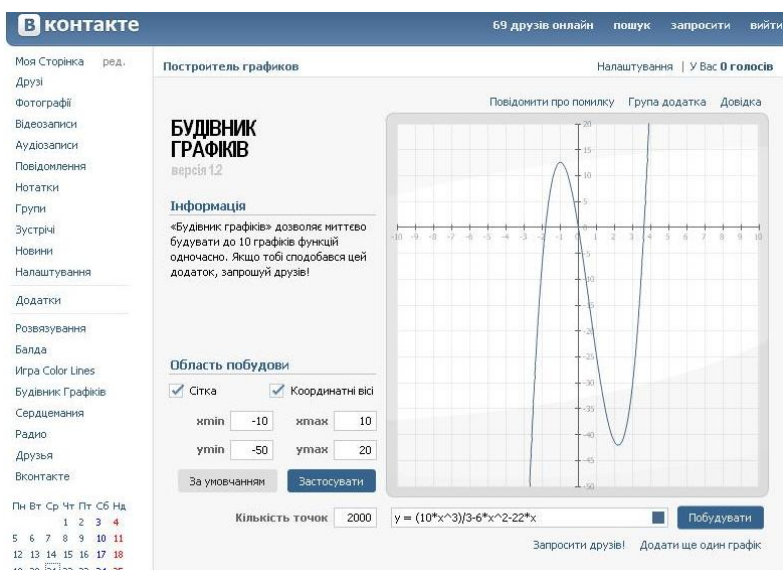


Рис. 5. Вікно додатку «Будівник графіків» соціальної мережі ВКонтакте

Наведені приклади використання сучасних засобів «інформатизації» навчання демонструють широкий спектр можливостей для студентів, як з точки зору отримання ними

навчального матеріалу, так і засобів його опрацювання та оперативного віддаленого зв'язку з викладачем. Достатньо широкий перелік спецкурсів, пов'язаних з вивченням можливостей і правил використання сучасних інформаційних ресурсів сприяє активізації інтерактивного спілкування студентів як з викладачами, так і з «банком» навчальної інформації. При цьому головне завдання викладача – зробити таке спілкування максимально наповненим змістовно та оптимізованим по часу. Адже, незважаючи на гнучкий графік процесу навчання кінцеві терміни вивчення для кожної навчальної дисципліни та необхідність проходження підсумкового контролю знань регламентовані кожним навчальним закладом.

Що ж стосується самих викладачів, то їм, на нашу думку, варто детально зважити, наскільки використання сучасних досягнень науки і техніки позитивно вплине на глибину розуміння студентами матеріалу та їх здатність самостійно аналізувати не лише отримані результати, але й можливі шляхи їх досягнення. Адже існує певна принципова відмінність між навчальними дисциплінами гуманітарного характеру, де інформація часто потребує звичайного накопичення з подальшим використанням у фаховій діяльності, і природничими дисциплінами, процес засвоєння яких базується на логічному ієрархічному взаємозв'язку між темами, об'єктами, поняттями і законами. Плюс необхідність обробки значних масивів числової інформації з дотриманням необхідної точності даних.

З огляду на сказане, очевидним стає той факт, що нинішній викладач змушений поєднувати в своїй діяльності всі форми роботи зі студентами. До основних видів такої роботи можна віднести [4]:

- а) традиційні аудиторні заняття (лекції, семінари, практичні та лабораторні заняття);
- б) індивідуальні консультації (при реалізації індивідуальних навчальних графіків вивчення дисципліни);
- в) використання електронних засобів навчання (електронні підручники та посібники, спеціалізоване програмне забезпечення, персональні навчальні системи);
- г) дистанційне навчання (вивчення дисципліни з

використанням засобів дистанційного спілкування та контролю знань студента).

Кожен з наведених видів організації навчального процесу має свої переваги, допустимий рівень використання різноманітних інформаційних засобів і технологій, роль та «ваговий коефіцієнт» яких визначається змістом відповідної навчальної дисципліни. Наприклад, при вивченні дисциплін математичного та інформаційного циклів важливим елементом є досвід та знання викладача, його здатність оперативно оцінити рівень засвоєння матеріалу студентами, реалізація можливості звернути увагу студентів на особливості розв'язання практичної фахової задачі наявними способами та засобами. Адже, зазвичай, у підручниках, навчальних посібниках, методичних рекомендаціях наведені лише загальні моменти, що стосуються предмету вивчення. І в цьому випадку роль традиційного аудиторного спілкування «викладач-студент» важко переоцінити.

При організації навчального процесу шляхом складання і реалізації індивідуального навчального графіку факт безпосереднього спілкування залишається, але достатньо вагомим стає можливість оцінювання викладачем особистого рівня засвоєння матеріалу студентом, що дає змогу «персоналізувати» графік вивчення дисципліни.

За останні роки різко зросла кількість електронних програмних продуктів навчального характеру, за допомогою яких користувач може самостійно оволодівати знаннями в тій чи іншій галузі, а також виконувати цілий ряд маніпуляцій з даними різного характеру. Такі засоби значно скорочують час обробки даних, мають приємний користувацький інтерфейс, у багатьох випадках характеризуються наявністю додаткових навчальних модулів.

Можна також відзначити й слабкі сторони кожної з форм навчання. Зокрема, основні проблеми при використанні класичного, аудиторного навчання пов'язані на сьогодні з надзвичайно малим обсягом виділеного навчальними планами аудиторного часу порівняно з програмою. Особливо це стосується фундаментальних дисциплін. Індивідуальне навчання дозволяє певною мірою компенсувати цю невідповідність, однак, зважаючи на певні часові рамки

вивчення дисципліни таку форму досить складно «втиснути» в графік навчального процесу.

Використання електронних засобів навчання, як і дистанційна форма, вимагають, насамперед, внутрішньої мотивації студента, наявності у нього відповідних базових знань, а також можливості доступу до комп'ютерної мережі з відповідними параметрами. Не зайве буде відзначити й низький рівень якості окремих електронних видань, автори яких допускають відхід від усталеної термінології, вводячи «новітні» терміни та поняття, що утруднює розуміння студентом змісту матеріалу. І, що саме основне, – студент має вміння самостійно організувати і контролювати власний процес вивчення дисципліни, оскільки відповідний контроль з боку викладача, згідно з вимогами останнього часу, є лише підсумковим.

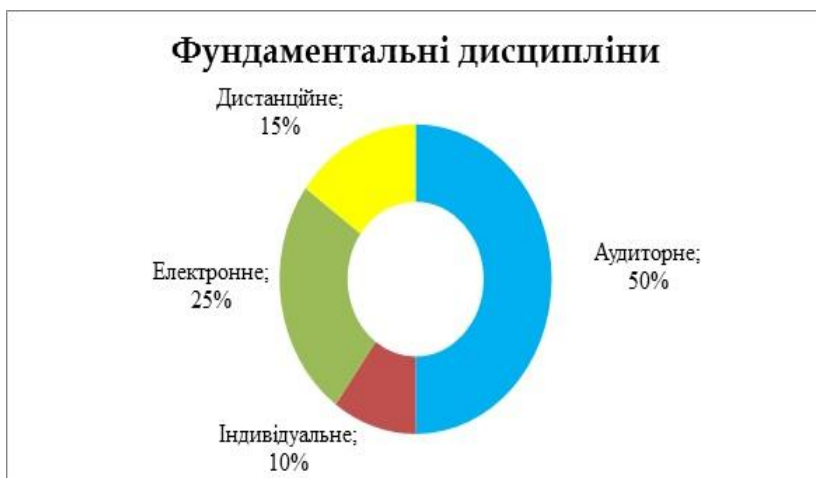


Рис. 6. Доцільне співвідношення часток різних форм навчання при вивченні фундаментальних дисциплін

Враховуючи всі наведені міркування, можна констатувати, що для нинішнього середньостатистичного студента при вивченні дисциплін фундаментального характеру залишається важливим фактор безпосереднього спілкування з викладачем в достатньо великому обсязі часу саме у формі «очі-в-очі» (рис. 6). А використання інших форм навчання покликане лише

доповнити чи поглибити процес навчання, узгодивши його з реальними можливостями студента та викладача щодо додаткових знань.

Що ж стосується спецкурсів, які студенти вивчають переважно на другому-п'ятому роках навчання, то тут співвідношення може бути іншим (рис. 7), оскільки студент вже має певні навички самостійної роботи над матеріалом, знає правила пошуку та обробки потрібної інформації.

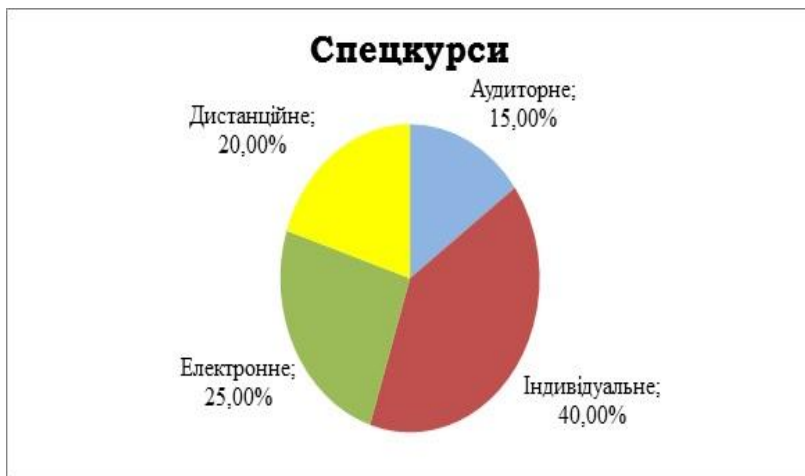


Рис. 7. Доцільне співвідношення часток різних форм навчання при вивченні спецкурсів.

Варто зазначити, що викладач повинен мати право (і можливість) регулювати наведені співвідношення залежно від рівня сприйняття матеріалу групою, темпу навчання тощо. Це дасть змогу до моменту закінчення процесу навчання максимально використати наявні ресурси і час для засвоєння студентами якомога більшого обсягу матеріалу.

Як підсумок, наголосимо на тому, що процес впровадження сучасних досягнень ІТ-сфери в освітніх закладах не повинен стати самоціллю, оскільки ми маємо справу з певними особливостями сприйняття різнотипного матеріалу студентами. Тому важливо, щоб студент, застосовуючи ту чи іншу програму чи інформаційну систему, ґрунтовно розібрався не лише у правилах її використання, але й в суті самого

процесу проведення обчислень, зрозумів можливі альтернативні рішення, умів з цілого переліку засобів вибрати оптимальний.

Можливими критеріями такої оптимальності можуть слугувати:

а) співвідношення затраченого на використання ресурсу часу відносно загального часу вивчення дисципліни;

б) можливість виправлення зроблених помилок та врахування цього викладачем;

в) здатність реалізувати доступ до ресурсу з різних апаратних засобів (стаціонарного комп'ютера, ноутбука, планшета, смартфона тощо);

г) вартість використання ресурсу.

Список використаних джерел

1. Воронкін О. Періодизація розвитку інформаційно-комунікаційних технологій навчання / О. Воронкін // Вища освіта України. – 2014, №3. – С. 109-116.

2. Програма SimplexWin 3.0 [Електронний ресурс]. Заголовок з екрану. – Режим доступу: http://freesoft.ru/simplexwin_v30.

3. Бурачек В. Р. Фактори впливу на рівень викладання математичних дисциплін студентам економічних спеціальностей / В. Р. Бурачек / Матеріали Міжнародної наукової конференції, присвяченої 80-річчю від дня народження Михайла Павловича Ленюка, 28-30 жовтня 2016, Чернівці. – Чернівці : ЧФ НТУ ХП. – С. 68-70.

4. Закон України «Про освіту» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1060-12>.

2.6. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ АГРАРНИХ ВНЗ

Мета дослідження - підвищення якості оцінювання процесу дистанційного навчання шляхом розробки інформаційної технології моніторингу підсистеми дистанційної освіти аграрного ВНЗ. *Об'єкт дослідження* – процес дистанційного навчання в режимі он-лайн. *Предмет дослідження* – методи та засоби моніторингу процесу дистанційного навчання в аграрному ВНЗ. *Методи дослідження* містять загальнонаукову методологію проведення досліджень та принципи системного підходу; методи тематичного дослідження. *Результати дослідження* - розглянуті і проаналізовані сучасні технології моніторингу і забезпечення якості вищої освіти, сформульовані основні принципи і критерії майбутньої системи моніторингу дистанційної освіти аграрних ВНЗ як інтелектуальної складної експертної системи.

Сучасним стандартом електронних систем дистанційного навчання є розширена та модифікована версія стандарту SCORM, що отримала назву Experience API (xAPI), де особлива увага приділяється задачам забезпечення інтерактивності процесу навчання та моніторингу його перебігу.

Дані, отримані в ході моніторингу, слід розглядати в якості інформаційної основи для ефективного управління освітнім процесом в організації, що є інноваційним майданчиком, для вдосконалення його змістовних, методичних, організаційних сторін.

Ключові слова: дистанційна освіта, система моніторингу дистанційної освіти, інтелектуальна система дистанційної освіти.

Постановка проблеми. Впровадження технологій дистанційного навчання в навчальний процес є одним із пріоритетних завдань інформатизації освіти [1 – 26], реалізація якого є необхідною для забезпечення належного рівня якості сучасної освіти. Однак, незважаючи на важливість

поставленого завдання, високий пріоритет якого зазначений у постановах Міністерства освіти і науки України, стан дистанційної освіти в Україні потребує покращення, а електронні системи дистанційного навчання, що використовуються у навчальних закладах, не завжди відповідають новим тенденціям та вимогам.

Значним досягненням у розвитку дистанційного навчання стала розробка стандарту SCORM, що є основою для більшості електронних систем дистанційної освіти, які в останні роки були масово впроваджені українськими навчальними закладами у зв'язку із законодавчими вимогами. Однак системи, реалізовані відповідно до стандарту SCORM, найпопулярнішою з яких є система Moodle, реалізують тільки частину потреб дистанційного навчання [1].

Сучасним стандартом електронних систем дистанційного навчання є розширена та модифікована версія стандарту SCORM, що отримала назву Experience API (xAPI), де особлива увага приділяється задачам забезпечення інтерактивності процесу навчання та моніторингу його перебігу.

Дистанційне навчання є популярним напрямком досліджень серед вчених різних країн протягом досить довгого періоду часу. Значний внесок у дослідження та розробку електронних систем дистанційного навчання зробили такі зарубіжні та вітчизняні вчені, як В.М. Глушков, О.М. Довгялло, О.П.Мінцер, Г.С. Теслер, В.Ю. Биков, П.І. Федорук, А.Ф. Манак, В.М.Кухаренко, Б. Холмберг, М.Дж. Мур, Г. Кьозлей, Р.Р. Бартон, Т.С. Бірн тощо.

Однак процесу моніторингу дистанційного навчання, що дозволяв би виконувати аналіз перебігу процесу навчання у динаміці, належної уваги досі не приділялося. Традиційним засобом реалізації задачі моніторингу дистанційного навчання є генерація звітів, що дозволяють виконати тільки ретроспективний аналіз деяких результатів процесу навчання та не відображають його динаміку. Зважаючи на це, завдання побудови системи моніторингу процесу дистанційного навчання є актуальним.

Мета і задачі дослідження. Мета - підвищенні якості оцінювання процесу дистанційного навчання шляхом розробки

інформаційної технології моніторингу підсистеми дистанційної навчання аграрного ВНЗ.

Задачами дослідження визначено: аналіз сучасного стан процесу дистанційного навчання; аналіз існуючої системи критеріїв його оцінювання та визначення динамічних характеристик в режимі он-лайн навчання; розробка основних підходів щодо побудови архітектури системи моніторингу підсистеми дистанційного навчання; розробити модель процесу дистанційного навчання в режимі он-лайн.

Об'єкт дослідження – процес дистанційного навчання в режимі он-лайн.

Предмет дослідження – методи та засоби моніторингу процесу

дистанційного навчання в аграрному ВНЗ.

Методи дослідження містять загальнонаукову методологію проведення досліджень та принципи системного підходу. Теоретичною основою дослідження є наукові праці провідних вітчизняних і зарубіжних вчених у галузі дистанційного навчання, проектування інформаційних комп'ютерних систем.

1. Сутність моніторингу для систем дистанційної освіти в аграрних ВНЗ

Головна вимога сьогодення для вищих навчальних закладів – автоматизація учбового процесу, позбавлення рутинності, підвищення ефективності роботи за рахунок використання інформаційних і телекомунікаційних технологій, надання освітніх послуг з використанням WEB-ресурсів. При цьому для їх ефективного використання викладач повинен володіти певними специфічними вміннями [27]:

- застосовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології в підготовці, аналізі, корегуванні учбового процесу, управлінні навчальним процесом і навчально-пізнавальною діяльністю студентів;

- підбирати раціональні методи і засоби навчання, враховувати індивідуальні особливості студентів та їх схильності;

- ефективно поєднувати традиційні методичні системи навчання з новими інформаційно-комунікаційними технологіями.

Розглядаючи освітній процес як об'єкт управління з точки зору системного підходу, можна зазначити: освітній процес – це процес перетворення знань і умінь студентів до навчання (вхід системи) в знання і вміння, які необхідні і задовольняють вимогам самих студентів, безпосередньо освітній заклад та інші зацікавлені сторони (вихід системи і її мета). Освітній процес складається з ряду взаємодіючих компонент, таких як науково-педагогічний склад, навчальне середовище, окремі студенти, а управління реалізується за допомогою управлінських рішень на всіх рівнях ієрархії організаційної структури освітньої установи (механізм управління) на основі результатів моніторингу (зворотний зв'язок) параметрів процесу. При цьому необхідно враховувати, що прийняття управлінських рішень в разі відхилень від нормативно заданих значень буде ефективним тільки в тому випадку, якщо вони прийняті на ранньому етапі виявлення, коли система знаходиться в стані стійкості. Періодичність оцінювання повинна відповідати динаміці процесу навчання, тобто моніторинг придбаних в процесі навчання знань і навичок повинен проводитися з періодичністю, яка дозволяє вводити необхідні корективи безпосередньо в навчальний процес. В результаті оцінювання формуються рейтинги на основі принципів робастної статистики які є стійкими в математичному сенсі оцінками досліджуваних процесів, а сам прогрес чи регрес в процесі навчання кожного студента визначається на основі оцінки статистично значущих збільшень або зменшень рейтингів за період моніторингу системи дистанційної освіти (СДО).

У сучасній світовій практиці у вигляді основної технології моніторингу і забезпечення якості вищої освіти використовують методи бенчмаркінгу. Основна ідея бенчмаркінгу полягає у визначенні та адаптації передових досягнень в даній області до умов власної організації. Бенчмаркінг, який спочатку призначався для використання в різних галузях бізнесу, сьогодні успішно застосовується для оцінки освітніх систем в Європі і Америці.

Існують два види бенчмаркінгу - критеріальний (перевірка відповідності якому-небудь критерію) і кількісний [28]. Критеріальний підхід визначає еталонні ознаки кращої

практики в досліджуваній області. В даному підході в якості орієнтиру виступає перелік істотних ознак, що дозволяє більшості організацій використовувати на практиці даний підхід для оцінки своїх досягнень самостійно або із залученням експертів. У той же час визначення еталонних ознак і їх оцінка досить трудомістке питання, що має спірні моменти при виявленні «кращої практики».

Кількісний підхід заснований на порівнянні абсолютних або наведених значень показників із заданою величиною, він дозволяє виявити передовий досвід в досліджуваній області. Крім того, при проведенні моніторингу освітніх систем часто виділяють оцінку процесів, а не результатів. Оцінка результатів набагато важливіша, а оцінка процесів повинна відбуватися тільки тоді, коли безпосередній вимір результатів стає неможливим.

Загалом виділяють наступні шість категорій оцінки моніторингу [11]:

1. Стратегія і управління - якість документування цілей і завдань в СДО і в організаційних документах вузу.

2. Інформаційно-технічне забезпечення - готовність і відповідність інформаційно-технічної інфраструктури завданням СДО.

3. Навчально-методичне забезпечення - наявність і відповідність стандартів навчально-методичного забезпечення вузу вимогам СДО.

4. Середовище навчання - відповідність електронних засобів доставки навчального контенту і організації навчання вимогам СДО.

5. Підтримка - відповідність системи онлайн- і офлайн-підтримки студентів і співробітників вузу вимогам СДО.

6. Кількісні показники СДО - показники масштабу використання СДО у вузі.

Кожна з категорій оцінки розкривається кількома показниками, які в свою чергу розкриваються через індикатори моніторингу.

Окремою категорією серед систем дистанційної освіти виділяють інтелектуальні системи дистанційного навчання (ІСДН) на базі Інтернет-технологій [15]. Використання таких систем дозволяє краще врахувати індивідуальні особливості

студентів і слухачів, при цьому ІСДН повинні мати наступні властивості:

1) забезпечувати автоматизацію управлінських функцій: реєстрація студентів, забезпечення навчального процесу (доступ до навчально-методичних матеріалів, контроль знань, відстеження встановлених термінів навчання, зв'язок з викладачами за допомогою e-mail);

2) імітувати спілкування викладача зі студентами і студентів між собою (дискусії, дошки оголошень, e-mail), тобто забезпечується індивідуальний підхід і спільна групова робота;

3) забезпечувати самостійне вивчення навчальних матеріалів студентами і тестування (тобто контроль засвоєння навчального матеріалу може здійснюватися без особистої участі викладача);

4) покращувати якість інформаційного і навчально-методичного забезпечення, на основі сучасних інформаційних технологій.

Сама організація дистанційної освіти, зводиться до правильної побудови моделі мотивованої самоосвіти. Сукупність методологій і методів дослідження для побудови моделі мотивованої системи самоосвіти надзвичайно широка, тут застосовуються підходи які ґрунтуються на методології системного аналізу, технології оперативного і інтелектуального аналізу даних, методах соціологічних досліджень, методи аналізу і обробки емпіричних даних. А інформаційні технології є основою для розробки нових освітніх методик, карт знань дисциплін і механізмів навігації, формування систем контролю та моніторингу знань, компетенцій і результатів навчання, механізмів зворотного зв'язку, цілісного ставлення до змісту дисципліни, посилення мотивації студентів і багато іншого.

Крім достоїнств дистанційної освіти існує низка проблем, які заважають широкому впровадженню і використанню як сучасних освітніх технологій, так і процесів моніторингу СДО [12]:

- висока трудомісткість розробки курсів дистанційного навчання, що постійно збільшується з високими вимогами до кваліфікації розробників та необхідністю залучення сторонніх

розробників програмного забезпечення, і великої кількості фахівців з різних областей знань;

- висока вартість побудови СДО, що включає в себе: матеріальні витрати на технічне оснащення; підготовку кваліфікованих науково-педагогічних кадрів, здатних працювати в нових умовах і застосовувати характерні для дистанційної освіти методики, використовувати сучасні програмно-технічні засоби; постійний розвиток навчальних курсів і матеріалів; організацію системи моніторингу та оцінки якості освіти; організацію методичної роботи та інше;

- необхідність в сучасній технічній базі і готовності до використання засобів дистанційного навчання. Необхідно організувати тренінги по роботі з самої навчальною системою, з програмним і технічним забезпеченням, що застосовуються в СДО і необхідність в попередньому навчанні може виникати не тільки у студентів, а й у викладачів, консультантів і тьюторів;

- відсутність прямого спілкування між студентом і викладачем, що є серйозним психологічним бар'єром, подолання якого відбувається досить важко, навіть за умови використання відеоконференцій та ін.;

- необхідний рівень практичних знань, обумовлений складністю проведення лабораторно-практичних занять, викликану віддаленістю від експериментальних установок, натурних зразків та інших засобів практичного освоєння отриманих знань;

- загальна орієнтація на гуманітарні знання, так у середовищі практикуючих фахівців склалося враження, що за допомогою технологій дистанційної освіти можна навчити тільки гуманітарних знань, але не інженерним чи біолого-технологічним наукам;

- головне те, що для дистанційного навчання потрібна жорстка самодисципліна, а його результат безпосередньо залежить від самостійності і свідомості студентів і слухачів.

Однією з основних перешкод поширенню СДО в сфері аграрної освіти є те, що більшість студентів - сільські жителі, що обумовлює низьку оснащеність їх необхідною для роботи оргтехнікою, а також недостатньо якісні канали зв'язку. Саме остання обставина може призвести до відступу від класичних принципів e-Learning в контексті дистанційної освіти.

При проведенні моніторингу якості СДО необхідно також комплексно проаналізувати наступні ключові компоненти:

- виконання всіх обіцянок студентам, в тому числі тих, що стосуються компетентності після закінчення навчання;
- розуміння і задоволення потреб клієнта;
- моніторинг результатів навчання фахівців, динаміку їх розвитку та зростання добробуту;
- планування і досягнення бізнес-результатів діяльності наукових шкіл;
- виконання всіх юридичних і договірних зобов'язань бізнес-партнерів;
- виконання і моніторинг внутрішніх стандартів освіти щодо результатів і процесів;
- узгодження внутрішніх стандартів діяльності ВНЗ зі стандартами галузевих міністерств;
- проходження акредитації;
- участь в міжнародних і державних рейтингах;
- системна робота по формуванню позитивного іміджу ВНЗ;
- проведення періодичної атестації (освітніх продуктів, тьюторів, адміністраторів і персоналу);

Моніторинг повинен носити комплексний характер і забезпечити виявлення та оцінку результативності діяльності освітньої організації в режимі інновацій.

Загалом виділяють наступні етапи створення систем моніторингу:

1 етап - завдання на моніторинг. На даному етапі визначаються: цілі і завдання, об'єкт і предмет, вимоги до інструментарію, терміни проведення.

2 етап - створення робочого проекту моніторингу. На другому етапі визначаються методи та форми проведення дослідження; розробляється критеріальний апарат, технологія обробки результатів; створюється проект інструменту; плануються проведення опитувань; можливі форми аналізу; варіанти представлення результатів користувачам; уточнюється необхідне ресурсне забезпечення.

3 етап - узгодження проекту. Узгодження з керівником програми діяльності, яка була вироблена в процесі підготовчої роботи.

- 4 етап - проведення моніторингу.
- 5 етап - обробка результатів.
- 6 етап - первинний аналіз результатів.
- 7 етап - обговорення (валідизація).
- 8 етап - підготовка заключного документа.

9 етап – розробка комплексу заходів по впровадженню результатів.

Також для проведення моніторингового дослідження необхідно підготувати пакет відповідних документів, який включає: наказ про проведення моніторингу; список робочої групи; план-графік проведення моніторингу; програму моніторингу; інструментарій для збору інформації. Наказ є підставою для проведення моніторингу. У списку робочої групи вказуються особи, які залучені до проведення моніторингу. У плані-графіку відображаються етапи моніторингу із зазначенням термінів, співвиконавців і результатів кожного етапу. У програмі моніторингу вказується мета, завдання, об'єкт і предмет дослідження, а також комплекс критеріїв і показників, адекватних поставленій меті.

Критеріями результативності моніторингу виступають якісні або кількісні показники, на підставі яких можна оцінити результат. Критерій зазвичай виражається через показники, показники, в свою чергу, спостерігаються і піддають фіксації результати педагогічної і управлінської діяльності. До ознак показників відносять: діагностичність, достовірність, валідність, комплексність і нейтральність. Для поведінки моніторингу також важливо розробити інструментарій для збору і аналізу необхідної інформації, та формування інформаційної бази.

Дані, отримані в ході моніторингу, слід розглядати в якості інформаційної основи для ефективного управління освітнім процесом в організації, що є інноваційним майданчиком, для вдосконалення його змістовних, методичних, організаційних сторін. Відповідно, найважливіша вимога, що пред'являється до моніторингу, полягає в отриманні практично корисною, надійною і достатньої інформації, яка може бути використана для аналізу ситуації і подальшого прийняття подальших управлінських дій, спрямованих на вдосконалення якості діяльності освітньої організації, що знаходиться в режимі

інновації.

Немаловажним фактором є те, що система контролю і оцінювання навчальної діяльності в рамках організації поетапного моніторингу дистанційного навчального процесу розвиває у студентів уміння контролювати себе, критично оцінювати свою діяльність, виявляти помилки і знаходити шляхи їх усунення. Таким чином, зовнішня оцінка доповнюється змістовної самооцінкою студентів і слухачів, яка служить спонукальним механізмом їх саморегуляції і саме самостійна діяльності стає запорукою їхньої успішності. При самооцінці студенти дають змістовну і розгорнуту характеристику своїх результатів, та аналізують свої достоїнства і недоліки, але якщо студент оцінює себе неадекватно, це може означати, що викладач допустив у своїй діяльності помилку. Тоді викладач повинен проаналізувати свою роботу, відшукати в ній недоліки, що призводять до формування неадекватної самооцінки студента.

Таким чином, використання поняття моніторингу в освіті досить широке, однак його зміст схильний до сильної трансформації. Найзначніші зміни в поняття моніторингу були внесені процесами персоніфікації та технологізації. Саме вони дозволяють виділити значну кількість дефініцій, які пов'язані з моніторингом: освітній моніторинг, педагогічний моніторинг, інформаційний моніторинг, моніторинг якості та ін. Зміст цих понять може бути виділено за рахунок опису і співвіднесення з реалізацією СДО та оцінкою ефективності самого моніторингу, що дозволяє більш чітко розмежувати сферу використання різних форм моніторингу.

Подальший розвиток СДО на практиці все більше пов'язаний не стільки з інформаційним ресурсним забезпеченням, скільки з попередньою підготовленістю студента до навчання з використанням віртуального середовища. Все більш важливим стає вміння викладача організувати процес самостійної роботи студента в інформаційно-освітньому середовищі, його спілкування в системі мережевого навчання. Подальші дії по організації дистанційного навчання студентів повинні передбачати заходи щодо організації для кожного студента індивідуального інформаційно-освітнього середовища «віртуального

університету» з поступовим нарощуванням обсягу мережевого спілкування до рівня самостійної роботи в середовищі. Впровадження методів соціологічного моніторингу та дослідження СДО у взаємозв'язку із запитамі споживачів і регіонального соціально-економічної середовища надають можливість прогнозувати можливі результати, вносити коригувальні дії в індивідуальну підготовку студента, забезпечувати необхідну якість і ефективність навчання за рахунок постійного вдосконалення управління і застосування інноваційних технологій освіти.

При впровадженні систем дистанційної освіти в АПК на сьогоднішній день найбільш перспективними напрямками є розвиток консорціуму з регіональної дистанційної освіти для фахівців в галузі вищої освіти і регіонального агробізнесу, а також розробка моделі освітньо-науково-виробничого кластера для формування ефективної системи підготовки кадрів аграрного сектора економіки. Таке партнерство повинно сприяти підвищенню конкурентоспроможності, затребуваності і інвестиційної привабливості не окремо взятого університету, а цілого кластера, до складу якого входять засновники і стратегічні партнери.

Можна виділити наступні основні підходи до проектування майбутнього моніторингу (в тому числі СДО) для АПК: а) широке поширення систем проектування майбутнього і практики їх застосування; б) широке інформування про причини, корисність і перспективи застосування систем проектування майбутнього; в) ефективне навчання застосуванню технологій проектування майбутнього; г) відтворення і «розширена підготовка» фахівців, що володіють технологіями проектування майбутнього. Ці рішення можуть бути забезпечені новим інструментом - когнітивними центрами [13]. Завданням когнітивного центру є моделювання, стратегічне прогнозування, планування, побудова моделей ефективної взаємодії суб'єктів управління для моніторингу і забезпечення процесу прийняття рішень для конкретних управлінських задач. При цьому висувається ряд вимог: 1) до структури діяльності: наявність людино-машинної, експертної компоненти для поповнення обмежених за обсягом даних і включення цієї компоненти на основі

корегуючого зворотного зв'язку, а не на основі експертного імперативу; 2) до математичних методів моделювання: використання верифікованих і адекватних моделей; візуалізація результатів для забезпечення наочності моделей; 3) до когнітивних інтегруючих рішень: вони повинні забезпечувати інтеграцію компонент і різнорідних суб'єктів, їх ефективну комунікацію в усіх процедурах і сценаріях; 4) до процедур вбудовування в структури управління: когнітивний центр як інструмент має бути прозорим, органічним і контрольованим відповідними структурами; 5) до сценаріїв застосування в метасуб'єктному управлінні: вони повинні вирішувати питання прогнозування, проектування, планування, створення, контролю і аналізу ефективності метасуб'єктного управління; 6) до взаємодії когнітивних центрів: центри повинні обмінюватися кейсами розв'язаних проблем, створювати віртуальні робочі групи, спілкуватися у віртуальному просторі; 7) до розвитку: неможливість перетворення суб'єкта на об'єкт і неможливість побудови майбутнього за рахунок підпорядкування суб'єктів єдиній «волі», з одного боку, і вигоді від суб'єктності, тобто самостійності у визначенні власної поведінки суб'єктами в природній, тобто недовизначеній і такій, що нелінійно змінюється ситуації, з іншої сторони [14]. Таким чином, постає питання створення системи віртуальних когнітивних центрів, які представляють собою таку структуру, що саморозвивається та може бути використана для координації і рішення задач моніторингу АПК, а також виступає в ролі мережі учбових центрів для підготовки відповідних фахівців. Аналіз показує, що на сьогодні оптимальними інструментами інформаційного моніторингу соціально-економічного розвитку є ситуаційно-кризові центри (СКЦ).

2. Функції, основні складові та особливості моніторингу дистанційної освіти в аграрних ВНЗ

Практична реалізація моделей моніторингу ефективності інновацій ВНЗ вказує на наявність низки суперечностей між існуючим «стереотипом» описового підходу до оцінки результативності інновацій та необхідністю виявлення критеріїв і показників, що дозволяють коректно оцінити ефективність реалізації інновацій, а також традиційними

освітніми установами із сталими освітніми практиками та потребою з боку держави і суспільства в використанні адекватних систем оцінювання впроваджених інновацій. Наявність даних протиріч зумовило проблему даного дослідження, яка полягає в необхідності обґрунтування змісту моделі моніторингу ефективності інновацій в системах дистанційної освіти (СДО), особливостей їх складових, критеріїв і показників [3-9, 26, 27].

Поява відповідної правової бази в Україні дало потужний імпульс для розвитку дистанційної післядипломної освіти, але ще більш важливим і з організаційної, і з економічної точки зору є підвищення кваліфікації фахівців без відриву від основної роботи. Крім того, не менш важливою перевагою дистанційної освіти є ефективне використання інтелектуального і творчого потенціалів науково-педагогічних кадрів, можливість створення науковцями і викладачами сучасних освітніх програм, які постійно оновлюються і актуалізуються. З'являються нові можливості на основі краудсорсінгу і ноосорсінгу, які проводяться в професійному середовищі, а також визначаються пріоритети в плані створенні середовища, в якому безперервне поповнення знань стає нагальною потребою у фахівців.

Впровадження інноваційних освітніх технологій є одним із шляхів оновлення змісту і форм організації навчального процесу, забезпечення рівного доступу до здобуття сучасної якісної освіти і, загалом, реалізації Національної доктрини розвитку освіти.

Також необхідно зазначити чинники, що негативно впливають на організацію інноваційної діяльності в вищих навчальних закладах (ВНЗ) в цілому, і недоліки в діяльності органів управління освітою: 1) відсутність цільових інвестицій в інноваційні процеси; 2) недостатній рівень теоретичної та науково-методичної підготовки кадрів; 3) недостатній рівень діяльності регіональних психологічних служб по психологічному супроводу інноваційних процесів; 4) недостатній рівень навчально-матеріальної бази ВНЗ; 5) періодичність моніторингових досліджень інноваційної діяльності освітніх навчальних закладів; 6) недостатній рівень пропаганди серед абітурієнтів і фахівців новітніх освітніх

інновацій; 7) відсутність координації роботи ВНЗ при апробації та впровадженні освітніх інновацій; 8) проблеми наукового супроводу інноваційної освітньої діяльності з боку вищих навчальних закладів і галузевих наукових організацій; 9) відсутність нормативно-правової бази, яка підтверджує статус експериментальних навчальних закладів; 10) недостатнє впровадження в практику роботи органів управління освітою і керівників ВНЗ управлінських освітніх інновацій.

Об'єктом моніторингу СДО буде виступати інноваційне перетворення, а предметом - оцінка ефективності реалізації інновацій, в свою чергу джерелами моніторингу будуть виступати: а) документи, що підтверджують використання інновацій; б) результати опитувань, анкетування, інтерв'ювання та інше; в) матеріали фокус-груп; г) матеріали аналізу публікацій за напрямками розвитку інновацій. В свою чергу система моніторингу інновацій дозволить: 1) проводити кількісний і якісний аналіз процесу розробки і реалізації інновацій; 2) аналізувати ефективність інноваційних змін; 3) виявляти факти, що перешкоджають повноцінному впровадженню інновацій, елементи «напружень» в системі; 4) визначати динаміку кількісних і якісних показників, що характеризують ефективність процесу інноваційних перетворень.

Найбільш важливим етапом побудови інформаційної системи моніторингу є визначення принципів організації системи та оцінки її результативності. Існуючі аналітичні системи моніторингу в основному орієнтовані на оптимізацію витрат на персонал, планування і технічне прогнозування наукових досліджень і розробок, здійснення аналізу результативності діяльності. Для створення ефективної інформаційно-аналітичної системи моніторингу необхідно розглянути основні принципи побудови базової моделі [10, 23, 25]: 1) створення персоніфікованої бази даних реєстра співробітників, методів обліку і процедур аналізу; 2) розробка алгоритму оцінки результативності та потенціалу наукової діяльності; 3) можливість для моніторингу на постійній основі. Також інформаційна база системи повинна мати можливість збору даних за наступними напрямками: 1) активність публікації і цитованість наукових робіт, їх індекс цитування; 2)

державна система підготовки науково-педагогічних кадрів; 3) міжнародна діяльність, закордонні гранти; 4) участь науково-педагогічних кадрів в госпдоговорах і грантах, а також цільових програмах.

Зміна одного з цих елементів може призводити до змін інших залежних від нього факторів, тому при побудові системи необхідно враховувати комплексний вплив зовнішніх і внутрішніх факторів, що не зводиться до їх простої суми. Тому аналітична система моніторингу СДО повинна містити у собі інформаційну та керуючу складові для ефективного використання потенціалу організації, з доданими для раціонального прийняття рішень функціями накопичення, зберігання і переробки даних і управління [20].

Крім цього необхідно враховувати те, що сучасні технології в інформаційному суспільстві постійно наближають віртуальну середу до людини, що живе в реальному суспільстві. Сучасна людина керує не матеріальними об'єктами, а символами, ідеями, образами, інтелектом, знаннями, тобто виникає потреба вирішувати проблеми специфічного інформаційно-екологічного характеру: інформаційної безпеки особистості і суспільства, інформаційних війн, управління і маніпуляції масовою свідомістю, комп'ютерної злочинності, віртуалізації міжособистісного спілкування, збереження людської суті в умовах створення штучного інтелекту та інше [24].

Система дистанційної освіти як соціальна організація і технологія ґрунтується на практичному використанні знань про особливості взаємодії людини з інфокомунікаційними технологіями для безперервної освіти та самоосвіти, застосуванні інтерактивних технологій в організації віртуального навчального процесу. Інфокомунікаційні технології – це сутнісна характеристика сучасного освітнього процесу, а високі освітні технології - іманентна властивість ефективного дистанційного навчання.

Принципи цілісності, структурності і додатковості як методологічні принципи розвитку освітнього процесу також дозволяють вирішити проблему суперечності освітнього процесу, яка виникає при невідповідності традиційних підходів і нових освітніх технологій; визначити шляхи розвитку

структури освітнього процесу; об'єднати традиційні та інноваційні компоненти освітнього процесу в цілісній системі дистанційного навчання; поєднати стратегії інструктивізму і конструктивізму в навчанні; подолати протиріччя репрезентацій учасників інноваційної освітньої діяльності; узагальнити існуючі види комунікативної компетентності; визначити перспективи когнітивного навчання.

Одними із основних факторів розвитку дистанційної освіти є: необхідність підготовки професіоналів-інтелектуалів, творчих працівників, здатних координувати, накопичувати і передавати знання; активний пошук механізмів вдосконалення організаційно-управлінської структури; позитивні наслідки глобалізації, інтернаціоналізації та інформатизації освіти, що дозволяє поєднувати технократичні тенденції, раціоналістичні погляди і гуманітарну культуру. Традиційна форма організації навчання, де в основі лежить живе інтерактивне спілкування викладача і студента, поки домінує в освітніх потребах студентів, але дистанційна модель освітньої системи залишається повністю затребуваною. Це залежить від того, що рівень вимог для використання інформаційно-комунікаційних технологій в освіті значно вище, ніж реальні знання, навички та вміння студентів, а також тому, що дистанційна форма навчання є відносно новою формою для вищої освіти, яка поки не отримала широкого практичного застосування. Також необхідно враховувати те, що, крім великої кількості комп'ютерних програм, представлених у вигляді супертьюторів, профтьюторів, комплеїв, R-тьюторів та ін., дистанційна модель навчання передбачає постійне використання таких видів телекомунікацій, як телеконференції, телетьюторінгі, різноманітних імпрінтингових відеофільмів та слайд-лекцій, які потребують значних фінансових витрат.

При цьому необхідно враховувати те, що розвиток галузевої, наприклад для АПК, системи оцінки якості дистанційної освіти вимагає комплексного вирішення наступних завдань [21]:

- впровадження нових механізмів стимулювання інноваційної діяльності ВНЗ, виходячи із потреб соціально-економічного розвитку регіону, району та ін.

- участь в розробці державних освітніх стандартів

- розробка контрольних матеріалів для галузевого моніторингу;
- оснащення галузевих центрів оцінки якості освіти і їх кадрове забезпечення, таких як Державна установа «Науково-методичний центр інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності вищих навчальних закладів «Агроосвіта»;
- підвищення кваліфікації працівників освіти з питань оцінки якості освіти;
- розробка і придбання контрольних матеріалів на предмет сформованості ключових компетентностей і соціального досвіду;
- створення центрів сертифікації тестів;
- проведення моніторингу готовності студентів і слухачів до подальшого фахового навчання;
- проведення комплексного моніторингу навчальних досягнень студентів та слухачів;
- систематизація аналітичної інформації про якість освіти;
- організація внутрішнього моніторингу, включаючи оцінку позанавчальних досягнень, індивідуального прогресу слухачів і студентів;
- формування пропозиції про розподіл додаткових субвенцій між регіональними утвореннями за критерієм «якість освіти»;
- формування мережі освітніх установ, які можуть застосовувати єдину автоматизовану інформаційну систему оцінки якості освіти на єдиній платформі апаратно-програмних засобів і методичного інструментарію;
- інформування громадськості про стан системи освіти через впровадження в практику публічних доповідей, розміщення відповідної інформації на сайтах та ін.;
- використання результатів незалежного оцінювання для формування профільних класів, а також для нарахування стимулюючої частини заробітної плати працівників ВНЗ;
- навчання експертів, що беруть участь в проведенні контрольно-наглядових процедур (акредитації, ліцензування, тощо);
- розробка та затвердження методичних рекомендацій щодо формування систем якості освіти в загальноосвітніх установах;

- організація громадського обговорення системи показників, що характеризують якість освіти;
- розробка рейтингової системи оцінки освітніх установ, що враховує цільову орієнтацію на виконання консолідованого замовлення місцевої громади (або галузі) на освіту;
- розробка нормативної бази і програмного забезпечення для електронної системи обліку позанавчальних досягнень слухачів і студентів;
- систематизація та проведення заходів щодо забезпечення інформування роботодавців та зацікавлених осіб про результати проведення контролю і оцінки якості освіти;
- розробка концепції регіональної оцінки ефективності освітніх систем і створення єдиної регіональної бази результатів оцінювання;
- розробка контрольних матеріалів компетентнісного характеру для оцінки ключових компетентностей і надпредметних знань і умінь в освітніх установах;
- ведення моніторингу результативності заходів з модернізації системи оцінки якості освіти;
- використання галузевих систем електронного документообігу для побудови системи автоматизованого моніторингу оцінки якості освіти;
- формування галузевих інформаційних системи мережі освітніх послуг;
- створення інструментарію для моніторингу довгострокових планів реструктуризації мережі сільських шкіл, а також малочисельних шкіл;
- використання світового досвіду для розробки нових технологій розрахунку та моніторингу ефективності діяльності органів управління освітою;
- розробка галузевих нормативних правових актів, що регламентують роботу системи оцінки якості освіти;
- робота із засобами масової інформації та в соціальних мережах, проведення вебінарів з метою формування нового розуміння результатів освітньої діяльності;
- розвиток франчайзингових відносин між учасниками освітнього процесу і зацікавленими структурами;
- аутсортинг послуг моніторингових організацій;
- розробка освітніми установами (разом із виробниками)

переліку основних галузевих компетентностей слухачів і студентів;

- формування постійного процесу вдосконалення процедури ліцензування, акредитації, а також зміна критеріальної бази оцінки якості дистанційної освіти;

- розробка програми виявлення інформаційних потреб основних цільових груп користувачів і забезпечення вдосконалення форм і методів їх інформування;

- проведення моніторингових досліджень сформованості ключових компетенцій школярів, розробка форми єдиного документа, що відображає позанавчальні досягнення учнів;

- побудова рейтингу освітніх установ із врахуванням показників та особливостей дистанційної освіти;

- надання можливості освітнім установам для реалізації програм, що забезпечують високу якість освіти, в тому числі по підтримці обдарованих студентів, у результаті чого буде відбуватися перехід до нелінійного розуміння якості освіти;

- стимулювання зміни психології керівника, педагога в частині постановки задач своєї діяльності;

Особливу увагу сьогодні необхідно звертати на складання портфоліо слухача або студента, яке, з одного боку, відображає всі його досягнення (в тому числі і позанавчальні), а з іншого, надає їх в технологічній формі. Вкрай цікавим предстає досвід Сумського національного аграрного університету по розробці системи показників «грошової вартості» магістрів, який являє втілення концептуального цілісного підходу в реалістичній формі для представників галузі.

3. Принципи побудови інтелектуальної складової системи моніторингу дистанційної освіти в аграрних ВНЗ

Принципи побудови інтелектуальної складової системи моніторингу дистанційної освіти в аграрних ВНЗ на базі інтелектуальної системи дистанційного навчання істотно відрізняється від традиційних технологій навчання та в основному спирається на самостійне вивчення курсу студентом, причому значна частина роботи викладача перекладається на сучасні системи навчання з інформаційними технологіями (ІТ). Важливим завданням та принципом побудови системи моніторингу дистанційної освіти на основі інтелектуальної складової в контексті успішності

дистанційного навчання є підготовка та адаптація з урахуванням особливостей індивідуального навчального середовища, що здатне надати індивідуалізований доступ до ресурсів, який відповідає цілям і потребам користувача [1, 23, 26].

Фактично навчальні системи набувають знання експерта-викладача та доводять їх до студента. Тому можна констатувати [1, 23, 26], що основною особливістю дистанційної освіти є надання студентам можливості самостійно отримувати необхідні знання, використовувати сучасні ІТ. Можливість індивідуалізації навчання є одним з найважливіших переваг використання ІТ у навчальному процесі. Все це сприяє тому, що сьогодні існує проблема забезпечення індивідуалізованого навчання в дистанційній освіті, яка полягає в розробці методів, технологій та програмних засобів створення адаптивних систем дистанційного навчання на базі інтелектуальних, хмарних ІТ. Методика викладання передбачає в процесі засвоєння матеріалу студентом у рамках однієї дисципліни реалізацію підходу з використанням моделі управління адаптивним навчанням, що будується на основі теорії кінцевих автоматів Мура. Процес навчання розглядається як дискретний процес, що характеризується деякими стійкими станами Q_i системи. Формалізована модель управління програмованим навчанням у вигляді автомата Мура. На кожному кроці і роботи з об'єктами учень отримує від системи навчальні вплив x_i - деякий обсяг навчального матеріалу Ry_i , представлений у вигляді сукупності текстової (гіпертекстової) gy_i , статичної графічної py_i , анімованої графічної та відео - інформації vy_i , а також аудіоданих ay_i .

В свою чергу [1, 23, 26] індивідуалізація навчального середовища за базі інтелектуальної складової системи дистанційної освіти допомагає студенту зрозуміти місце навчальної інформації в навчальній програмі, а також надає додаткові можливості для самостійного розширеного знайомства з предметною областю навчання.

4. Особливості організації підсистеми дистанційного навчання в аграрних ВНЗ

Інформатизація та комп'ютеризація освіти дозволяє по-

новому поглянути на навчальний процес і його організацію у аграрному вищому навчальному закладі. Традиційні форми та методи навчання в умовах інформатизації освіти потребують переосмислення. Потрібно звернути увагу на декілька ключових моментів [1]:

1. Специфіка аграрного ВНЗ – вивчення об'єктів різноманітної природи (тварин, рослин, технічних засобів, економічних процесів, технологічних процесів переробки сільсько-господарської продукції). Це ускладнює розробку єдиного стандарту до проведення занять.

2. Більшість викладачів мають консервативний погляд щодо нововведень у навчальний процес.

3. Велика кількість викладачів будь-якого предметного профілю не можуть використовувати сучасні комп'ютерні технології у щоденній роботі зі студентами, тому що не вміють працювати з такими технологіями, а також не володіють методикою застосування інформаційних, телекомунікаційних, комп'ютерних та мультимедійних продуктів у навчальному процесі.

Проблема, що розглядається можна визначити наступними тезами [2]:

1. При впровадженні електронних технологій навчання необхідним є дотримання як загальних педагогічних принципів, так і принципу психолого-педагогічної доцільності застосування технологій.

2. Рівень проведення занять за новітніми технологіями залежить від професійної компетенції викладача із застосування засобів інформаційно-комунікаційних технологій.

3. Викладач, що використовує новітні технології в навчанні, повинен розумітися на тому, які ключові освітні компетенції формуються за допомогою засобів мультимедіа.

4. Викладач, що використовує новітні технології в навчанні, повинен розумітися на тому, як на різних етапах заняття застосовувати можливості мультимедіа.

5. Проведення занять з використанням новітніх технологій повинно розглядатися з позиції системного підходу та теорії управління.

6. Застосування технології проектування різних видів

навчальних занять дозволяє підвищити наукову організацію праці викладача, наслідками якої є оптимізація процесу навчання.

7. Застосування e-learning технологій при проведенні занять дозволяє покращити результати процесу навчання.

Інформаційні технології навчання (ІТН) можна визначити, як сукупність електронних засобів і способів їх функціонування, які використовуються для реалізації навчальної діяльності. До складу електронних засобів входять апаратні, програмні і інформаційні компоненти, способи застосування яких вказуються в методичному забезпеченні ІТН.

Вимоги до архітектури освітньої системи (специфікація LTSA) представлені стандартом ISO IEEE P1484.1/D8 - 2001-04-06 [2].

Згідно стандарту, нову комп'ютерну технологію навчання, яка проектується, необхідно розглядати як багаторівневу інформаційну систему, що складається з численних елементів, об'єднаних складними зв'язками. Дослідження складових інформаційного забезпечення учасників процесу навчання в умовах сучасних форм організації освітнього процесу визначає необхідність розгляду і процесу навчання як інформаційної системи.

При розробці методів і способів проектування такої інформаційної системи використовується системний підхід із застосуванням аналізу і синтезу системи, виділенням завдань інформаційного забезпечення учасників учбового процесу, їх класифікацію, способи організації інформаційної бази завдань і методів доступу до них об'єктів навчання.

Характеристиками такої моделі є:

- можливість формального опису процесів навчання і контролю знань;

- можливість оцінки показників ефективності альтернативних технологій навчання;

- можливість рішення задач оптимізації учбового процесу з урахуванням обмежень (економічних, ергономічних, технічних) і цільових функцій (показники ефективності учбового процесу).

У дистанційному навчальному процесі основою є

цілеспрямований, організований, інтерактивний процес взаємодії студентів між собою, студента і викладача, а також студентів із засобами навчання. Дистанційний курс при цьому розглядається як особлива форма надання забезпечення і організації навчальної дисципліни або певної її частини.

Важливими факторами ефективності підсистеми дистанційного навчання є наступні: готовність студентів і викладачів до використання системи електронного навчання, наявність необхідних програмних платформ для надання студентам навчальних послуг в системі електронного навчання, основою яких є система управління електронними навчальними курсами, наявність системи управління якістю. Особливу увагу слід привернути до проектування процедур управління дистанційною освітою на основі стандарту менеджменту якості ISO 9001.

Якість освіти є багатограним поняттям, різні аспекти якого відображено у філософських, педагогічних, соціальних, економічних працях. У широкому сенсі якість освіти розуміють як збалансовану відповідність процесу, результату і самої освітньої системи цілям, потребам споживача і соціальним нормам (стандартам) освіти. У спрощеному розумінні якість освіти – це те, що робить процес навчання приємним, приносить задоволення учасникам цього процесу.

При організації роботи з управління якістю в аграрному навчальному закладу рекомендується виходити з таких принципів: управління якістю всередині навчального закладу має відповідати зовнішнім очікуванням; для максимальної ефективності рішення з управління якістю, особливо щодо визначення його цілей, мають бути чітко пов'язаними з перспективним (стратегічним) планом закладу; увесь процес підвищення якості буде успішним, якщо навчальний заклад має відповідну навчальну культуру; план управління якістю навчального закладу має стосуватися всіх сфер його діяльності; план роботи з управління якістю має спиратися на достовірну фактичну інформацію; будь-який захід, який спрямований на управління якістю, має бути таким, що піддається управлінню, та зрозумілим на кожному рівні і кожному окремому працівнику, якого планується залучити до його реалізації; в ефективному плані управління якістю має бути баланс між

поточним та підсумковим контролюми; в процесі управління якістю завжди необхідно планувати місце зворотного зв'язку та забезпечити всіх учасників процесу інформацією щодо прийнятих рішень, результатів та вжитих заходів.

Для реалізації мети роботи аграрного ВНЗ в умовах дистанційного навчання – задоволення потреб споживачів у освітніх послугах – розроблені внутрішні стандартні вимоги до навчально-методичних матеріалів та супроводження навчального процесу, а саме **Положення** про створення, оновлення, використання захисту і зберігання веб-ресурсів навчальної програми (дисципліни); **Положення** про науково-методичну експертизу та сертифікацію веб-ресурсів навчальної програми (дисципліни); **Положення** про затвердження норм часу для обліку методичної та навчальної роботи науково-педагогічних (педагогічних) працівників при організації навчального процесу за технологіями дистанційного навчання.

Основою безперервного підвищення якості навчального процесу вбачається постійна робота кафедр, відповідальних за дисципліни, спрямована на підготовку і створення сучасних дистанційних курсів, регулярне оновлення, редагування навчально-методичних матеріалів, якісне і своєчасне супроводження роботи студентів у дистанційному середовищі.

Робота кафедр здійснюється у співпраці з структурним підрозділом, що організує та супроводжує процес дистанційного навчання в аграрному ВНЗ.

Упровадження внутрішніх стандартних вимог до навчально-методичних матеріалів та супроводження навчального процесу за дистанційною формою навчання покликане вирішити такі завдання:

- забезпечити достатні результати навченості студентів.
- забезпечити організацію ефективної навчальної діяльності студента.
- забезпечити організацію роботи викладача [3].

Висновки. Проблема об'єднання процесу навчання та інформаційно-комунікаційних процесів знайшла своє відображення в такій формі організації навчального процесу як дистанційна освіта. Вона дозволяє конструювати навчальний матеріал з урахуванням диференціації творчої діяльності студентів, їх можливостей і бажання самостійно підвищувати

свій професійний рівень, призводить до розширення педагогічних методів і зміни характеру всього навчального процесу.

Важливими факторами ефективності підсистеми дистанційного навчання є наступні: готовність студентів і викладачів до використання системи електронного навчання, наявність необхідних програмних платформ для надання студентам навчальних послуг в системі електронного навчання, основою яких є система управління електронними навчальними курсами, наявність системи управління якістю. Особливу увагу слід привернути до проектування процедур управління дистанційною освітою на основі стандарту менеджменту якості ISO 9001.

Окремою категорією серед систем дистанційної освіти виділяють інтелектуальні системи дистанційного навчання (ІСДН) на базі Інтернет-технологій.

Сучасним стандартом електронних систем дистанційного навчання є розширена та модифікована версія стандарту SCORM, що отримала назву Experience API (xAPI), де особлива увага приділяється задачам забезпечення інтерактивності процесу навчання та моніторингу його перебігу.

Критеріями результативності моніторингу виступають якісні або кількісні показники, на підставі яких можна оцінити результат. Критерій зазвичай виражається через показники, показники, в свою чергу, спостерігаються і піддають фіксації результати педагогічної і управлінської діяльності. До ознак показників відносять: діагностичність, достовірність, валідність, комплексність і нейтральність.

Дані, отримані в ході моніторингу, слід розглядати в якості інформаційної основи для ефективного управління освітнім процесом в організації, що є інноваційним майданчиком, для вдосконалення його змістовних, методичних, організаційних сторін.

Список використаної літератури:

1. Tolbatov A.V. Modern technologies of distance learning in agrarian higher school / S.V. Ahadzhanova, K.H. Ahadzhanov-Gonsales, A.V. Tolbatov, O.I. Zorenko, V.H. Lohvinenko, N.L.

Barchenko, V.A. Tolbatov, S.V. Tolbatov // SW Journal Pedagogy, Psychology and Sociology. – Volume J21508 (9). (November 2015). – P. 109-114. – URL: <http://www.sworld.com.ua/e-journal/j21508.pdf>

2. Agadzhanova, S. Information technologies in the educational process as the basis of modern distance learning / Oleksandr Viunenko, Andrii Tolbatov, Svitlana Vyganyaylo, Volodymyr Tolbatov, Svitlana Agadzhanova, Sergii Tolbatov // TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 831–833 (IEEE).

3. Агаджанова С.В. Управління якістю підсистеми дистанційного навчання в аграрному ВНЗ / С.В. Агаджанова// Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Технології XXI сторіччя»(8-10 вересня 2015 р.)» .- Глухів, 2015.-в 2ч., Ч2.-С.120.

4. В'юненко О.Б. Побудова систем моніторингу, аналізу та оцінки прийняття рішень регіонального рівня для ситуаційних центрів АПК / О.Б. В'юненко, А.В. Толбатов, С.В. Агаджанова, В.А. Толбатов, О.Б. Шандиба, С.В. Толбатов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький, 2015. – №4. – С.194-201.

5. В'юненко О.Б. Використання персональних навчальних середовищ для організації дистанційної форми навчання / А.В. Толбатов, О.Б. В'юненко // Інформатика, математика, автоматика (ІМА :: 2016) : матеріали та програма наук.-техн. конф., 18–22 квітня 2016 р. – Суми : СумДУ, 2016. – С. 159.

6. В'юненко О.Б. Організація автоматизованої системи моніторингу аграрного виробництва регіону / О.Б. В'юненко // Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ, 20-21 квітня 2016 р., – В 3 т./Т.І. – Суми : СНАУ, 2016. – С. 85.

7. В'юненко О.Б. Інноваційні підходи інформаційної підтримки діяльності агропромислового комплексу регіону / А.В. Толбатов, В.А. Толбатов, О.Б. В'юненко, С.М. Виганяйло, Я.В. Долгіх, М.М. Рубан, Г.А. Смоляров, Ю.Г. Смоляров / Инновационные подходы к развитию сельского хозяйства. – Одесса : КУПРИЕНКО С.В., 2015. – Глава 1. – С.7–26.

8. В'юненко О.Б., Толбатов А.В., Агаджанова С.В., Толбатов В.А., Толбатов С.В. Віртуальні когнітивні центри як інтелектуальні ІТ системи моніторингу та оцінки роботи

регіональних агропромислових комплексів / Фаховий журнал «Вісник національного Хмельницького університету» №3, 2015, с. 21–23.

9. В'юненко О.Б., Толбатов А.В., Агаджанова С.В., Толбатов В.А., Толбатов С.В. Модель віртуального когнітивні центру як інтелектуальної ІТ системи для систем моніторингу агропромислових комплексів / Міжнародний фаховий журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» №3. С. 35–41.

10. В'юненко, О.Б. Проблеми створення моделі системи автоматизованого моніторингу сільського господарства / О.Б. В'юненко //Вісник Сумського НАУ. Серія: Економіка і менеджмент – Суми, 2015.

11. Макаркин Н.П, Черкасов В.Д, Фадеева И.М, Маколов В.И. Развитие исследовательского потенциала в системе стратегических приоритетов университета. Университетское управление 2008;(6):46-51.

12. Малинов М. Б., Мочалов С. П., Третьяков В. С., Ермакова Л. А., Павлова Л. Д. Разработка методики мониторинга уровня развития электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в вузах // Современные проблемы науки и образования. 2013. №5.

13. Максимов П. В. Повышение эффективности дистанционных форм обучения в технических вузах // Современные проблемы науки и образования. 2012. №3.

14. Когнитивные центры как информационные системы для стратегического прогнозирования / И.В.Десятков [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2010. № 50. 28 с.

15. Павловский Ю.Н. Имитационные модели и системы. -М.: Фазис: ВЦ РАН, 2000.

16. Попов Д. И. Проектирование интеллектуальных систем дистанционного образования // Известия ЮФУ. Технические науки. 2001. №4.

17. Фадеева И.М, Шаманаев П.А, Соколова М.Ю. Управление кадровым потенциалом исследовательского университета на основе информационных систем. Университетское управление 2011;(6):23-31.

18. Что такое качество образования? – М.: Эврика, 2009. – 272 с.

19. Sveiby KE. What is Knowledge Management? [Интернет] 2001 [cited 2013 Apr 25]. Available from: <http://www.sveiby.com/articles/KnowledgeManagement.html>
20. Петрова Т. Тенденции развития современного образования // Обозреватель – observer. - № 2(193), 2006. URL: http://www.observer.materik.ru/observer/N2_2006/2_11.HTM
21. Brooking A. Intellectual Capital: Core asset for the third millennium Paperback – July 30, 1996.
22. Viunenko O.B. Improving the information support of management of agricultural enterprises through innovations / O.B. Viunenko, M.M. Ruban, H.A. Smoliarov, I.H. Smoliarov, A.V. Tolbatov, V.A. Tolbatov, S.V. Tolbatov // SW Journal Agriculture. – Volume J21509 (9). (November 2015). – P. 8-13. – <http://www.sworld.com.ua/e-journal/j21509.pdf>
23. Tolbatov A.V. Development and support of the intelligent system of distance education in universities / A.V.Tolbatov, V.A. Tolbatov , S.V Tolbatov, D.I. Chechetov // Modern scientific research and their practical application. – Volume J11410. May 2014 – P. 101-105.
24. McKinnon K.R., Walker S.H., Davis D. Benchmarking. A manual for Australian Universities. [Электронный ресурс]. – URL: http://science.uniserve.edu.au/courses/benchmarking/benchmarking_manual.pdf
25. Tolbatov A. Data Representing and Processing in Expert Information System of Professional Activity Analysis / Oleh Zaritskiy, Petro Pavlenko, Andrii Tolbatov / TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 718–720 (IEEE).
26. Толбатов А.В. Инновационные подходы к развитию образования и воспитания. Глава 3. Досвід впровадження технологій дистанційного навчання у вищій аграрній школі / А.В. Толбатов, В.А.Толбатов, С.В. Агаджанова, К.Х. Агаджанов-Гонсалес, Н.Л. Барченко, О.И. Зоренко, В.Г. Логвіненко, С.В. Толбатов / – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2015. – С.45-59.

2.7. МОДЕЛЬ ЯКОСТІ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ВИЩОГО АГРАРНОГО ЗАКЛАДУ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ДИСЦИПЛІН

Анотація. *Метою дослідження є побудова та реалізація моделі оцінки якості змішаного навчання вищого аграрного закладу в процесі вивчення дисциплін комп'ютерного циклу. Задачами дослідження є аналіз існуючих підходів щодо змішаного навчання, якості такого навчання, постановка задачі побудови моделі якості змішаного навчання, розгляд методу її вирішення. Об'єктом дослідження є змішане навчання у процесі комп'ютерної підготовки студентів-аграріїв. Предметом дослідження є побудова моделі якості змішаного навчання та її використання для організації навчальних дисциплін кафедри кібернетики та інформатики. В роботі проведено аналіз, узагальнення та систематизація досліджень з проблеми змішаного навчання та його якості, виконано організацію процесу вивчення окремих дисциплін кафедри за технологією змішаного навчання, виконано оцінку ефективності даної технології. Результати дослідження планується узагальнити в рекомендаціях щодо застосування технології змішаного навчання у аграрному ВНЗ.*

Ключові слова: змішане навчання, якість навчання, якість змішаного навчання, математична модель, оптимізаційна задача.

Головними завданнями вищої освіти є постійне удосконалення змісту освіти та якісна підготовка фахівців. Гнучким інструментом в цьому виступає запровадження змішаної технології навчання.

Існують різні тлумачення терміну «змішане навчання». Сам термін «blended learning» прийшов до нас із-за кордону і трактується як програма освіти (формальна чи неформальна), що поєднує в собі онлайн-цифрові носії з традиційними методами класної кімнати [1]. Щоб забезпечити комплексний досвід навчання на кожному кроці шляху навчання кожного студента в рамках курсу або предмета потрібно підключення певних умов його навчання: навчання через Інтернет, управління навчанням, управління місцем навчання,

управління часом навчання, управління темпом навчання [2]. На мій погляд, повний системний огляд цього терміну подано у науковій праці В.М. Кухаренко [3]. Змішане навчання у аграрному вищому навчальному закладі поєднує і традиційне, і дистанційне навчання [4]. Найчастіше змішане навчання з вивчення комп'ютерних дисциплін має наступні етапи: мотиваційний, дистанційне вивчення теоретичного матеріалу заняття, аудиторне інтерактивно-практичне заняття за тематикою робочої програми, лабораторна робота, індивідуальне самостійне виконання завдання, дистанційна перевірка виконаного завдання, дистанційне тестування знань, рефлексійний. Навчальний процес потрібно організувати таким чином, щоб він найбільше адекватно відповідав сучасним тенденціям розвитку як національної, так і світової освіти. Розглянемо деякі названі етапи організації змішаного навчання.

При будь-якому навчанні постає питання вмотивованості тих, хто навчається. Досвід роботи у аграрному ВНЗ показує, що при організації навчання з дисциплін комп'ютерного циклу найбільш дієвішими засобами мотивації є [5]:

- мотиваційний вступ – показ (відео або будь-якої інформації) матеріалу за тематикою «навіщо знати поданий матеріал»;
- надання чітко сформульованих цілей навчання студента;
- надання для опрацювання студентам цікавого матеріалу-контенту, що містить відео, графіку або анімацію;
- надання чітких алгоритмів-інструкцій виконання типових завдань – завдань репродуктивного рівня (за Блумом: знання та розуміння);
- надання типових завдань репродуктивного рівня для виконання;
- надання матеріалу «до відома», що стане у пригоді для виконання завдання продуктивно-реконструктивного рівня (за Блумом: використання та аналіз);
- надання індивідуального або самостійного завдання продуктивно-реконструктивного рівня для виконання;

- надання матеріалу «до відома», що стане у пригоді для виконання завдання творчого рівня (за Блумом: синтез та оцінювання);
- надання індивідуального або самостійного завдання творчого рівня для виконання;
- надання студентам чіткої інформації за що він буде отримувати бали та їх кількість при повноцінному виконанні завдань;
- використання в навчанні електронної пошти, форуму або чату «запитання до викладача» для подолання труднощів при виконанні завдань;
- надання можливості студентам у форумі або чаті виконувати оцінювання робіт інших слухачів;
- використання попереднього тестування, наприклад, за темою самостійної роботи;
- нарахування додаткових балів за вчасно виконані завдання.

Формуючи мотивацію студентів викладач розвиває інтерес, відповідальне ставлення до навчання, дисциплінованість, бажання досягати високих результатів, відчувати себе успішною особистістю, підвищує пізнавальну активність та самостійність студентів. Для формування мотивації слід використовувати різні методи й засоби мотивації, в т.ч. застосувати освітні та інформаційні технології для стимулювання мотивації до навчальної роботи.

Застосування новітніх інформаційно-комунікаційних технологій дає змогу значно покращити ефективність самостійної роботи майбутніх фахівців. Використання дистанційного навчання істотно змінює засоби реалізації самостійної діяльності студентів та їх організаційно-управляючий аспект [6]. Дистанційна самостійна робота у процесі вивчення комп'ютерних дисциплін є ефективною формою організації навчання студентів, що впливає: на рівень сприйняття навчального матеріалу засобами системи Moodle, на рівень пізнавальної самостійності та активності, на рівень мотивації до навчання, на розвиток комунікативних умінь, на рівень самоорганізації і самодисципліни, на уміння розв'язувати завдання фахового спрямування, на рівень

співробітництва між студентом та викладачем.

Будь-яка технологія навчання передбачає обов'язкову рефлексію. У педагогіці метою рефлексії є: згадування, виявлення та усвідомлення основних компонентів навчальної діяльності (її зміст, тип, способи, проблеми, шляхи їх вирішення, отримані результати тощо). Без усвідомлення способів навчання, механізмів пізнання, ті хто навчається, нездатні привласнити отримані знання, які вони здобули. Навчання відбувається, коли підключається рефлексія, що спрямовується викладачем. В нас також є досвід застосування рефлексійних прийомів у навчанні студентів [7]. Так, наприклад, студентам на початку вивчення дисципліни "Обчислювальна техніка та програмування" пропонується початкова рефлексія - участь у форумі-дискусії за темою «Чи потрібно мені знати основи програмування?». Студентам аграрного профілю пропонується спочатку проглянути певні матеріали, а далі для обговорення надаються, наприклад, такі запитання:

- Яку роль виконують інформаційні технології у Вашому житті?
- Чи можете Ви пояснити необхідність використання інформаційних технологій та навичок програмування у Вашій майбутній фаховій діяльності?
- Наскільки добре ви володієте навичками програмування?
- Наведіть власні приклади програмних кодів (макросів) щодо Вашої фахової діяльності.

Рефлексію студентів в процесі вивченні дисципліни за дистанційною формою після вивчення кожної теми вважаємо доцільно організувати за допомогою форумів-обговорень «Мое навчання» у дистанційному курсі, де студентам висувається прохання сформулювати відповіді на наступні запитання:

- В чому сенс кожного завдання, яке виконується мною або яке потрібно виконати?
- Чи все мені зрозуміло у поданому алгоритму-інструкції щодо виконання типового завдання – завдання репродуктивного або 1 рівня (за Блумом: ЗНАННЯ та РОЗУМІННЯ)?

- Чи можу я свої знання та навички використати самостійно для виконання типового завдання?
- Які труднощі виникали у мене при виконанні типового завдання? Чи все я зробив, щоб їх подолати?
- Що стане мені у пригоді з матеріалу «до відома слухачів» при виконанні завдання продуктивно-реконструктивного або 2 рівня (за Блумом: ВИКОРИСТАННЯ та АНАЛІЗ)?
- Чи можу я здобути знання та навички використати самостійно для виконання завдання 2 рівня?
- Які труднощі виникали у мене при виконанні завдання 2 рівня? Чи все я зробив, щоб їх подолати?
- Що стане мені у пригоді з матеріалу «до відома слухачів» при виконання завдання творчого або 3 рівня (за Блумом: СИНТЕЗ та ОЦІНЮВАННЯ)?
- Чи можу я здобути знання та навички використати самостійно для виконання завдання 3 рівня?
- Які труднощі виникали у мене при виконанні завдання 3 рівня? Чи все я зробив, щоб їх подолати?
- Як мою роботу (завдання) оцінює тьютор?
- Як виконання моїх завдань оцінюють інші слухачі?

Організувати рефлексію наприкінці вивчення курсу вважаємо доцільним також за допомогою форуму-обговорення «Що надає мені моє навчання». Студентам висувається прохання надати відповіді на наступні запитання:

- Який матеріал був для мене самим цікавим при опрацюванні?
- Яке з моїх завдань було самим цікавим для мене?
- Які завдання були цікавими для інших?
- Як мою роботу (завдання) оцінює тьютор?
- Як виконання моїх завдань оцінюють інші слухачі?
- Чому я навчився? Які навички я здобув?
- Чи є корисним поданий для навчання матеріал?
- Що змінилося в моєму самоусвідомленні моїх можливостей щодо майбутньої діяльності?

Досвід показує, що організація рефлексії у студентів є досить складним процесом, який вимагає часу, зусиль та певних здібностей викладача. Але цим варто займатися, тому

що надає змогу зробити процес самопізнання студентів більш цілеспрямованим та усвідомленим.

Розглянувши деякі організаційні аспекти змішаного навчання, повернемося до власного формулювання терміну «змішане навчання». Будемо розуміти його як систему навчання, що інтегрує традиційно-організаційні методи і способи навчання з он-лайн навчанням, яке базується на новітніх інформаційно-комунікаційних технологіях, що позитивно впливає на ефективність навчального процесу та його якість.

Зупинимось на аспекті якості навчання. Питання якості вищої освіти, її моніторингу піднімалися на різних конференціях, наприклад, на щорічній Міжнародній науково-практичній конференції «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору» і на науково-практичній конференції «Удосконалення системи моніторингу забезпечення якості вищої освіти України» (квітень, 2013 р., м. Дніпропетровськ). Широке освітлення проблеми якості української освіти та підходи до її вимірювання представлено В.С. Бахрушиним у [8]. Якість вищої освіти включає якісні та кількісні показники результатів навчання осіб, що здобули вищу освіту. І кожна дисципліна вносить свій вклад у таке загальне інтегральне поняття як «якість навчання». Адекватне застосування внутрішніх механізмів забезпечення якості навчального процесу дозволяє вплинути на ефективність адміністрування, навчально-виховної діяльності, педагогічної методики, на виявлення прогалин у знаннях студентів. Наукова система організації педагогічної діяльності не може бути ефективною без забезпечення внутрішніх механізмів якості навчально-пізнавального процесу.

Вважаємо, що якість змішаного навчання — це інтегральний показник, що включає:

- якісні та кількісні показники результатів (знань, умінь, навичок) навчання осіб, які опановують певну дисципліну у розрізі фаху;
- якісні та кількісні показники організації навчання (якість навчального матеріалу та рівень його подання, система практичних завдань та рівень її подання, система лабораторних завдань та рівень її подання, система самостійних та

індивідуальних робіт та рівень їх подання, якість перевірки знань та тестування і т.д.).

В психолого-педагогічній літературі побудовані різні моделі змішаного навчання. Наша модель робить акцент на оцінку якості такого навчання. Отже, виконаємо **постановку задачі оцінки якості змішаного навчання**. Прийmemo наступні допущення:

1. Змішане навчання з дисципліни поєднує традиційний і дистанційний види навчання (n видів, $i=1 \div n$ або $i=1 \div 2$).

2. Кожна дисципліна, згідно робочої програми, складається з M тем.

3. На вивчення кожної теми відводиться певний час T :

$$T=T_1+T_2+\dots+T_M.$$

4. Кожна тема, що вивчається, за будь-якого виду навчання організаційно включає або може включати наступні елементи (l елементів, $l=1 \div K$). Наприклад, 1) мотивація навчальної діяльності студентів, 2) вивчення теоретичного матеріалу, 3) практичні заняття або виконання практичних завдань, 4) лабораторна робота, 5) виконання індивідуального завдання, 6) самостійна робота, 7) тематична перевірка знань, 8) атестація знань, 9) підсумкова перевірка знань, 10) рефлексія навчальної діяльності.

5. З кожним організаційним елементом l ($l=1 \div K$) вивчення кожної теми j ($j=1 \div M$) можна зв'язати деяку *функцію корисності застосування* змішаного навчання з дисципліни. Корисність може бути виміряна наступним чином (не може бути виміряна безпосередньо). Її оцінкою може бути деяке число – ранг R_{ij}^l , що приписується експертом j -ій темі в i -ому виді навчання з позиції впливу навчального організаційного елемента l на якість формування знань, умінь та навичок з дисципліни. Ранги формуються за методом рангових кореляцій. Відповідно до цього методу l -ому організаційному навчальному елементу присвоюється максимальний ранг K , якщо цей варіант має, на думку експерта, найбільшу *корисність застосування* змішаного навчання з дисципліни в j -ій темі при i -ому виді навчання; другому по значущості організаційному навчальному елементу присвоюється ранг $K-1$ і т.д. Останньому по значущості організаційному навчальному елементу присвоюється ранг 1 .

6. Для реалізації процесу вибору вводиться логічна змінна x_{ij} , що набуває значення 1, якщо викладач вибирає i -й вид навчання при викладенні j -ої теми, і значення 0 – у протилежному випадку, тобто $x_{ij} \in \{0, 1\}$.

З урахуванням зроблених допущень задачу оцінки якості змішаного навчання формулюємо наступним чином. Відомо:

- кількість n видів змішаного навчання;
- кількість M тем навчального матеріалу з дисципліни;
- час T_j , що відводиться на вивчення j -ої теми;
- число K організаційних елементів викладення j -ої теми;
- ранги R_{ij}^l , що приписуються експертами j -ій темі в i -ому виді навчання з позиції впливу навчального організаційного елемента l на якість змішаного навчання для формування знань, умінь та навичок з дисципліни.

Потрібно вибрати такий i -й варіант виду навчання для кожної теми j для кожного організаційного елемента l , щоб сумарний ефект впливу на якість змішаного навчання з дисципліни, що виражається сумою рангів

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^M \sum_{l=1}^K R_{ij}^l x_{ij} \rightarrow \max \quad (1)$$

за обмежень:

на час вивчення дисципліни

$$\sum_{j=1}^M T_j \leq T, \quad (2)$$

на обов'язковість викладення всіх тем

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad (j = 1, M) \quad (3)$$

на обов'язковість вибору для кожної теми хоча б одного варіанту виду навчання

$$\sum_{j=1}^M x_{ij} = 1 \quad (i = 1, n), \quad (4)$$

на цілочисельність змінних

$$x_{ij} \in \{0, 1\}. \quad (5)$$

Метод роз'язування задачі оцінки якості змішаного навчання. Етапи роз'язування задачі (1) – (5) можна згрупувати у наступні блоки (рис. 1): 1) аналіз поняття «змішане навчання»;

2) аналіз поняття «якість навчання»; 3) експлікація поняття «якість змішаного навчання»; 4) модель оцінки якості змішаного навчання; 5) оцінка ефективності (корисності) змішаного навчання викладачем; 6) оцінка ефективності (корисності) змішаного навчання студентом; 7) формування узагальненої експертної оцінки ефективності (корисності) змішаного навчання; 8) розв'язування оптимізаційної задачі вибору організації навчання при змішаному навчанні. Розглянемо представлені блоки. Загальні аспекти змішаного навчання, якості навчання, експлікація поняття «якість змішаного навчання» і сформульована модель якості змішаного навчання були розглянуті вище. Зусилля дослідження далі акцентуємо на формування рангів $R_{ij}^!$.

Кафедрою у ВНЗ напрацьовано певний досвід, що дозволяє доводити до студентів конкретно визначені вимоги щодо виконання певних видів робіт, що мають певне змістовне наповнення. При керуванні комп'ютерною підготовкою дуже важливим є дотримання педагогічних принципів, у т.ч. принципу професійної направленості та доцільності (зв'язок завдань вивчаємої дисципліни з фаховою діяльністю). Зміст інформатичних дисциплін сьогодні є комплексним та міждисциплінарним, а отже в зміст комп'ютерних дисциплін залучаються фахові завдання для вирішення їх методами та способами, що вивчаються у рамках комп'ютерних дисциплін. Це сприяє розвитку інформаційної культури та формуванню системного мислення на основі розуміння сутності інформаційних процесів. Це впливає на якість знань, умінь та навичок.

Під *якістю знань, умінь та навичок* навчасмих розуміємо прочність, глибину та системність цих знань, а також усвідомлене застосування їх на практиці [9].

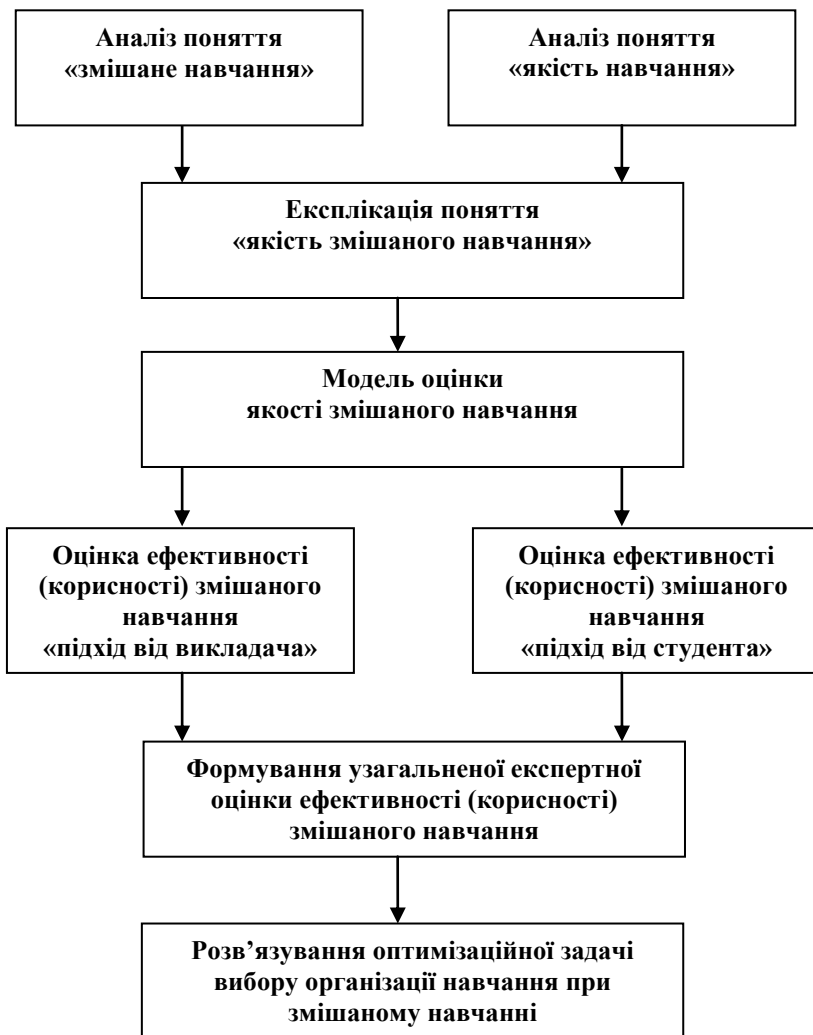


Рис. 1. Схема алгоритму

Тобто, в поняття «якість знань» входять наступні складові: «прочність знань студентів» розуміємо те, наскільки вони здатні оперувати у своїй практичній та навчальній діяльності тими теоретичними знаннями, які вони отримали раніше, особливо за попередні роки навчання; «глибина знань» характеризує кількість твердо засвоєних правил, понять,

визначень, законів, формулювань; «усвідомленість знань» - розуміння причинно-наслідкових зв'язків теоретичного матеріалу та уміння їх застосовувати на практиці у відповідності до поставлених цілей та задач. Оцінювання викладачем знань та умінь є вагомим показним інтегрального показника якості навчання з дисципліни комп'ютерного циклу.

Оцінка ефективності (корисності) змішаного навчання «підхід від викладача» включає також оцінку організації навчально-пізнавального процесу. До якісних показників організації навчально-пізнавального процесу при вивченні певної дисципліни віднесемо показники: задоволеність своїм процесом навчання за дисципліною, дотримання графіку навчального процесу за дисципліною, структурованість курсу, доступність і зрозумілість викладеного навчального матеріалу, логічна послідовність викладеного навчального матеріалу, повнота викладеного навчального матеріалу щодо самостійного виконання лабораторно-практичних робіт (завдань), чіткість визначення критеріїв оцінки виконання лабораторно-практичних робіт (завдань) викладачем, відповідність тестових завдань навчальному матеріалу курсу, вчасність і об'єктивність оцінювання за навчальним матеріалом курсу, задоволеність якістю подання навчального матеріалу викладачем, орієнтування студентів у навчальному матеріалі. Викладачі кафедри відвідуючи заняття своїх колег виконують свою експертну оцінку щодо вказаних вище показників, яку називаємо апріорною оцінкою.

Як зазначалося нами у [10], оцінка організації навчально-пізнавального процесу, на нашу думку, повинна виконуватися не тільки викладачами, але і безпосередньо учасниками освітнього простору – студентами. Вважаємо доцільним необхідність враховувати думку студентів щодо організації навчання викладачем певної дисципліни. Це потрібно враховувати для коригування своєї педагогічної діяльності. Думку студентів щодо організації викладачем навчального процесу розглядаємо як джерело апостеріорної інформації – це і є так званий «підхід від студента». Експерти студенти також обмірковують і свої показники навчання, і якісні показники організації навчально-пізнавального процесу при вивченні певної дисципліни що зазначені вище. У [11] запропоновано

технологію апостеріорного оцінювання навчання. Використовуючи показники навчально-пізнавального процесу (НПП) та досвід студентів оцінювання своїх особистісних здібностей виявляємо показники, які є найбільш інформативними з позиції подальшого коригування НПП. Етапами вирішення цього основного завдання є: формування запитань анкети; анкетування студентів, збір необхідних статистичних даних; опрацювання зібраних даних та ранжирування факторів НПП; аналіз отриманих результатів.

Найбільш прийнятним методом для розв'язання завдання є експертний метод рангових кореляцій. Ранжирування – це впорядкування думок експертів: що для них саме найголовніше (або максимальна, або мінімальна оцінка). Узгодженість думок перевіряється за допомогою коефіцієнта конкордації. Проведені розрахунки вказують на узгодженість думки студентів-експертів при виявленні найбільше інформативних показників навчально-пізнавального процесу: найвищий ранг 1 отримав такий показник НПП як «повнота викладеного навчального матеріалу щодо самостійного виконання лабораторно-практичних робіт (завдань)»; ранг 2 отримали два показники НПП «логічна послідовність викладеного навчального матеріалу» та «задоволеність якістю подання навчального матеріалу викладачем»; ранг 4 - показник НПП «відповідність тестових завдань навчальному матеріалу курсу»; ранг 5 - показник НПП «доступність і зрозумілість викладеного навчального матеріалу»; ранг 6 - показник НПП «вчасність і об'єктивність оцінювання за навчальним матеріалом курсу»; ранг 7 отримали два показники НПП «чіткість визначення критеріїв оцінки виконання лабораторно-практичних робіт (завдань) викладачем» та «структурованість курсу»; ранг 9 отримали також два показники НПП «дотримання графіку навчального процесу за дисципліною» та «орієнтування студентів у навчальному матеріалі»; ранг 11 - показник НПП «задоволеність своїм процесом навчання за дисципліною». Результати анкетування показують, що студенти усвідомлено розуміють, що викладач є центральною фігурою організації НПП та успішного вивчення ними дисципліни. І для мене, як викладача, високе оцінювання студентами таких показників переконливо засвідчує те, що

інформаційно-змістовне наповнення викладення дисциплін та методика викладання є доцільними і оптимальними в організації підготовки студентів. За результатами анкетування така особистісна (студентська) характеристика як «задоволеність своїм процесом навчання за дисципліною» займає останнє рангове місце серед показників НПП, що вказує, на мою думку, на певний рівень самооцінки емоційного ставлення до організації НПП за дисциплінами кафедри. Такі показники як «дотримання графіку навчального процесу за дисципліною» та «орієнтування студентів у навчальному матеріалі» отримують передостаннє місце серед показників НПП, що скоріше вказує на недостатній рівень самоорганізованості студентів при навчанні. І мабуть, викладачу потрібно заохочувати студентів до виконання графіку та акцентувати їх увагу на активне засвоєння матеріалу і під час лекційних занять, і під час виконання лабораторно-практичних та самостійних занять, індивідуального заняття.

Результати застосування даної технології дозволяють «накопичувати» досвід організації навчально-пізнавального процесу вивчення комп'ютерних дисциплін. Залучення студентів до експертної оцінки навчально-педагогічного процесу є процедурою, яка дозволяє скоригувати педагогічну діяльність викладачеві та виявити так звані «слабкі місця». Технологія апостеріорного оцінювання дозволяє розвивати у студентів здатність до адекватного оцінювання і діяльності викладача, і своєї навчальної діяльності.

Два підходи «підхід від викладача» та «підхід від студента» щодо оцінки ефективності (корисності) змішаного навчання дозволяє сформувати узагальнену експертну оцінку і надати викладачу можливість скоригувати навчальний процес взагалі. Цей етап по суті забезпечує формування рангів R_{ij}^l (див. постановку задачі (1)-(5) вибору організації навчання при змішаному навчанні).

Оскільки цільова функція (1) і рівняння зв'язку (2) – (4) є лінійними формами, наведена вище модель є моделлю цілочисельної задачі лінійного програмування. Вона може бути розв'язана симплекс-методом за допомогою стандартних програм або за допомогою інструмента «Поиск решения» MS Excel.

Покажемо на прикладі таблиці 1 фрагмент цільової функції (1). Нагадаємо, що логічна змінна x_{ij} , що набуває значення 1, якщо викладач вибирає i -й вид навчання при викладенні j -ої теми, і значення 0 – у протилежному випадку, тобто $x_{ij} \in \{0,1\}$.

Виходячи з таблиці 1, сумарний ефект впливу організації змішаного навчання на формування якості навчання за темою j по певній дисципліні математично виражається таким чином:

$$6 \cdot x_{11} + 8 \cdot x_{12} + 10 \cdot x_{13} + 8 \cdot x_{14} + 6 \cdot x_{15} + 7 \cdot x_{16} + 5 \cdot x_{17} + 1 \cdot x_{18} + 2 \cdot x_{19} + 4 \cdot x_{10} + 10 \cdot x_{21} + 9 \cdot x_{22} + 8 \cdot x_{23} + 8 \cdot x_{24} + 7 \cdot x_{25} + 8 \cdot x_{26} + 7 \cdot x_{27} + 4 \cdot x_{28} + 5 \cdot x_{29} + 9 \cdot x_{30} \rightarrow \max.$$

Формуємо потрібні таблиці у програмі MS Excel, заносимо отримані початкові дані. У результаті роботи команди «Поиск решения» отримуємо оптимальний розв'язок, що вказує на потрібний вибір певного виду навчання для кожного організаційного елемента. Це забезпечить максимально збільшити ефективність організації змішаного навчання або його корисність.

Таблиця 1

Оцінки педагогічної ефективності (корисності) змішаного навчання за темою j по певній дисципліні

Вид навчання	Середні ранги R_{ij}^j оцінювання організаційних елементів навчання (всього $K=10$)									
	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)
Традиційний (1)	6	8	10	8	6	7	5	1	2	4
Дистанційний (2)	10	9	8	8	7	8	7	4	5	9

Формуємо потрібні таблиці у програмі MS Excel, заносимо отримані початкові дані. У результаті роботи команди «Поиск решения» отримуємо оптимальний розв'язок, що вказує на потрібний вибір певного виду навчання для кожного організаційного елемента. Це забезпечить максимально збільшити ефективність організації змішаного навчання або його корисність.

Висновки. В ході нашого дослідження були вирішені всі поставлені завдання. Основні результати роботи полягають у

наступному:

- узагальнено та систематизовано різні погляди на проблему змішаного навчання;
- узагальнено та систематизовано різні погляди на проблему якості навчання;
- експліковано поняття «якості змішаного навчання»;
- виконано постановку задачі оцінки якості змішаного навчання, подано модель оцінки якості змішаного навчання, представлено метод вирішення поставленої задачі;
- розроблено методи отримання оцінок складових якості навчання на основі технологій апіорного та апостеріорного оцінювання;
- виконано оцінку педагогічної ефективності змішаного навчання з дисциплін комп'ютерного циклу з позицій їх впливу на якість навчання;
- отримано досвід організації змішаного навчання студентів аграрних спеціальностей в процесі вивчення дисциплін комп'ютерного циклу.

Вважаємо, що змішане навчання дозволяє комбінувати сучасні педагогічні підходи та інформаційно-комунікативні технології для забезпечення ефективного та якісного навчання студентів.

Список використаних джерел

1. Blended learning. [Electronic resource]. – Access mode : https://en.wikipedia.org/wiki/Blended_learning
2. What Is Blended Learning? [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.inacol.org/news/what-is-blended-learning/>
3. Кухаренко В.М. Системний підхід до змішаного навчання / В.М.Кухаренко // Інформаційні технології в освіті. - 2015. - № 24. - С. 53-67. - Режим доступу: http://ite.kspu.edu/Issue_24/p-53-67.
4. Логвіненко В.Г. Змішане навчання студентів вищого аграрного закладу/ В.Г. Логвіненко // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Ч.ІІІ (18-20 травня 2016 р., Харків) / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків, НТУ «ХПІ». – С. 10.

5. Логвіненко В.Г. Мотивація самостійної роботи студентів з дисциплін комп'ютерного циклу / В.Г. Логвіненко // Шляхи вдосконалення позааудиторної роботи студентів : матеріали науково-методичної конференції, 28-29 квітня. – С. : СумДУ, 2016. – С. 20–21.
6. Логвіненко В.Г. Самостійна робота студентів у середовищі дистанційного навчання Moodle / В.Г. Логвіненко // Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2015». – Д.: НГУ, 2015. – С.348 – 355. – Режим доступа: <http://okmm.nmu.org.ua/ua/2015/Логвіненко.pdf>
7. Логвіненко В.Г. Організація рефлексії студентів дистанційної форми навчання / В.Г. Логвіненко // Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2016». – Д.: НГУ, 2016. – С.579 – 585.
8. Що таке якість вищої освіти і як її вимірюють? [Електронний реурс]. – Режим доступу : <http://education-ua.org.ua/articles/100-shcho-take-yakist-vishchoji-osviti-i-yak-ji-vimiryuyut>
9. Симонов В.П. Оценка качества в образовании. Монография. – М., 2007.-129 с.
10. Логвіненко В.Г. Апостеріорне оцінювання як внутрішнє забезпечення якості навчально-пізнавального процесу / В.Г. Логвіненко // Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди» – Додаток 1 до Вип. 31, Том II (44): – Тематичний випуск „Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору”. К.: Гнозис, 2013. – С.429 – 436.
11. Логвіненко В.Г. Апостеріорне оцінювання організації навчально-пізнавального процесу / В.Г. Логвіненко // Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2014». – Д.: НГУ, 2014. – С.562 – 570.

2.8. ГРАЄМО В ДЕТЕКТИВІВ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ

Цілі дослідження: визначити можливість використання сюжетів з детективів та детективних серіалів для мотивації навчальної діяльності учнів з інформатики та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання задач з інформатики, які за своїм змістом співпадають з сюжетами відомих детективів та детективних серіалів.

Завдання дослідження: визначити зацікавленість учнів загальноосвітньої школи детективами та кримінальними новинами; визначити теми / задачі шкільного курсу інформатики, які співпадають з діями детективів в кінофільмах; визначити програмне забезпечення, за допомогою якого можна розв'язати такі задачі.

Об'єкт дослідження: навчання інформатиці учнів 3-11 класів загальноосвітніх шкіл.

Предмет дослідження: використання програмних засобів у навчанні учнів загальноосвітніх шкіл інформатиці.

Методи дослідження: теоретичний (аналіз психолого-педагогічної літератури), соціологічний (анкетування), математичний (регістрація), діагностичний (аналіз результатів діяльності учнів).

Результати дослідження. На основі статистичних даних визначено доцільність використання сюжетів з відомих детективів для мотивації навчальної діяльності на уроках інформатики. Проаналізовано програми та підручники з інформатики для учнів 3-11 класів загальноосвітніх шкіл. Виявлені задачі з інформатики, які за змістом співпадають з діями детективів з кінофільмів. Виявлені програмні засоби, за допомогою яких розв'язуються такі задачі.

Основні висновки і рекомендації:

1) застосування сюжетів з відомих детективів / детективних серіалів підвищує інтерес до інформатики та мотивує навчальну діяльність учнів загальноосвітніх шкіл;

2) доцільним є використання спеціалізованого програмного забезпечення для розв'язання окремих задач інформатики спільно з програмним забезпеченням, рекомендованим в підручниках для учнів загальноосвітніх

шкіл.

Ключові слова: інформатика, загальноосвітні школи, програмне забезпечення.

Через складну кримінальну ситуацією в Україні та у зв'язку з поширенням «груп смерті» в соціальних мережах сьогодні актуальним є навчання учнів у школі медіаграмотності, зокрема і на уроках інформатики.

«Медіаграмотність» — сукупність знань, навичок та умінь, які дозволяють людям аналізувати, критично оцінювати і створювати повідомлення різних жанрів і формах для різних типів медіа (телебачення, кінематограф, газети, журнали, радіо, відеоігри, Інтернет), а також розуміти і аналізувати складні процеси функціонування медіа у суспільстві.» [1, с.10]

З іншого боку, на думку автора, перегляд детективів та детективних серіалів, які у надвеликій кількості демонструються по телебаченню, теж сприяють медіаграмотності.

З метою виявлення телевізійних вподобань учнів, автором серед школярів 3-11 класів було проведене анкетування, результати якого приведені в таблиці 1. В анкету були включені назви детективних серіалів, які нещодавно транслювалися в місті Маріуполь.

Таблиця 1

Результати анкетування

Клас	3-4	5-8	9-11
Чи подобаються Вам фільми (12 – дуже подобаються, 0 – зовсім не подобаються)			
Пригоди	10	9	9
Фантастика / казки / містика	10	9	9
Детективи	5	7	7
Документальні / науково-популярні	5	6	6
Катастрофи	9	7	8
Чи дивилися Ви детективні фільми / серіали (%)?			
Холмс	43	68	68
CSI: Місце злочину	33	17	19
Мислити як злочинець	19	19	19

Касл	0	11	10
Коломбо	0	12	16
Суто англійські вбивства	10	5	26
Ищейка	10	13	6
Детективи	43	53	52
Кулагін і партнери	19	29	16
Слідство вели з Л. Каневським	14	3	0
Інші	24	35	39
Не дивляться детективні серіали, %	33	9	13
Дивляться детективні серіали, %, в кількості			
1-2 серіали	33	40	32
3-4 серіали	24	36	36
>=5 серіалів	10	15	19
Дивляться кримінальні новини (%)			
по телевізору	29	26	26
по Інтернету	43	35	16
Планують працювати поліцейським / слідчим / адвокатом (%)	10	7	10

З таблиці видно, що серед учнів найбільш популярні пригодницькі та фантастичні фільми. Детективи, науково / популярні фільми / документальні фільми менш популярні. На думку авторки, саме жага до пригод та бажання хоча б трохи стати схожим на героїв відомих фільмів та відсутність критичного мислення може призвести учнів до фатальних наслідків.

Детективи та детективні серіали дивляться багато учнів, деякі зі школярів планують працювати поліцейськими/слідчими/ адвокатами, тому, на думку авторки, можна застосовувати сюжети з відомих детективів та детективних серіалів перед вивченням тем з інформатики, що сприятиме зацікавленості інформатикою, може сприяти переорієнтації школярів з казок до реального життя (адже багато детективних фільмів відтворюють реальні події) та демонструватиме практичне використання набутих знань в повсякденній практиці детективів.

Нажаль, в шкільних підручниках з інформатики приклади з детективів майже не зустрічаються: лише в підручнику з інформатики для 9 класу [2, с.13] в темі «Кодування повідомлень» приведено малюнок з книги Артура Конан Дойла «Шерлок Холмс».

Приклади з відомих детективів та детективних серіалів відсутні взагалі. Проте окремі задачі зі шкільного курсу «Інформатика» співпадають з діями детективів.

Наприклад, американський телевізійний детективний серіал «The Closer» - телевізійна енциклопедія використання різноманітних схем, які є в підручниках з інформатики всіх авторів. В учнів не виникатимуть питання на зразок «Де в реальному житті можна використати вміння будувати схеми / таблиці / карти знань?», адже в кожній серії детективи серіалу будують скетчнотатки, різновидами яких є таблиці, карти знань, шкали часу, ієрархічні діаграми-схеми.

Також в серіалі «The Closer» в своїй роботі детективи широко використовують різноманітні бази даних.

За допомогою детективного серіалу «Шерлок» можна зацікавити учнів темами «Кодування повідомлень», «Блоги», «Бази даних», а за допомогою серіалу «Мислити як злочинець» - «Бази даних» та «Робота з числами».

Детективні сюжети ефективні також для зацікавлення учнів завданнями з різних тем.

В таблиці представлені задачі з інформатики та детективи / детективні серіали, сюжети з яких співпадають з задачами з інформатики, а також програмні засоби, за допомогою яких можна розв'язати задачі, або в яких розв'язуються задачі, схожі за змістом.

Таблиця 2

ЗАДАЧА З ІНФОРМАТИКИ №1
«Є посудина місткістю 8 літрів, і дві порожні посудини місткістю 5 л і 3 л. Потрібно одержати в одній з посудин 1 літр рідини і повідомити в якій.» [3, с.13]
ТЕМА, В ЯКІЙ ЗАПРОПОНОВАНА ЗАДАЧА: «Моделювання. Основи алгоритмізації».
ПРИКЛАД З КІНОФІЛЬМУ «Die Hard: With a Vengeance» («Міцний горішок: Помста»): для зупинки вибуху бомби герої фільму розв'язують задачу на переливання (рис.1).



Рис. 1. Кадр з кінофільму

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ, ЗА ДОПОМОГОЮ ЯКИХ РОЗВ'ЯЗУЮТЬСЯ ЗАДАЧІ, СХОЖІ ЗА ЗМІСТОМ:

Водоматика (<http://kvedorelis.pro/student/7679/>),

[Переливання](http://www.itmathrepetitor.ru/igra-perelivanie-logicheskaya/) (<http://www.itmathrepetitor.ru/igra-perelivanie-logicheskaya/>).

ЗАДАЧА З ІНФОРМАТИКИ №2

«Повідомлення закодоване з використанням таблиці кодів символів ASCII. Декодуйте його:

а) 83 117 110; б) 104 111 109 101.» [4, с.15]

ТЕМА, В ЯКІЙ ЗАПРОПОНОВАНА ЗАДАЧА: «Кодування даних».

ПРИКЛАД З КІНОФІЛЬМУ «Sherlock: The Blind Banker» («Шерлок: Сліпий банкір»): повідомлення для членів банди записане за допомогою незрозумілих іншим символів (рис. 2).



Рис. 2. Кадр з кінофільму

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ, ЗА ДОПОМОГОЮ ЯКИХ РОЗВ'ЯЗУЄТЬСЯ ЗАДАЧА: онлайн сервіс кодування та декодування Decode it! (<http://decodeit.ru/ascii/>) **ТА ЗАДАЧІ, СХОЖІ ЗА ЗМІСТОМ:**

Калькулятор кодів (<https://www.calc.ru/kalkulyator-kodov.html>),

QR Code Generator (<http://ua.qr-code-generator.com/>).

ЗАДАЧА З ІНФОРМАТИКИ №3

«Створити документ, що містить довільні три вірша, кожен принаймні по 12 рядків. Розмістити кожен вірш у дві колонки.»

[5, с.85]

ТЕМА, В ЯКІЙ ЗАПРОПОНОВАНА ЗАДАЧА:
«Опрацювання текстових даних».

ПРИКЛАД З КІНОФІЛЬМУ «The Closer: Unknown Trouble»: детективи зобразили на дошці скетчнотатки в декілька колонок з вбитих та підозрюваних у вбивстві (рис. 3).

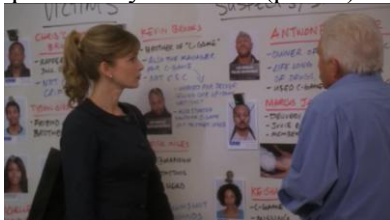


Рис. 3. Кадр з кінофільму

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ, ЗА ДОПОМОГОЮ ЯКИХ РОЗВ'ЯЗУЄТЬСЯ ЗАДАЧА: текстовий процесор, редактор презентацій.

ЗАДАЧА З ІНФОРМАТИКИ №4

«Складіть ієрархічну діаграму-схему класифікації блогів.» [3, с.279]

ТЕМА, В ЯКІЙ ЗАПРОПОНОВАНА ЗАДАЧА:
«Автоматизоване створення й публікація веб-ресурсів. Сучасні сервіси Інтернету».

ПРИКЛАД З КІНОФІЛЬМУ «The Closer: Unknown Trouble»: детективи зобразили ієрархічну діаграму-схему відділів поліції (рис. 4).

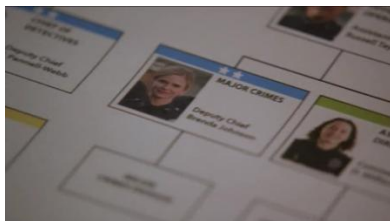


Рис. 4. Кадр з кінофільму

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ, ЗА ДОПОМОГОЮ ЯКИХ РОЗВ'ЯЗУЄТЬСЯ ЗАДАЧА: текстовий процесор.

ЗАДАЧА З ІНФОРМАТИКИ №5

«Створіть власний блог з використанням сервісу Blogger (<http://blogger.com>). Присвятіть ваш блог обговоренню

особливостей утримання домашніх тварин. Виберіть шаблон оформлення з категорії Водяний знак. Розмістіть у блозі повідомлення про тварину, яку б ви хотіли утримувати вдома. Повідомте адресу вашого блогу вчителю інформатики.» [3, с.279]

ТЕМА, В ЯКІЙ ЗАПРОПОНОВАНА ЗАДАЧА: «Автоматизоване створення й публікація веб-ресурсів. Сучасні сервіси Інтернету».

ПРИКЛАД З КІНОФІЛЬМУ «Sherlock: A Scandal in Belgravia» («Шерлок: Скандал в Белгравії»): доктор Ватсон демонструє Шерлоку Холмсу власний блог (рис. 5).



Рис. 5. Кадр з кінофільму

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ, ЗА ДОПОМОГОЮ ЯКИХ РОЗВ'ЯЗУЄТЬСЯ ЗАДАЧА: сервіси для створення блогів.

ЗАДАЧА З ІНФОРМАТИКИ №6

Створіть у середовищі СУБД Access 2007 таблицю бази даних «Телефонних довідник», у яку включіть поля для збереження даних про прізвище та ім'я власника телефону, про тип (стаціонарний або мобільний) і номер телефону. Уведіть телефонні номери та інші дані п'ятох учнів вашого класу. [3, с.169]

ТЕМА, В ЯКІЙ ЗАПРОПОНОВАНА ЗАДАЧА: «Бази даних. Системи управління базами даних».

ПРИКЛАД З КІНОФІЛЬМУ «The Closer: Unknown Trouble»: за допомогою бази даних детективи розшуковують підозрюваного у вбивстві (рис. 6).

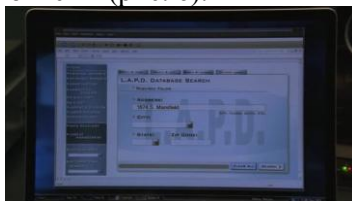


Рис. 6. Кадр з кінофільму

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ, ЗА ДОПОМОГОЮ ЯКИХ РОЗВ'ЯЗУЄТЬСЯ ЗАДАЧА: системи управління базами даних

ЗАДАЧА З ІНФОРМАТИКИ №7

«Розробіть схему маршруту одноденного походу, який планується здійснити у травні, для підготовки презентації з біології на тему «Типи рослинних угруповань». Як схему використайте файл із зображенням топографічної карти місцевості з позначеними точками початку і кінця походу з масштабом 1:100000. Укажіть на схемі:

- а) маршрут походу;
- б) загальну довжину маршруту;
- в) місця для вивчення і фотографування рослинних угруповань різних типів;
- г) місця зупинок і харчування.» [6, с.218-222]

ТЕМА, В ЯКІЙ ЗАПРОПОНОВАНА ЗАДАЧА: «Компетентнісні задачі».

ПРИКЛАД З КІНОФІЛЬМУ «The Closer: Waivers of Extradition»: детективи зображають на карті маршрут вбивці (рис. 7).



Рис. 7. Кадр з кінофільму

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ, ЗА ДОПОМОГОЮ ЯКИХ РОЗВ'ЯЗУЄТЬСЯ ЗАДАЧА: графічний редактор, текстовий процесор, редактор презентацій, електронні карти.

ЗАДАЧА З ІНФОРМАТИКИ №8

ЗАДАЧА МІСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ (2016-2017 н.р.) Створити кросворд «Україна» за зразком (рис. 8).

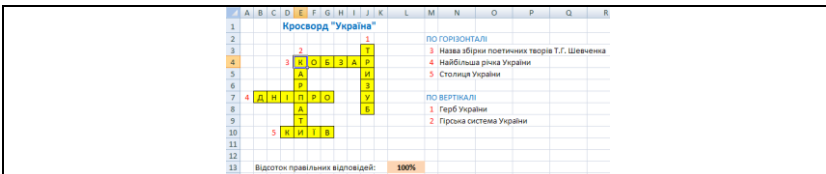


Рис. 8. Зразок кросворду «Україна»

ТЕМА, В ЯКІЙ ЗАПРОПОНОВАНА ЗАДАЧА: «Табличний процесор».

ПРИКЛАД З КІНОФІЛЬМУ: «Sherlock: The Hounds of Baskerville» («Шерлок: Собаки Баскервілія»): назва проекту складається з перших букв прізвищ дослідників (рис. 9).



Рис. 9. Кадр з кінофільму

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ, ЗА ДОПОМОГОЮ ЯКИХ РОЗВ'ЯЗУЄТЬСЯ ЗАДАЧА: графічний редактор, текстовий процесор, редактор презентацій, електронні таблиці, онлайн сервіси створення кросвордів Cross (<http://cross.highcat.org>), Фабрика кросвордів (<http://puzzlecup.com/crossword-ru/>)

ТЕМИ, В ЯКИХ МОЖНА ЗАПРОПОНУВАТИ ПОДІБНІ ЗАДАЧІ: теоретичні відомості з усіх тем.

ЗАДАЧІ З ІНФОРМАТИКИ №9, 10

№9) Відновити пропущені слова на карті знань.

№10) Відновити карту знань «Комп'ютерна графіка», використовуючи подані слова:

КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА

це, векторна, простота редагування, Adobe Illustrator, мозаїка, колір, відрізки, недоліки, відсутність пристроїв, Adobe Photoshop, аплікація, редактори, розділ інформатики, колір, CorelDraw, реалістичність, заливка, великий розмір, растрова, переваги, контур, внутрішня область, Adobe Freehand, опрацювання, нефотореалістичність, прямокутники, невеликий розмір, піксель, графічні примітиви, Corel Photo Paint,

властивості, пристрої для створення, товщина, види, недоліки, пікселізація, редактори, овали, зображення, якість, переваги,

складність редагування, криві, Paint, розташування.

ТЕМИ, В ЯКИХ МОЖНА ЗАПРОПОНУВАТИ ПОДІБНІ ЗАДАЧІ: теоретичні відомості з усіх тем.

ПРИКЛАД З КІНОФІЛЬМУ: «Sherlock: A Study in Pink» («Шерлок: Етюд в рожевих тонах»): детективи відновлюють недописане повідомлення загиблої (рис. 10).



Рис. 10. Кадр з кінофільму

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ, ЗА ДОПОМОГОЮ ЯКИХ РОЗВ'ЯЗУЄТЬСЯ ЗАДАЧА: графічний редактор, текстовий процесор, редактор карт знань.

ЗАДАЧА З ІНФОРМАТИКИ №11

Створити шкалу часу «Етапи розвитку засобів реалізації інформаційних процесів», використовуючи таблицю «Етапи розвитку засобів реалізації інформаційних процесів». [4, с. 38-39]

ТЕМИ, В ЯКИХ МОЖНА ЗАПРОПОНУВАТИ ПОДІБНІ ЗАДАЧІ: теоретичні відомості з усіх тем, які містять історичні дані; «Опрацювання текстових даних»

ПРИКЛАД З КІНОФІЛЬМУ «The Closer: You Have the Right to Remain Jolly»: детективи відтворюють послідовність дій загиблого (рис. 11).

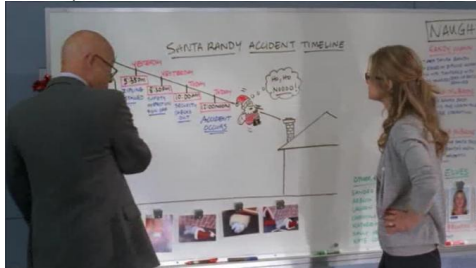


Рис. 11. Кадр з кінофільму

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ: графічний редактор, текстовий

процесор, редактор презентацій, онлайн сервіси створення шкал часу.

Таким чином, для кожної теми шкільного курсу інформатики можна підібрати задачі, які за змістом співпадають з сюжетами з детективів (або скласти самостійно) та спеціалізовані програмні засоби, в яких розв'язання подібних задач буде більш швидким та комфортним порівняно з програмними засобами, запропонованими в підручниках. Зацікавленість подібними задачами розвине критичне мислення школярів, увагу, а отже, медіаграмотність, та сприятиме зацікавленості інформатикою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Медіаосвіта та медіаграмотність: підручник / В.Ф. Іванов, О.В. Волошенюк; за науковою редакцією В.В. Різуна. – Київ: Центр вільної преси, 2012. – 352 с.
2. Інформатика: 9 клас: підручник для загальноосвітнього навчального закладу / Й.Я. Ривкінд, Т.І. Лисенко, Л.А. Чернікова, В.В. Шакотько; за загальною редакцією М.З. Згуровського. – К.: Генеза, 2009. – 296 с.: ілюстрації.
3. Інформатика: 11 клас: підручник для загальноосвітнього навчального закладу: рівень стандарту / Й.Я. Ривкінд, Т.І. Лисенко, Л.А. Чернікова, В.В. Шакотько; за загальною редакцією М.З. Згуровського. – К.: Генеза, 2011. – 304 с.: ілюстрації
4. Інформатика: підручник для 8-го класу загальноосвітнього навчального закладу / Й.Я. Ривкінд [та інші] – Київ: Генеза, 2016. – 288 с.: ілюстрації
5. Інформатика : підручник для 8 кл. загальноосвітніх навчальних закладів / О.П. Казанцева, І.В. Стеценко. — Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2016. — 304 с.: ілюстрації
6. Інформатика: підручник для 7-го класу загальноосвітнього навчального закладу / Й.Я. Ривкінд [та інші] – Київ: Генеза, 2015. – 240 с.: ілюстрації

2.9. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ХМАРНОГО СЕРЕДОВИЩА SAGEMATHCLOUD ПРИ НАВЧАННІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ КУРСУ «ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ»

Анотація. *Метою дослідження є вивчення особливостей застосування хмарного середовища під час навчання майбутніх вчителів математики курсу «Диференціальні рівняння». Задачами дослідження є аналіз впровадження СКМ у навчання ВНЗ, окреслення переваг хмарних сервісів в порівнянні з комерційними СКМ, роль курсу «Диференціальні рівняння» серед математичних дисциплін, специфіка розв'язання задач з курсу «Диференціальні рівняння» засобами SageMathCloud. Об'єктом дослідження є навчання майбутніх вчителів математики курсу «Диференціальні рівняння». Предметом дослідження є процес використання хмарного середовища SageMathCloud під час розв'язання диференціальних рівнянь. В роботі проведено аналіз впровадження СКМ, зокрема комерційних СКМ в початковий процес ВНЗ. Альтернативою виступає впровадження хмарних сервісів, які мають низку переваг в порівнянні з комерційними СКМ. Розкрита специфіка вивчення курсу «Диференціальні рівняння» та окреслено переваги впровадження СКМ в навчання цього курсу в порівнянні з іншими математичними дисциплінами. Розглянуто особливості використання хмарного середовища SageMathCloud під час розв'язання типових задач з курсу «Диференціальні рівняння». Результати дослідження планується узагальнити для подальшого проектування та розробки методики навчання курсу «Диференціальні рівняння» з підтримкою SageMathCloud.*

Ключові слова: використання SageMathCloud, диференціальні рівняння, хмарні технології, хмарні сервіси, SageMathCloud.

Сьогодні ми є свідками стрибка в комп'ютеризації суспільства, який відбувся з початком масового виробництва і впровадження персональних комп'ютерів. З розвитком комп'ютерної техніки інтенсивно розвивається програмне забезпечення, що автоматизує математичну діяльність. На

сьогодні комп'ютерна математика має універсальні програмні засоби для символічних обчислень. Системи комп'ютерної математики (СКМ) являють собою універсальне інструментальне середовище для математичної діяльності. Вони надають в розпорядження користувача сотні вбудованих функцій, що містяться в ядрі системи, і десятки функцій з пакетів стандартних доповнень. Завдяки такому арсеналу засобів більшість математичних задач піддається розв'язанню в цьому середовищі без програмування [2].

Серйозною перешкодою для впровадження СКМ у навчання ВНЗ є їх висока вартість, відсутність локалізованих програм, недостатня оснащеність аудиторій. Окрім того, з'являються безкоштовні СКМ і безліч літератури, яка в значній мірі спростить роботу з англійськими версіями СКМ. Поступово оснащеність аудиторій поліпшується, у ВНЗ активно впроваджуються сучасні комп'ютерні технології. Тобто, більшість проблем, пов'язаних з використанням СКМ в підтримку навчання математики, можуть бути вирішені, і їх використання стане доступним для кожного викладача та студента.

Поява хмарних сервісів змінює взагалі наше уявлення стосовно використання апаратного, програмного забезпечення та збереження даних.

«Зростання популярності хмарних обчислень в останні роки є одним з основних трендів розвитку ІТ у всьому світі. Як показує практика, використання «хмар» для організації систем віддаленого доступу до корпоративних ресурсів демонструє високу ефективність. Особливу увагу привертають проблеми організації онлайн-навчання, яке здійснюється за допомогою сучасних інформаційно-комунікаційних технологій» [3, с. 41].

Дійсно, при залученні хмарних технологій є можливість користуватись своїми даними, виконувати обчислення, вносити певні корективи, звертаючись до них через Інтернет. Користувачеві не має потреби перейматись стосовно встановлення і оновлення програмного забезпечення, обмеженості обсягу пам'яті, спеціальних пристроїв для збереження даних, способу збереження та оброблення внесених ним даних.

Крім технічних проблем, пов'язаних з використанням СКМ в навчальному процесі, існує і проблема добору теоретичного і практичного матеріалу, який буде доцільно вивчати з їх допомогою. Викладачам буде необхідно виділити і вивчити новий клас задач. До них, в першу чергу, будуть віднесені ті завдання, які до появи СКМ, як засобу навчання давати студентам було або недоцільно, або неможливо через складність і тривалість обчислень, відсутність предметної наочності. Такі завдання можна розв'язати лише в результаті об'єднання функціональних можливостей людини і комп'ютера, синтезу творчих процесів людини і реалізації машинних програм.

Причому, для навчання не потрібні будуть надпотужні пристрої чи додаткові матеріальні витрати. Для цього достатньо мати персональний ноутбук, смартфон, чи будь-який інший пристрій, за допомогою якого користувач матиме доступ до мережі Інтернет. Практично користувач має безкоштовний простір для збереження даних.

Звичай, хмарні сервіси можна використовувати для візуалізації даних та обчислень, зокрема для розв'язання задач з певної дисципліни та організації індивідуальної та колективної роботи, контролю знань студентів. На думку, К. І. Словак [5], завдяки використанню таких хмарних середовищ, як SageMathCloud, їх роль у навчально-виховному процесі значно зростає. Завдяки використанню інструментарію хмарного сервісу можна підготувати наступні електронні обчислювальні ресурси (ЕОР): опорні конспекти лекцій, опорні конспекти практичних робіт, розробити курс лекцій, розробити систему самостійних та індивідуальних завдань, електронні книги з динамічними прикладами.

Розглянемо курс диференціальних рівнянь і роль, яку може відігравати SageMathCloud при його навчанні. В курсі диференціальних рівнянь закладені великі можливості для повноцінної реалізації професійної спрямованості навчання, так як студент підходить до вивчення даного курсу, вже освоївши ряд фундаментальних математичних та інформатичних дисциплін.

В силу специфіки кожної предметної галузі не може бути загальноприйнятого списку складників професійних

компетентностей. Але, в рамках різних професійних асоціацій, міжнародних проектів, агентств із забезпечення національної якості на міжнародному рівні розроблено ряд списків для окремих спеціальностей (предметних областей), які можуть бути використані при створенні національних стандартів (стандарт результатів навчання і компетентностей), а також розробка освітніх програм конкретних університетів.

Що стосується класифікації професійних компетентностей, як правило, вони поділяються на три категорії: знання з предметної області, пізнавальні здібності та навички з предметної області, практичні навички в предметній області.

Проектувальну діяльність можна розглядати як засіб становлення фахової компетентності особистісно орієнтованого навчання учасників освітнього процесу, організації та забезпечення їх співробітництва із використанням хмарних сервісів, спільної діяльності у процесі професійної підготовки. Залучити студентів – майбутніх педагогів до індивідуальної проектної діяльності – важливе актуальне завдання. Це можна зробити за рахунок застосування хмарних сервісів підтримки процесів виконання науково-дослідної роботи. Здійснення проектувальної діяльності має поєднувати індивідуальні та групові форми роботи (тим більше, якщо розглядати проектувальну діяльність у контексті взаємодії та співробітництва).

Курс «Диференціальні рівняння» відіграє велику роль як у фундаментальній, так і в професійній підготовці майбутнього вчителя математики в плані формування у студента наукового світогляду, певного рівня математичної та методичної культури. Особливо таких компонентів, як розуміння сутності прикладної та практичної спрямованості навчання математики, оволодіння методом математичного моделювання, вміння здійснювати в навчанні міжпредметні зв'язки. Він є провідним в справі навчання студентів тому, як застосовуються математичні методи до дослідження реальних процесів, як формалізуються умови задачі, як вибрати метод розв'язання отриманої математичної моделі, як інтерпретувати результат. Іншими словами, студент отримує неоціненний досвід математичного моделювання реальних процесів.

Курс диференціальних рівнянь, з одного боку, досить абстрактний, має свою специфіку, термінологією, свої моделі, іноді досить тонкі. Вивчаючи цей курс, студенти часто втрачають орієнтири, не розуміють, для чого все це потрібно майбутньому вчителю. З іншого боку, курс диференціальних рівнянь – один з найбільш вирашних в справі усвідомлення майбутнім учителем суті математики, її прикладної спрямованості та виховного значення [1].

Традиційно форми організації навчального процесу курсу диференціальних рівнянь діляться на лекційні та практичні заняття. Досить часто вивчення матеріалу на практичних заняттях зводиться до засвоєння певних типів рівнянь і методів їх розв'язання. В основному при розв'язанні задач використовуються аналітичні методи. Завдання на моделювання процесів або явищ включаються вкрай рідко, так як в основному їх рівняння не належать до відомих типів та їх неможливо розв'язати аналітичними методами.

Розглядаючи процес розв'язання будь-якої математичної задачі, можна виділити три етапи [2]: орієнтовно-дослідницький (на цьому етапі відбувається пошук ідеї розв'язання); виконавчий (на цьому етапі знайдена ідея отримує втілення за допомогою використання знаково-символьної мови і допустимих логічних правил); контрольно-оцінний.

При розв'язанні завдань аналітичними методами значну частину складають вправи на відпрацювання умінь і навичок роботи з основними типами диференціальних рівнянь і методами їх розв'язання. Подібне призводить до того, що основна увага студента зосереджується на виконавчій частині процесу розв'язання. Саме тому у студента не виникає відчуття важливості даного розділу математики, зв'язку його з іншими науками, тобто потенціал курсу розкривається не в повному обсязі.

SageMathCloud дозволить включити завдання, які не аналізувались раніше. В основному до таких завдань відносяться завдання на моделювання. Складність дослідження побудованої математичної моделі не давала можливості розглядати ці завдання раніше при проведенні практичних занять. Застосування SageMathCloud дозволяє переглянути

традиційну систему завдань, зміщуючи акцент в сторону орієнтовно-дослідного і оцінного етапу, тим самим відкриваючи принципово нові можливості в постановці експериментів, в аналізі графічних зображень і багато іншого. Математичні моделі внаслідок їх відносної простоти допомагають зрозуміти процес, дають можливість встановити якісні та кількісні характеристики стану процесу.

Моделювання процесів або явищ включає в себе побудову математичних моделей реальних процесів, розробку апарату для дослідження математичних моделей, застосування отриманих знань для розв'язання різних завдань практики, вміння перетворювати науковий матеріал в навчальний, вміння перетворити фрагмент наукової теорії у фрагмент навчальної дисципліни.

На думку академіка О. А. Самарського [4] «... математична модель – це еквівалент об'єкта, що відображає в математичній формі найважливіші його властивості – закони, яким він підпорядковується, зв'язки, властиві складовим його частинам і т.д., причому ... сама постановка завдання про математичне моделювання будь-якого об'єкта породжує чіткий план дій. Його можна умовно розбити на три етапи: модель > алгоритм > програма ... Створивши тріаду (рис. 1) «Модель > алгоритм > програма», дослідник отримує в руки універсальний, гнучкий і недорогий інструмент, який спочатку налагоджується, тестується в «пробних» обчислювальних експериментах. Після того, як адекватність (достатня відповідність) тріади вихідному об'єкту засвідчена, з моделлю проводяться різноманітні і докладні «досліди», які дають всі необхідні якісні та кількісні характеристики об'єкта. Процес моделювання супроводжується поліпшенням і уточненням, в міру необхідності, всіх ланок тріади ... ». На наш погляд, ця тріада і повинна бути покладена в основу професійно спрямованого курсу «Диференціальні рівняння».

Виконавчий етап розв'язання задачі можна надати SageMathCloud, внаслідок чого студент зможе приділити більше часу орієнтовно-дослідному і оціночному етапу.

SageMathCloud дозволяє розв'язувати диференціальні рівняння аналітичними, графічними та чисельними методами. Таким чином, в залежності від мети моделювання можна

вибрати відповідний метод розв'язання. При цьому важливу роль гратимуть чисельні і графічні методи, так як їх реалізація без хмарного середовища – дуже трудомісткий і тривалий процес. Чисельні методи дозволять отримати апроксимацію розв'язку, графічні – побудувати сімейство інтегральних кривих диференціального рівняння, яке описує процес або явище, що досліджується.

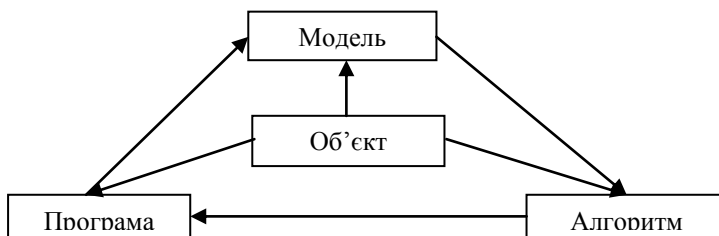


Рис. 1. Тріада математичного моделювання
О. А. Самарського

При розв'язанні завдань, пов'язаних з моделюванням, у студентів будуть розвиватися навички розв'язання, розширюватись знання, що стосуються прикладної значущості диференціальних рівнянь і SageMathCloud, які використовуються для їх розв'язання. Саме активне оперування графічними моделями і наочними образами явищ в процесі виконання завдань необхідно для ефективної реалізації можливостей геометричної мови, підвищення міцності і усвідомленості знань, розвитку інтуїції студентів в усвідомленні понять і фактів, пов'язаних з цим розділом математики. Для розкриття повного потенціалу курсу диференціальних рівнянь необхідно поєднати на практичних заняттях з диференціальних рівнянь задачі, які розв'язуються аналітичними методами, які реалізуються за допомогою обчислень без використання СКМ, і завдань на моделювання, які реалізуються за допомогою SageMathCloud. У той же час за допомогою SageMathCloud на практичних заняттях можна збільшити наочність даного розділу математики. Зображення графіків розв'язання, сімейства інтегральних кривих рівняння сприятиме запобіганню формалізму в знаннях, формування

повноцінних образів поняття, що досліджується, і підвищенню значимості математики для майбутніх фахівців.

Також перед початком вивчення особливих точок буде корисно запропонувати студентам графічно розв'язати ряд диференціальних рівнянь, в яких є спеціальні точки, не називаючи їх. Таким чином, існування даних точок вже буде пов'язано з їх графічним представленням.

Але найбільший потенціал SageMathCloud має при вивченні розділу «Диференціальні рівняння в частинних похідних»

Наведемо кілька завдань, розв'язання яких може спростити використання SageMathCloud.

Задача 1. Методом Фур'є знайти функцію $U = U(x, t)$ яка є розв'язком крайової задачі для коливання струни:

$$U_{tt} = U_{xx};$$

$$U(0, t) = p(t);$$

$$U(1, t) = q(t);$$

$$U(x, 0) = f(x);$$

$$U_t(x, 0) = g(x);$$

де

$$p(t) = 0.5t;$$

$$q(t) = 0;$$

$$f(x) = (x + 0.4) \sin \pi x;$$

$$g(x) = (x + 1)^2.$$

Розв'язання, виконане студентом в хмарному середовищі SageMathCloud, може мати наступний вигляд (рис. 2):

```
x, t, a, l, z=var('x, t, a, l, z')
a=1
l=1
p(t)=0.5*t
q(t)=0
f(x)=(x+0.4)*sin(pi*x)
g(x)=(x+1)^2
```

```

II1(z)=integrate(f(z))
show(II1(x+a*t)-II1(x-a*t))
II2(x,t)=integrate(g(z),(z,x-a*t,x+a*t))
show(II2(x,t))
u(x,t)=(p*(x-a*t)+p*(x+a*t))/2+(q*(x-
a*t)+q*(x+a*t))/2+1/(2*a)*II2+1/(2*a)*(II1(x+a*t)
-II1(x-a*t))
show(u(x,t))
show(animate([plot(u(x,t),(x,-10,10))for t in
range(1,6)],ymin=-10,ymax=100))
for n in range(3,12):
    u(x,t)=u(x,t)+(p*(x-
a*t)+p*(x+a*t))/2+(q*(x-
a*t)+q*(x+a*t))/2+1/(2*a)*II2+1/(2*a)*(II1(x+a*t)
-II1(x-a*t))
    show(u(x,t))

```

Слід зазначити, що завдяки використанню інструментарію хмарного середовища, студенти можуть продемонструвати коливання нескінченної струни у динаміці: у вигляді анімації або у форматі відео.

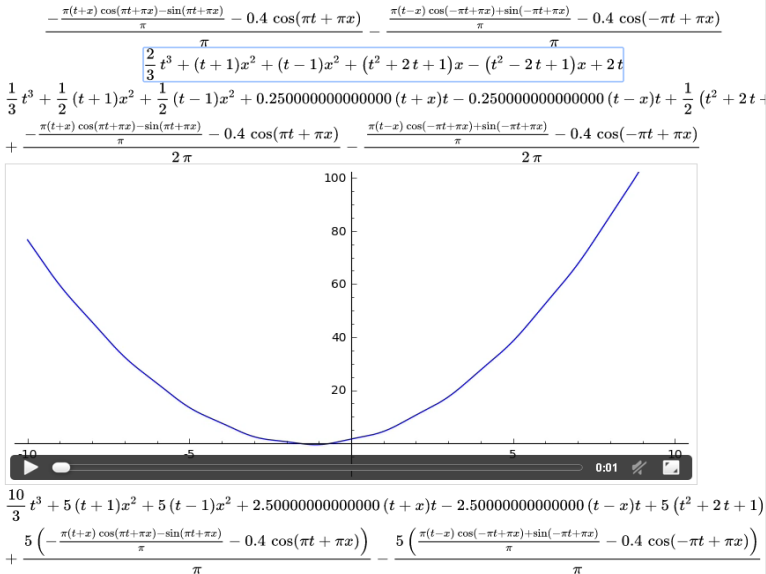


Рис. 2. Розв'язок крайової задачі для коливання струни

Задача 2. Методом Фур'є розв'язати рівняння коливання прямокутної мембрани. Згідно певного варіанту задача формулюється таким чином:

$$u_{tt} = 16\Delta u; u(x, y, 0) = xy(2-x)(6-y); u_t(x, y, 0) = 0;$$

$$u(0, y, t) = u(x, 0, t) = u(2, y, t) = u(x, 6, t) = 0.$$

Розв'язуючи з використанням інструментарію SageMathCloud одержимо наступний програмний код:

```
x, y, t, a, p, q=var('x, y, t, a, p, q')
f(x, y)=x*y*(2-x)*(6-y)
a=4
p=2
q=6
l(m, n)=pi*sqrt((m/p)^2+(n/q)^2)
A(m, n)=integrate(integrate(f(x, y)*sin(m*pi*x/p)
)*sin(n*pi*y/q), (x, 0, p)), (y, 0, q))
A(m, n)=4/(p*q)*A(m, n)
u(x, y, t)=A(1, 1)*cos(a*l(1, 1)*t)*sin(pi*x/p)*sin(pi*y/q)
show(u(x, y, t))
show(animate([plot3d(u(x, y, t), (x, -5, 5), (y, -5, 5)) for t in range(1, 15)], aspect_ratio=(1, 1, 1), frame=False))
for m in range(2, 6):
    for n in range(2, 6):
u(x, y, t)=u(x, y, t)+A(m, n)*cos(a*l(m, n)*t)*sin(m*pi*x/p)*sin(n*pi*y/q)
show(u(x, y, t))
```

На екран буде виведено лише перші 5 доданків (рис. 3) даного розв'язку (починаючи з 2-го доданку, оскільки перший є нулем).

Процес розв'язання завдань можна дещо автоматизувати застосувавши функцію `raw_input()`. З використанням даної функції студенти зможуть створити елемент керування «поле для введення» без застосування стандартних елементів управління та додаткових знань з програмування. Синтаксиси вказаної функції наступний:

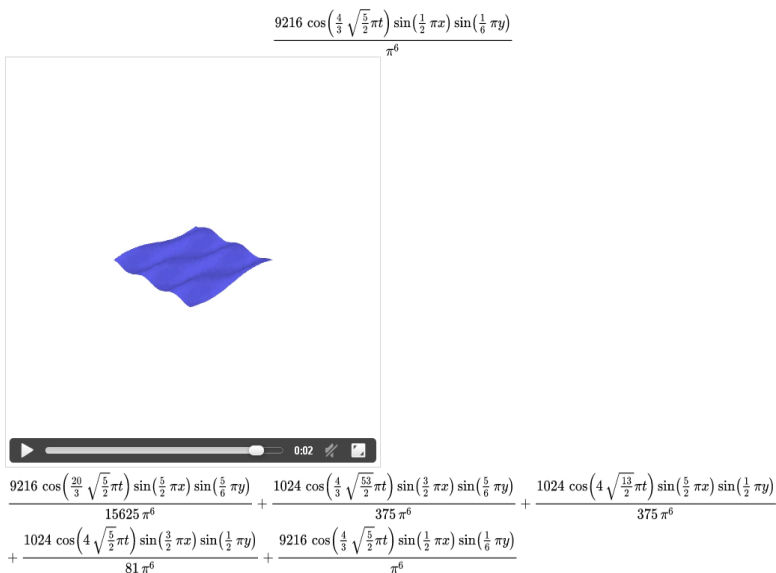


Рис. 3. Розв'язок рівняння коливання прямокутної мембрани

```
raw_input(prompt='`', default='`',
placeholder='`', input_width=None,
label_width=None, type=None)
```

`prompt` – підпис зліва від елемента управління;

`default` – значення елемента управління за замовчуванням;

`placeholder` – пояснення/підказка для заповнення поля для введення (відображається безпосередньо в полі для введення сірим кольором, але не являється значенням за замовченням);

`input_width=None` – ширина поля для введення (за замовчуванням значення параметру не зазначено);

`label_width=None` – ширина підпису елемента управління (за замовчуванням значення параметру не вказано);

`type` – тип введення даних (не визначено значення параметру, автоматичний вибір у відповідності до введених даних).

Приклад застосування (рис. 4) представлено нижче:

```

%var x,y
t=raw_input("Перше число", default=2,
input_width="20ex",
label_width="15ex",type='sage')
show(t)
t1=raw_input("Друге число", default=2,
input_width="20ex",
label_width="15ex",type='sage')
show(t1+t)

```

Рис. 4. Зчитування рядка користувача до програмного коду комірки робочого аркуша

Задля підтвердження позитивного впливу використання SageMathCloud у навчальному процесі було досліджено математичні компетентності, як складові професійних компетентностей майбутніх учителів математики. Для цього в якості експериментальної групи була обрана академічна група студентів – 17 чоловік та паралельна їй академічна група в якості контрольної (також 17 чоловік).

Експериментальна група студентів виконувала індивідуальні завдання з дисципліни «Диференціальні рівняння» письмово та з використанням хмарного середовища SageMathCloud (в якості перевірки обчислень, які одержані вручну). Контрольна група виконувала завдання лише письмово, без застосування хмарного середовища SageMathCloud (але за бажанням студенти могли перевірити одержані результати провівши обчислення в будь-якій іншій СКМ).

Оскільки дане дослідження містить результати відображені в порядковій шкалі та враховуючи, що об'єм вибірки незначний, було обрано статистичний критерій – χ^2 для перевірки одержаних результатів. Однією з умов даного статистичного критерію є наявність хоча б трьох (або більше)

градацій. В даному випадку критичним значенням критерію χ^2 для рівня значимості $\alpha=0,05$ та трьох градацій (рівні: високий, середній, низький) є число 5,99. Емпіричне значення одержуємо – 84,7, що є більшим за критичне. Тобто достовірність відмінностей характеристик порівнюваних вибірок складає 95%. Можна зробити висновок, що ефект обумовлено саме використанням хмарного середовища SageMathCloud.

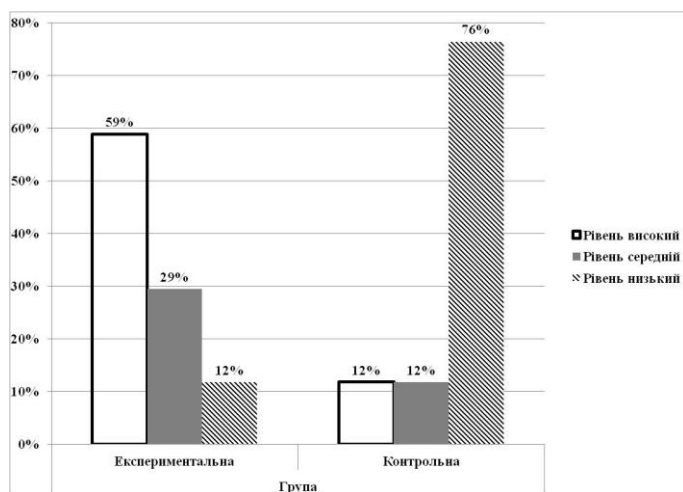


Рис. 5. Розподіл рівнів сформованості математичних компетентностей контрольної та експериментальної груп

Спираючись на результати нашого дослідження вважаємо за доцільне запропонувати таку схему організації навчального процесу з дисципліни «Диференціальні рівняння» з використанням SageMathCloud (рис. 6).

Перспективи дослідження вбачаємо в необхідності розв'язати наступні науково-методичні завдання:

1. розробити інформаційне забезпечення навчального процесу (створити електронні підручники; створити генератори індивідуальних та тестових завдань; створити автоматизовану систему перевірки індивідуальних завдань; створити електронні бібліотеки);

2. створити демонстраційний супровід лекцій і практичних занять (інтерактивні відеоматеріали, які супроводжують розв'язання диференціальних рівнянь; анімаційні математичні моделі об'єктів і явищ);

3. інтеграція комп'ютерних обчислень в структуру практичних занять (вбудувати в навчальний процес паралельний супровід практичних занять хмарними обчисленнями; створити програми аналітичного тестування і самотестування студентів);

4. інтеграція комп'ютерних обчислень в структуру факультативів і курсових робіт; виконання науково-дослідних робіт лише з використанням інструментарію хмарного середовища (без використання іншого програмного забезпечення).

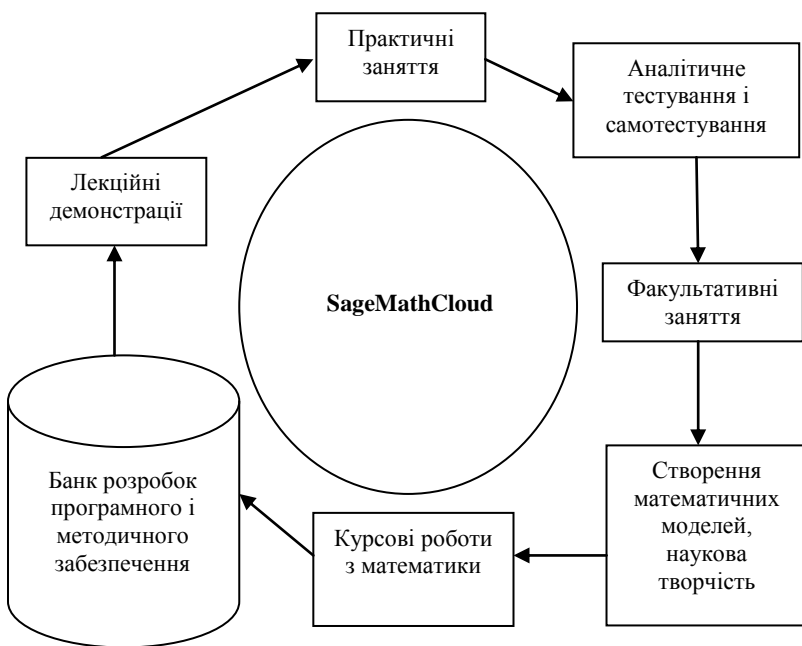


Рис. 6. Організація навчального процесу з дисципліни «Диференціальні рівняння» з використанням SageMathCloud

Список використаних джерел

1. Асланов Р. М. Методическая система обучения дифференциальным уравнениям в педвузе : автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра пед. наук : 13.00.02 / Р. М. Асланов; Московский педагогический государственный университет. – Москва, 1997. – 36 с.
2. Иванюк М. Е. Интеграция математического образования студентов факультета информатики педагогического вуза с применением систем компьютерной математики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика). – Самара, 2008. – 199 с.
3. Мартакова Н. Є. Використання онлайн-освіти у навчальному процесі / Н. Є. Мартакова // Хмарні технології в освіті : матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 21 грудня 2012 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. – 41-42 с.
4. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр. – М. : Физматлит, 2005. – 320 с.
5. Словак К. І. Інформаційно-комунікаційні технології активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів [Електронний ресурс] / К. І. Словак // Науковий вісник Донбасу. – № 3(15). – 2011. – Режим доступу : http://almamater.luguniv.edu.ua/magazines/elect_v/NN15.

2.10. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ГЕНЕРУВАННЯ СИСТЕМИ БАГАТОВАРІАНТНИХ ЗАДАЧ ЗМІСТОВОГО МОДУЛЯ «ІНТЕГРУВАННЯ ФУНКЦІЇ ОДНІЄЇ ЗМІННОЇ»

Метою дослідження є побудова та підготовка до практичного використання математичних моделей систем багатоваріантних задач з інтегрування функції однієї змінної. Задачами дослідження є побудова математичних моделей систем багатоваріантних задач на знаходження невизначеного інтегралу від раціональної функції певного вигляду та обчислення площ параболічних фігур; розробка програмного засобу для їх автоматизованого генерування. Об'єктом дослідження є процес побудови системи багатоваріантних математичних задач. Предметом дослідження є математичні моделі та програмні засоби реалізації систем багатоваріантних задач на знаходження невизначених інтегралів та обчислення площ параболічних фігур. У роботі подано етапи побудови математичних моделей зазначених систем багатоваріантних задач. На допомогу викладачам запропоновано програму-генератор задач, який реалізовано у середовищі SageMathCloud. Результати дослідження планується використати на підтримку комп'ютерно-орієнтованого навчання математичного аналізу майбутніх учителів математики.

Ключові слова: визначений інтеграл, генератор математичних задач, математичне моделювання, невизначений інтеграл, параболічна фігура, раціональна функція, система багатоваріантних математичних задач.

Рівень сформованості та розвитку математичної компетентності випускників загальноосвітніх навчальних закладів та студентів перших курсів природничо-математичних спеціальностей нижчає з року в рік. Вчителі математики пояснюють даний факт невідповідністю змісту та вимог до результатів вивчення шкільної математики кількості її уроків на тиждень – учні не мають часу на ґрунтовне засвоєння теоретичних знань та формування автоматизованих навичок їх застосування. Вчителі й викладачі-методисти часткове вирішення проблеми вбачають у побудові й використанні на

практиці системи багатоваріантних задач для формування й розвитку певних математичних компетенцій учнів (студентів) у тренувальному режимі як на уроках, так і в позаурочний час.

Ідея математичного моделювання системи багатоваріантних задач та програмної реалізації їх автоматизованого генератора не є новою як серед вітчизняних, так і зарубіжних науковців і методистів, серед яких В. М. Михалевич, Я. В. Крупський, О. І. Шевчук [3], І. О. Посов [5], Н. В. Рашевська, О. П. Ліннік, Г. А. Горшкова [6], С. О. Семеріков, К. І. Словак [7] та ін.

При цьому, проектування такої системи задач передбачає побудову математичної моделі умови або розв'язку задачі та «ручне» або автоматизоване генерування набору завдань, надаючи параметрам побудованої моделі різних значень [1; 2].

Так, система багатоваріантних задач на обчислення невизначеного інтегралу виду

$$J = \int \frac{kx+1}{ax^2+bx+c} dx, \quad (1)$$

де k, l, a, b, c є довільні дійсні числа (1) може бути отримана в результаті надання параметрам k, l, a, b та c різних допустимих значень. Побудова *математичних моделей розв'язків* такого інтегралу надасть можливість:

- студентам уникати алгебраїчних помилок при розв'язанні задач;
- викладачам «вручну» генерувати систему багатоваріантних задач;
- математикам, які мають базові знання з основ алгоритмізації та програмування, спростити програмну реалізацію генератора-тренажера системи задач.

Оскільки знаходження інтегралу (1) залежить від значення дискримінанта рівняння

$$ax^2+bx+c=0 \quad (2),$$

будемо різні математичні моделі розв'язків будувати припускаючи: 1) $D > 0$; 2) $D = 0$.

Нехай $D > 0$ і корені рівняння x_1 та x_2 .

В цьому разі можемо використати рівність

$$ax^2+bx+c = a(x-x_1)(x-x_2) \quad (3)$$

Рівність (3) дозволяє інтеграл (1) обчислювати у вигляді

$$J = \int \frac{kx+l}{a(x-x_1)(x-x_2)} dx \quad (4)$$

Для побудови математичних моделей розв'язків та обчислення інтеграла (4) слід розглянути окремі випадки: 1) $k = 0, l \neq 0$; 2) $k \neq 0, l = 0$; 3) $k \neq 0, l \neq 0$.

Якщо $k = 0$, а $l \neq 0$, будемо мати вихідний інтеграл

$$J = \int \frac{l}{a(x-x_1)(x-x_2)} dx \quad (5)$$

Представимо підінтегральну функцію інтеграла (5) у вигляді

$$\frac{l}{a(x-x_1)(x-x_2)} = \frac{1}{a} \left(\frac{A}{x-x_1} + \frac{B}{x-x_2} \right) = \frac{1}{a} \cdot \frac{Ax - Ax_2 + Bx - Bx_1}{(x-x_1)(x-x_2)} \quad (6)$$

З рівності (6) одержуємо систему рівнянь відносно невідомих коефіцієнтів A і B :

$$\begin{cases} A + B = 0 \\ -Ax_2 - Bx_1 = l \end{cases} \Rightarrow A = -\frac{l}{x_2 - x_1}, B = \frac{l}{x_2 - x_1}.$$

Використовуючи значення коефіцієнтів A і B знаходимо інтеграл (5)

$$\begin{aligned} \int \frac{l}{a(x-x_1)(x-x_2)} dx &= \frac{l}{a} \left[-\int \frac{1}{x-x_1} dx + \int \frac{1}{x-x_2} dx \right] = \\ &= \frac{l}{a} \left[-\frac{1}{x_2-x_1} \cdot \int \frac{dx}{x-x_1} + \frac{1}{x_2-x_1} \cdot \int \frac{dx}{x-x_2} \right] = \frac{l}{a(x_2-x_1)} \times \\ &\times [-\ln|x-x_1| + \ln|x-x_2|] + C \end{aligned}$$

Математичною моделлю розв'язку інтегралу (5) є вираз

$$\begin{aligned} \int \frac{l}{a(x-x_1)(x-x_2)} dx &= \int \frac{l}{ax^2 + bx + c} dx = \frac{l}{a(x_2-x_1)} \times \\ &\times [-\ln|x-x_1| + \ln|x-x_2|] + C \end{aligned} \quad (7)$$

Доказовим фактором правильності аналітично побудованої математичної моделі розв'язку може бути ілюстрація (рис. 1) її отримання засобами системи комп'ютерної математики (СКМ).

Таким чином, щоб обчислити інтеграл (5) достатньо розв'язати рівняння (2) і якщо $D > 0$, і корені рівняння $x_1 \neq x_2$, підставити корені у праву частину формули (7).

```

1  ▾
2  1 a, x1, x2, k, l=var('a, x1, x2, k, l')
3  2 f1(x)=1/(a*(x-x1)*(x-x2))
4  3 show("$\int%$dx=%$"%(latex(f1(x)), latex(integrate(f1(x), x))))
5  4
6  ▾

```

$$\int \frac{l}{a(x-x_1)(x-x_2)} dx = \frac{l \left(\frac{\log(x-x_1)}{x_1-x_2} - \frac{\log(x-x_2)}{x_1-x_2} \right)}{a}$$

Рис. 1. Побудова математичної моделі розв'язку інтегралу виду (5) засобами системи комп'ютерної математики (СКМ) SageMath

Якщо $k \neq 0$, а $l = 0$ маємо інтеграл

$$J = \int \frac{kx}{ax^2 + bx + c} dx = k \int \frac{x}{ax^2 + bx + c} dx \quad (8).$$

Підінтегральну функцію представляємо у вигляді

$$\begin{aligned} & \frac{x}{ax^2 + bx + c} = \\ & = \frac{x}{a(x-x_1)(x-x_2)} = \frac{1}{a} \cdot \left(\frac{A}{x-x_1} + \frac{B}{x-x_2} \right) = \frac{1}{a} \cdot \frac{Ax - Ax_2 + Bx - Bx_1}{(x-x_1)(x-x_2)} \quad (9) \end{aligned}$$

З рівності (9) одержуємо систему рівнянь для знаходження значень коефіцієнтів:

$$\begin{cases} A + B = 1 \\ -Ax_2 - Bx_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow A = -\frac{x_1}{x_2 - x_1}, B = \frac{x_2}{x_2 - x_1}.$$

Використовуючи знайдені значення A і B одержуємо відповідь (рис. 2) у вигляді

$$J = \int \frac{kx}{ax^2 + bx + c} dx = \frac{k}{a} \left[-\frac{x_1}{x_2 - x_1} \ln|x - x_1| + \frac{x_2}{x_2 - x_1} \ln|x - x_2| \right] + C =$$

$$= \frac{k}{a(x_2 - x_1)} \left[-x_1 \ln|x - x_1| + x_2 \ln|x - x_2| \right] + C \quad (10).$$

```

7  ▾
8  1 a,x1,x2,k,l=var('a,x1,x2,k,l')
9  2 f2(x)=k*x/(a*(x-x1)*(x-x2))
10 3 show("$\int\limits_{sdx}=%s$"%(latex(f2(x)), latex(integrate(f2(x),x))))
11 4
12 ▾
                                     
$$\int \frac{kx}{a(x-x_1)(x-x_2)} dx = \frac{k \left( \frac{x_1 \log(x-x_1)}{x_1-x_2} - \frac{x_2 \log(x-x_2)}{x_1-x_2} \right)}{a}$$

13 ▾

```

Рис. 2. Побудова математичної моделі розв'язку інтегралу виду (8) засобами СКМ SageMath.

Для випадку, коли $k \neq 0$ та $l \neq 0$, підінтегральну функцію інтеграла (1) представляємо у вигляді

$$\frac{kx+l}{ax^2+bx+c} = \frac{kx+l}{a(x-x_1)(x-x_2)} = \frac{1}{a} \cdot \left(\frac{A}{x-x_1} + \frac{B}{x-x_2} \right) = \frac{1}{a} \cdot \frac{Ax - Ax_2 + Bx - Bx_1}{(x-x_1)(x-x_2)} \quad (11)$$

З рівності (11) одержуємо наступну систему рівнянь

$$\begin{cases} A + B = k \\ -Ax_2 - Bx_1 = l \end{cases} \Rightarrow A = -\frac{kx_1+l}{x_2-x_1}, B = \frac{kx_2+l}{x_2-x_1}.$$

Далі відповідь одержуємо у вигляді

$$J = \int \frac{kx+l}{ax^2+bx+c} dx = \frac{1}{a} \left[-\frac{kx_1+l}{x_2-x_1} \ln|x-x_1| + \frac{x_2+l}{x_2-x_1} \ln|x-x_2| \right] + C =$$

$$= \frac{1}{a(x_2-x_1)} \left[-(kx_1+l) \ln|x-x_1| + (kx_2+l) \ln|x-x_2| \right] + C \quad (12)$$


```

15 ▾
16 1 a, x1, x2, k, l = var('a, x1, x2, k, l')
17 2 f3(x) = (k*x + l) / (a*(x - x1)*(x - x2))
18 3 show("\int sdx = %s" % (latex(f3(x)), latex(integrate(f3(x), x))))
19 4
20 ▾

```

$$\int \frac{kx+l}{a(x-x_1)(x-x_2)} dx = \frac{\frac{(kx_1+l) \log(x-x_1)}{x_1-x_2} - \frac{(kx_2+l) \log(x-x_2)}{x_1-x_2}}{a}$$

Рис. 3. Побудова математичної моделі розв'язку інтегралу виду (12) засобами СКМ SageMath.

Розглядаючи випадок коли $D = 0$ маємо однакові корені рівняння (2) $x_1 = x_2 = \bar{x}$.

За таких умов маємо рівність

$$ax^2 + bx + c = a(x - \bar{x})^2 \quad (13)$$

Інтеграл (1) у випадку рівності (13) має вигляд

$$J = \int \frac{kx+l}{a(x-\bar{x})^2} dx \quad (14)$$

Для побудови математичних моделей розв'язків та обчислення інтеграла (14) слід знов-таки розглянути аналогічні випадки:

Якщо $k = 0$ та $l \neq 0$ маємо інтеграл

$$J = \int \frac{l}{a(x-\bar{x})^2} dx = \frac{l}{a} \int \frac{1}{(x-\bar{x})^2} dx = \frac{l}{a} (-1) \frac{1}{x-\bar{x}} + C \quad (15)$$

```

22 ▾
23 1 a, xr, k, l = var('a, xr, k, l')
24 2 f4(x) = l / (a*(x-xr)^2)
25 3 show("\int sdx = %s" % (latex(f4(x)), latex(integrate(f4(x), x))))
26 4
27 ▾

```

$$\int \frac{l}{a(x-xr)^2} dx = -\frac{l}{a(x-xr)}$$

Рис. 4. Побудова математичної моделі розв'язку інтегралу виду (15) засобами СКМ SageMath.

Якщо $k \neq 0$ і $l = 0$ маємо інтеграл

$$J = \int \frac{kx}{ax^2 + bx + c} dx = \frac{k}{a} \int \frac{x}{a(x - \bar{x})^2} dx.$$

Підінтегральну функцію представляємо у вигляді

$$\frac{x}{x - \bar{x}} = \frac{A}{x - \bar{x}} + \frac{B}{(x - \bar{x})^2} = \frac{Ax - A\bar{x} + B}{(x - \bar{x})^2} \quad (16)$$

З рівності (16) одержуємо систему рівнянь $\begin{cases} A = 1 \\ -A\bar{x} + B = 0 \end{cases}$.

За допомогою знайдених значень $A = 1$ і $B = \bar{x}$ одержуємо формулу

$$\begin{aligned} J &= \int \frac{kx}{ax^2 + bx + c} dx = \frac{k}{a} \int \frac{dx}{(x - \bar{x})^2} = \frac{k}{a} \left[\int \frac{dx}{x - \bar{x}} + \int \frac{\bar{x}}{(x - \bar{x})^2} dx \right] = \\ &= \frac{k}{a} \left[\ln|x - \bar{x}| - \frac{\bar{x}}{x - \bar{x}} \right] + C \quad (17) \end{aligned}$$

Якщо $k \neq 0$ і $l \neq 0$ матимемо рівність

$$\frac{kx + l}{a(x - \bar{x})^2} = \frac{1}{a} \left(\frac{A}{x - \bar{x}} + \frac{B}{(x - \bar{x})^2} \right) = \frac{1}{a} \frac{Ax - A\bar{x} + B}{(x - \bar{x})^2} \quad (18).$$

```

28 ▾
29 1 a,xr,k,l=var('a,xr,k,l')
30 2 f5(x)=k*x/(a*(x-xr)^2)
31 3 show("$\int sdx=%s$" % (latex(f5(x)), latex(integrate(f5(x),x))))
32 ▾

```

$$\int \frac{kx}{a(x-xr)^2} dx = -\frac{k \left(\frac{xr}{x-xr} - \log(x-xr) \right)}{a}$$

Рис. 5. Побудова математичної моделі розв'язку інтегралу виду (16) засобами СКМ SageMath.

З рівності (18) одержуємо систему рівнянь

$$\begin{cases} A = k \\ -A\bar{x} + B = l \end{cases} \Rightarrow A = k, B = l + k\bar{x}.$$

Використовуючи значення A і B одержуємо формулу

$$\begin{aligned} J &= \int \frac{kx+l}{ax^2+bx+c} dx = \frac{1}{a} \int \frac{kx+l}{(x-\bar{x})^2} dx = \\ &= \frac{1}{a} \left[\int \frac{kdx}{x-\bar{x}} + (l+k\bar{x}) \int \frac{1}{(x-\bar{x})^2} dx \right] = \\ &= \frac{1}{a} \left[k \ln|x-\bar{x}| - (l+k\bar{x}) \frac{1}{x-\bar{x}} \right] + C \quad (19) \end{aligned}$$

```

33 ▾
34 1 a,xr,k,l=var('a,xr,k,l')
35 2 f6(x)=(k*x+l)/(a*(x-xr)^2)
36 3 show("$\int sdx=%s$" % (latex(f6(x)), latex(integrate(f6(x),x))))
37 ▾

```

$$\int \frac{kx+l}{a(x-xr)^2} dx = \frac{k \log(x-xr) - \frac{kxr+l}{x-xr}}{a}$$

Рис. 6. Побудова математичної моделі розв'язку інтегралу виду (18) засобами СКМ SageMath.

Для «ручного» генерування системи задач на обчислення інтегралів виду (1) та програмної реалізації генератора-тренажера такої системи зручно користуватися даними зведеної таблиці 1.

Таблиця 1

Зведені відомості щодо побудови математичних моделей

розв'язків інтегралів виду $J = \int \frac{kx+l}{ax^2+bx+c} dx$

Невизначений інтеграл					Математична модель (загальний вигляд) розв'язку	
$\int \frac{l}{a(x-x_1)(x-x_2)} dx$					$\frac{l}{a(x_2-x_1)} [-\ln x-x_1 + \ln x-x_2] + C$	
k	l	x_1	x_2	x		
0	R	R	R	-		
$\int \frac{kx}{a(x-x_1)(x-x_2)} dx$					$\frac{k}{a(x_2-x_1)} [-x_1 \ln x-x_1 + x_2 \ln x-x_2] + C$	
k	l	x_1	x_2	x		
R	0	R	R	-		
$\int \frac{kx+l}{a(x-x_1)(x-x_2)} dx$					$\frac{1}{a(x_2-x_1)} [-(kx_1+l) \ln x-x_1 + (kx_2+l) \ln x-x_2] + C$	
k	l	x_1	x_2	x		
R	R	R	R	-		
$\int \frac{l}{a(x-\bar{x})^2} dx$					$\frac{l}{a} (-1) \frac{1}{x-\bar{x}} + C$	
k	l	x_1	x_2	x		
0	R	-	-	R		
$\int \frac{kx}{a(x-\bar{x})^2} dx$					$\frac{k}{a} \left[\ln x-\bar{x} - \frac{\bar{x}}{x-\bar{x}} \right] + C$	
k	l	x_1	x_2	x		
R	0	-	-	R		
$\int \frac{kx+l}{a(x-\bar{x})^2} dx$					$\frac{1}{a} \left[k \ln x-\bar{x} - (l+k\bar{x}) \frac{1}{x-\bar{x}} \right] + C$	
k	l	x_1	x_2	x		
R	R	-	-	R		

В основу моделювання умов системи багатоваріантних задач, пов'язаних з квадратурою параболічних фігур, може бути покладена ідея використання квадрата з параметром a . Квадрат розташовується у прямокутній декартовій системі координат (Oxy) , вершинами квадрата (рис. 1) є точки з координатами $(0; 0)$, $(a; 0)$, $(a; a)$, $(0; a)$.

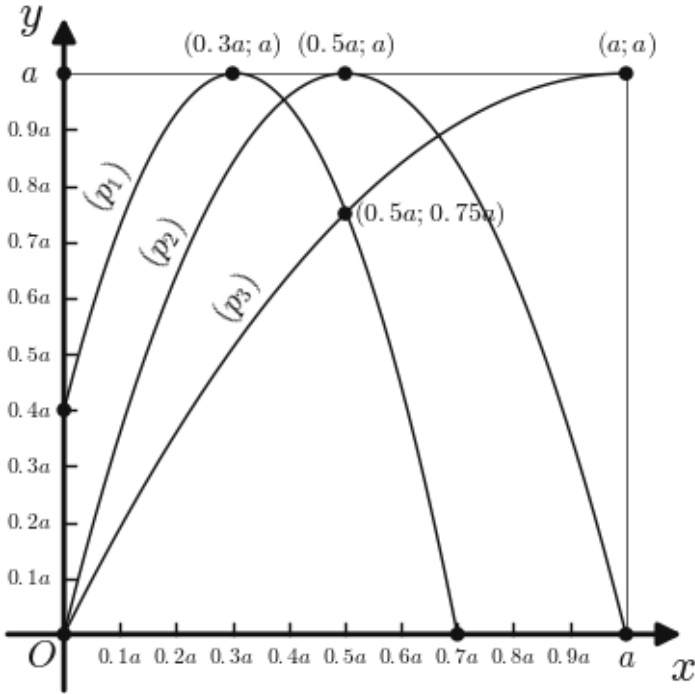


Рис. 7. Квадрат з параметром a і вписаними в його площу параболою p_1 , p_2 та p_3 , які відповідно проходять через точки $(0; 0,4a)$, $(0,3a; a)$, $(0,7a; 0)$; $(0; 0)$, $(0,5a; a)$, $(a; 0)$; $(0; 0)$, $(0,5a; 0,75a)$, $(a; a)$.

Площа, обмежена параболою, обчислюється за допомогою інтеграла

$$S_p = \int_0^{x_2} (Ax^2 + Bx + C)dx, \quad (20)$$

де $y_p = Ax^2 + Bx + C$, (21) – рівняння відповідної параболи.

Таким чином, для використання формули (20) потрібно знайти значення коефіцієнтів A , B , C для кожної з парабол p_1 , p_2 , p_3 , вписаних у квадрат з параметром a .

Для знаходження коефіцієнтів використаємо координати точок, через які проходять вказані параболи.

Парабола p_1 :

$$\text{точка } (0; 0,4a): A \cdot 0 + B \cdot 0 + C = 0,4a \Rightarrow C = \frac{4}{10}a = \frac{2}{5}a$$

$$\text{точка } (0,3a; a): A \cdot \frac{9}{100}a^2 + B \cdot \frac{3}{10}a + \frac{2}{5}a = a \Rightarrow$$

$$9a^2A + 30aB + 40a = 100a \Rightarrow$$

$$9aA + 30B = 60 \quad (\text{I})$$

$$\text{точка } (0,7a; 0): A \cdot \frac{49}{100}a^2 + B \cdot \frac{7}{10}a + \frac{2}{5}a = 0 \Rightarrow$$

$$49aA + 70B = -40 \quad (\text{II})$$

Маємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} 9aA + 30B = 60 \\ 49aA + 70B = -40 \end{cases} \quad (\text{III})$$

Розв'язками системи є $A = -\frac{45}{7a}$, $B = \frac{55}{14}$.

Маємо рівняння параболи p_1 :

$$y_{p1} = -\frac{45}{7a}x^2 + \frac{55}{14}x + \frac{2}{5}a. \quad (22)$$

Використовуючи рівняння (22) і формулу (20) обчислюємо площу S_{p1} :

$$\begin{aligned} S_{p1} &= \int_0^{0,7a} \left(-\frac{45}{7a}x^2 + \frac{55}{14}x + \frac{2}{5}a \right) dx = \\ &= -\frac{15}{7} \cdot (0,7)^3 a^2 + \frac{55}{14} \cdot (0,7)^2 a^2 + \frac{2}{5} \cdot 0,7a^2 = 0,5075a^2. \end{aligned}$$

Парабола p_2 :

$$\text{точка } (0; 0): \quad A \cdot 0 + B \cdot 0 + C = 0 \Rightarrow C = 0$$

$$\text{точка } (0,5a; a): \quad A \cdot \frac{25}{100} a^2 + B \cdot \frac{5}{10} a = a \Rightarrow$$

$$25a^2 A + 50aB = 100a \Rightarrow aA + 2B = 4$$

$$\text{точка } (a; 0): \quad A \cdot a^2 + B \cdot a = 0 \Rightarrow aA + B = 0.$$

Для знаходження A і B розв'язуємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} aA + 2B = 4 \\ aA + B = 0 \end{cases} \quad (\text{I})$$

Система (I) має розв'язки $A = -\frac{4}{a}$, $B = 4$.

Рівняння параболи p_2 має наступний вигляд

$$y_{p_2} = -\frac{4}{a} x^2 + 4x. \quad (23)$$

За допомогою рівняння (23) і формули (20) обчислюємо площу S_{p_2} :

$$S_{p_2} = \int_0^a \left(-\frac{4}{a} x^2 + 4x \right) dx = -\frac{4}{3a} a^3 + 2a^2 = \frac{2}{3} a^2.$$

Аналогічно одержуємо рівняння параболи p_3 :

$$y_{p_3} = -\frac{1}{a} x^2 + 2x.$$

Далі знаходимо площу S_{p_3} :

$$S_{p_3} = \int_0^a \left(-\frac{1}{a} x^2 + 2x \right) dx = -\frac{1}{3a} a^3 + a^2 = \frac{2}{3} a^2.$$

Використовуючи квадрати з різними значеннями параметра a маємо можливість скласти множину багатоваріантних задач для обчислення площ, обмежених параболою вигляду p_1 , p_2 або p_3 .

На допомогу вчителю для автоматизації процесу складання описаної множини багатоваріантних задач пропонується хмаро орієнтований їх генератор, створений у середовищі

Кількість варіантів 6

Завдання 1 (p1)

Завдання 2 (p2)

Завдання 3 (p3)

Генерувати лише завдання
Генерувати завдання з відповідями

Варіант №1

Завдання 1. Обчислити значення визначеного інтегралу:

$$\int_0^{2.8} \left(-\frac{45}{28}x^2 + \frac{55}{14}x + \frac{8}{9} \right) dx.$$

Відповідь. 8.12

Завдання 2. Знайти площу фігури, обмежену параболою $y = -\frac{4}{9}x^2 + 4x$ та віссю абсцис.

Відповідь. 54.0

Завдання 3. Знайти площу фігури обмежену віссю абсцис, параболою $y = -\frac{1}{4}x^2 + 2x$, що вписана у квадрат зі стороною 4.

Відповідь. 10.6666666667

Варіант №2

Завдання 1. Обчислити значення визначеного інтегралу:

$$\int_0^{7.0} \left(-\frac{45}{70}x^2 + \frac{55}{14}x + 4 \right) dx.$$

Відповідь. 50.75

Рис. 8. Сторінка генератора багатоваріантних задач на обчислення площ параболічних фігур

Інтерфейс генератора спроектовано за принципами інтуїтивної зрозумілості, але для початку роботи із ним доведеться зареєструватися у середовищі SageMathCloud, увійти до нього та додати сторінку із генератором до власного проекту. Кінцевим результатом роботи генератора є список завдань на обчислення:

- а) значення визначеного інтеграла;
- б) площі фігури, обмеженої параболою виду p_2 та віссю абсцис;
- в) площі фігури, обмеженої віссю абсцис і параболою виду p_3 , що вписана у квадрат з вершинами у точках $(0; 0)$ і $(a; a)$.

Для учнів класів із поглибленим вивченням математики, розпочато роботу над розробкою генератора таких багатоваріантних задач за умовою яких вимагається за відомими координатами трьох точок параболу відтворити її рівняння, проілюструвати задачу та обчислити площу утвореної параболічної фігури, вписаної у квадрат із параметром a .

Програмна реалізація генераторів багатоваріантних математичних завдань у середовищі SageMathCloud викладачами, які не мають високо розвинених компетенцій у програмуванні, є найбільш доцільною й прийнятною, адже достатньо опанувати:

- основи комп'ютерної математики у SageMath;
- основи програмування мовою Python;
- основи проектування графічних інтерфейсів у SageMathCloud;
- основи HTML та LaTeX [4].

Моделювання системи багатоваріантних задач з курсів шкільної та вищої математики із подальшою програмною реалізацією їх генератора надасть можливість скоротити час викладача на підготовку та перевірку самостійних (контрольних) робіт для здійснення систематичного моніторингу успішності.

Список використаних джерел

1. Башмаков А. И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / Башмаков А. И., Башмакова И. А. – М. : Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с.
2. Кручинин В. В. Генераторы в компьютерных учебных программах / Кручинин В.В. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2003. – 200 с.
3. Михалевич В. М. Математичні моделі генерування завдань з інтегрування частинами невизначених інтегралів / В. М. Михалевич, Я. В. Крупський, О. І. Шевчук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2008. – № 1. – С. 116–122.
4. Попель М. В. Організація навчання математичних дисциплін у SageMathCloud: навчальний посібник / М. В. Попель. – 2-ге вид., виправлене // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. – Кривий Ріг : Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2016. – Том XIV. – Випуск 1 (38) : спецвипуск «Навчальний посібник у журналі». – 111 с.
5. Посов И. А. Web-сайт для создания и обмена генерируемыми задачами по математике / Посов И. А. // Международный электронный журнал "Образовательные

технологии и общество (Educational Technology & Society)". – 2010. – Т. 13, – №3. – С. 360–373.

6. Рашевська Н. В. Застосування Web-СКМ для генерації завдань з вищої математики / Н. В. Рашевська, О. П. Ліннік, Г. А. Горшкова // Тези доповідей VII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ – 2010) : Черкаси, 4–6 травня 2010 р. – У 2-х томах. – Черкаси : ЧДТУ, 2010 – Т. 2. – С. 27.

7. Словак К. І. Методика побудови окремих компонентів мобільного математичного середовища «Вища математика» [Електронний ресурс] / К. І. Словак // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2012. – №4 (30). – Режим доступу : <http://lib.iitta.gov.ua/704364/1/687-2288-1-PB.pdf>.

ANNOTATION

Ahadzhanova S. V., Viunenko O. B., Tolbatov A. V., Ahadzhanov-Gonsales K. H., Tolbatov V. A. Key aspects of agricultural universities distance education monitoring system construction

The aim - to improve the quality of the evaluation process of distance learning through the development of monitoring information technology of agricultural universities' distance learning subsystem. The object of study is the process of online distance learning. Subject of research - methods and tools for monitoring the process of distance education in agricultural universities. Methods include general scientific research methodology and principles of system approach; case study methods. The results of the study - was considered and analyzed modern monitoring technology and quality assurance, formulated the basic principles and criteria of the future monitoring system of Agricultural Universities distance education as intellectually challenging expert system. Today's standard of electronic distance learning systems is expanded and modified version of the standard SCORM, known as the Experience API (xAPI), which focuses on the task of providing the interactivity of the learning process and monitor its progress. Data collected during the monitoring should be considered as an information basis for effective management of the educational process in an organization that is innovative platform to improve its content, methodical, organizational sides.

Keywords: distance education, distance education monitoring system, intellectual system of distance education.

Bobyliiev D., Popel M. V.. Features of Application of Cloud Environment SageMathCloud in Training Future Teachers of Mathematics Course «Differential Equations»

The *aim* of this study is study of features the use of cloud environment while studying of future teachers of mathematics course «Differential Equations». *Objectives of the study* is to analysis of the implementation of SCM learning Universities, delineation the advantages of cloud services compared with commercial SCM, the role of the course «Differential Equations»

among mathematical disciplines, specific decision of tasks course «Differential Equations» tools of SageMathCloud. The *object of research* is to learning future teachers of mathematics course «Differential Equations». The *subject of research* is the process of using cloud environment during SageMathCloud solving differential equations. In this work an analysis of implementation SCM, SCM commercial including the curriculum universities. An alternative serves implementing cloud services, which have a number of advantages over commercial SCM. Reveal the specifics study course «Differential Equations» and outlines the advantages of the implementation SCM of study this course compared to other mathematical disciplines. The features of using cloud environment SageMathCloud in solving common tasks on the course «Differential equations». *Results of the study* is planned to generalize for further design and development of training methods the course «Differential Equations» with support SageMathCloud.

Keywords: cloud technologies, cloud serices, differential equations, use of SageMathCloud, SageMathCloud.

Burachek V. R. Optimizing range of information tools support the educational process in higher education

The study is optimization tools informatization of educational process in high school. The object of study is to analyze the existing list of information hardware and software suitable for use in training in higher education. The object of the research is the process of using modern information products in the learning process. The subject of research is the use of information systems and technology specialist and general purpose in the classroom. The basic tools of information support of the educational process in training economic direction, their effectiveness in teaching different disciplines cycles possible ways of optimizing the implementation of modern information products to the educational process. The results of research partially used in teaching disciplines of mathematical cycle, partially planned to further use in the professional training of economists.

Keywords: educational process, information technology, application specialized information systems.

Danylchuk H.B. Using technical analysis in the course «Modeling of Economic Dynamics» for students of «Economics»

Aim of the study is to develop a system of theoretical knowledge and practical skills in the use of modern simulation techniques in the preparation of specialists in economics. The paper analyzed, summarized and systematized research on training economists and the necessity of using the latest teaching methods of modeling and forecasting. A decision support system Entropy Complex for analysis and modeling of economic systems entropy methods. The study recommendations, implementation of which should contribute to improving the teaching of courses in economic modeling to students directly.

Keywords: modeling, technical analysis, econophysics methods entropy indicators time series.

Gadetska Z.M. Formation of the informational and educational environment of universities on the basis of technology of «cloud computing»

Article is devoted to actual problems of researches of implementation of means and services of cloud computing in educational process. The concept is probed is cloudy the oriented environment of educational institution, the main stages of its formation are selected. The current state and tendencies of distribution of means of cloud computing at universities are defined. The proposed model cloudy oriented academic environment of the university.

Keywords: cloud technology; cloud-oriented educational environment; cloud ICT.

Kiv A. E., Orischenko V. G., Tavalika L. D., Sue Holmes. Computer testing of operator's creative thinking

A model of thinking space in which the thinking processes are considered as an accumulation of thinking steps, or thinking elements, is proposed. Differential equations are formulated for thinking processes corresponding to concrete kinds of professional activities. On the basis of the mathematical model of thinking processes new computer tests for operator's creative thinking testing were worked out. Application of new tests is illustrated in the case

of work-group organisation.

Keywords: thinking space, psychological parameters of thinking, intuition, logic, professional activities, computer tests.

Korolskii V. V., Shokaliuk S. V.. Modeling and Generating a Multiple Tasks by Contents Module «Integration of One Variable Functions»

The *aim* of this study is the construction and preparation for the practical use of mathematical models of multivariate problems with integration of functions of one variable. *Objectives of the study* is to construct mathematical models of multivariate problems in finding an indefinite integral of a rational function of a certain kind and calculating the area of parabolic shapes; development of software for their automated generation. The *object of research* is the process of constructing a multiple mathematical problems. The *subject of research* is mathematical models and software implementation of multivariate problems on finding indefinite integrals and calculating the area of parabolic shapes. The paper presents the stages of constructing mathematical models of these problems multivariate To help teachers proposed a program generator problems that implemented among SageMathCloud. *Results of the study* will be used to support computer-based learning mathematical analysis of future teachers of mathematics.

Keywords: definite integral generator math problems, mathematical modeling, indefinite integral, parabolic shape, rational function, a multiple mathematical problems.

Logvinenko V.G. Model of quality of blended learning of students of higher agricultural institutions in the learning process of computer science

The aim of this study is to construction and implementation of the Model of quality of blended learning of students of higher agricultural institutions in the learning process of computer science. Objectives of the study is to analyze the existing approaches to blended learning, the quality of blended learning, the problem statement of building of the Model of quality of blended learning, to review the method of its solution. The object of research is the blended learning in the computer training students agrarian profile. The subject of research is to build the Model of quality of blended

learning and its use for the organization academic disciplines Department of Cybernetics and Informatics. In this work the analysis and systematization of research on the blended learning and its quality, made organization of the study particular subjects at the our Department by the blended learning technology, the estimation of the effectiveness of this technology. Results of the study is planned to summarize the recommendations on the use of blended learning technologies in the agricultural university.

Keywords: blended learning, quality of education, quality of blended learning, Mathematical model, optimization problem.

Moiseienko M. V. Computer simulation of molecular systems in studies of teachers of chemistry and informatics

The aim of this study is projecting and realization computer-oriented studies of future teachers of chemistry and informatics to modeling of objects (processes, phenomena and systems) of quantum mechanics at master's degree level of higher education. Objectives of the study is ground of necessity of studies of master's degrees of chemistry - future teachers of chemistry and informatics - computer modeling of objects of quantum mechanics at support of the specialized software tool the «Active constructor of the hierarchical systems», determination of maintenance of laboratory practical work from discipline (elective course) "Newest information technologies in scientific researches and education" and features of methodology of its studies. The object of research is the process of studies of bachelors and master's degrees of chemistry – future teachers of chemistry and informatics. The subject of research is content and software tools of studies of computer modeling of objects of quantum mechanics. In the article is shown a necessity the detailed study future teachers of chemistry and informatics theories and practices of computer modeling of objects of quantum mechanics, the unfolded maintenance over of the computer-oriented laboratory practical work of selective discipline (elective course) «Newest information technologies in scientific researches and education» or the master's degrees of specialty 014 Secondary education(Chemistry), the features of methodology of his introduction are marked. Results of the study is planned to summarize for development of recommendations in relation to planning of educational standards and curricula of preparation of

master's degrees after specialty 014 Secondary education (Chemistry) and specialization of 014 Secondary education (Informatics).

Keywords: quantum mechanics, computer modeling of chemical objects, active constructor of hierarchical structures, nanotechnologies.

Mukoseenko O.A. Let us play detective games at computer lessons

The usage practicability of the famous detective novels plots has been estimated to motivate pupils for informatics learning activity on the basis of statistics data. The programs and books on informatics for pupils in grade from 3 to 11 of secondary general schools have been analyzed. The informatics tasks which coincide with the activity of detectives in movies plots have been detected. The software for such tasks has been estimated.

Keywords: informatics, primary and secondary comprehensive schools, motivation, movies, software.

Shokaljuk S. V., Markova O. M., Semerikov S. O. SageMathCloud as the Learning Tool Cloud Technologies of the Computer-Based Studying Mathematics and Informatics Disciplines

The *aim* of this study is to determine peculiarities of computer-based learning and mathematical disciplines in informatychnyh oriented cloud environment SageMathCloud. *The objectives of the study* is to investigate the didactic potential SageMathCloud, study its structure SageMathCloud isolation components to create a cloud-oriented software and learning systems and distance learning courses in the mathematics and informatics disciplines. *The object of research* is computed mathematically-oriented education informatics disciplines. *The subject of research* is the learning tool cloud technologies of the computer-based studying mathematics and informatics disciplines. In this paper, the characteristics of the didactic potential SageMathCloud environment for the implementation of computer-based learning natures, mathematics and informatics disciplines with the use of cloud technologies; lists and illustrates the basic components SageMathCloud, which can be used in the design of cloud-based software and methodical complex

and remote training course. *Results of the study* will be the basis for writing guidelines for teachers of natural, mathematics and informatics cloud-oriented software and learning systems and distance learning courses based on SageMathCloud.

Keywords: cloud-oriented program-methodical complex, distance learning course, IPython interpreter, mathematics computer system, publishing LaTeX, SageMathCloud.

Shumeiko A.A., Iskandarova A. IRT profiles scheme using linear spline with free nodes.

The article deals with the construction characteristics of the aggregate quality of tests using linear splines. It was found that the use of polygons with free node allows to build an integral characteristic quality of compilation of tests task.

Sologub A.I., Sologub A.A. The theory of modern natural creative education: paradigm, technologies, equipment

The article is an attempt to justify the theory of modern specialized creative education of high school students according to the challenges of modern socio-economic development of Ukraine.

Keywords: creative pedagogical paradigm, technology profile natural science education, pedagogical technique of creative learning

Soloviev V., Kharadjan N. Modeling of cognitive processes in social and human systems

The features of modeling cognitive component of social and human systems. For example, use multiscale, multifractal measures and network complexity shows that these and other synergistic models and methods can correctly describe quantitative differences in cognitive systems. It is proposed to use the network complexity paradigm for the construction of new educational technologies.

Keywords: cognitive systems, complex systems, complex networks, synergetics, measures of complexity, new educational technologies.

Solovieva V.V. The modeling the crisis in socio-economic systems of the methods of nonlinear dynamics

The comparison of the results of multifractal analysis for a

currency, commodity and stock markets were provided. It is shown that the Herst local coefficient and multifractal analysis are the indicator-precursor of the crisis. The features of the dynamics of a spot market of in times of crisis by means of the network analysis were investigated. The obtained results provide grounds to assert that unlike the stock markets, commodity the markets practically uncorrelated, which greatly complicates the forecasting of adverse events.

Keywords: stock index, the Herst local coefficient, multifractal spectrum, indicator-precursor of the crisis, complex network, measure of complexity, topological analysis, spectral analysis, crisis.

Vihrova O. V., Zinonos N. O. Model of the pedagogical conditions implementation of foreign students' adaptation to study sciences and mathematics at universities

This research studies the effects of the adaptation process model and pedagogical conditions for the foreign students' adaptation to the study of sciences and mathematic on student achievement. The model of the foreign students' adaptation was developed; the main components of model are objectives, principles, content, methods, tools and forms of learning. In particular, we are focused on the three categories of adaptation: adaptation to the didactic requirements of sciences and mathematics, adaptation to the requirements of training (study skills) and sociopsychological adaptation to the university environment – to carry the academic responsibilities.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ	10
1.1. Моделювання когнітивних процесів у соціально-гуманітарних системах.....	10
1.2. Computer testing of operator’s creative thinking.....	45
1.3. Побудова профілів IRT за допомогою кусочно-лінійної регресії з вільними вузлами.....	50
1.4. Моделювання кризових явищ в соціально-економічних системах методами нелінійної динаміки.....	62
1.5. Використання технічного аналізу при викладанні курсу «Моделювання економічної динаміки» для студентів спеціальності «Економіка».....	81
1.6. Комп’ютерне моделювання молекулярних систем в підготовці вчителів хімії та інформатики.....	98
РОЗДІЛ 2. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МОДЕЛЮВАННЯ В ОСВІТІ	108
2.1. Модель реалізації педагогічних умов адаптації студентів-іноземців до вивчення дисциплін природничо-математичного циклу у ВНЗ.....	108
2.2. SageMathCloud як засіб хмарних технологій комп’ютерно-орієнтованого навчання математичних та інформатичних дисциплін.....	130
2.3. Теорія сучасного природничого креативного навчання: парадигма, технологія, техніка.....	143

2.4. Формування інформаційно-освітнього навчального середовища ВНЗ на основі технології «хмарних обчислень».....	174
2.5. Оптимізація спектру інформаційних засобів супроводу навчального процесу у вищій школі.....	192
2.6. Актуальні питання побудови системи моніторингу дистанційної освіти аграрних ВНЗ.....	205
2.7. Модель якості змішаного навчання студентів вищого аграрного закладу в процесі вивчення комп'ютерних дисциплін.....	233
2.8. Граємо в детективів на уроках інформатики.....	249
2.9. Особливості застосування засобів хмарного середовища SageMathCloud при навчанні майбутніх вчителів математики курсу «Диференціальні рівняння»...	260
2.10. Моделювання та генерування системи багатоваріантних задач змістового модуля «Інтегрування функції однієї змінної»	275
ANNOTATION	290