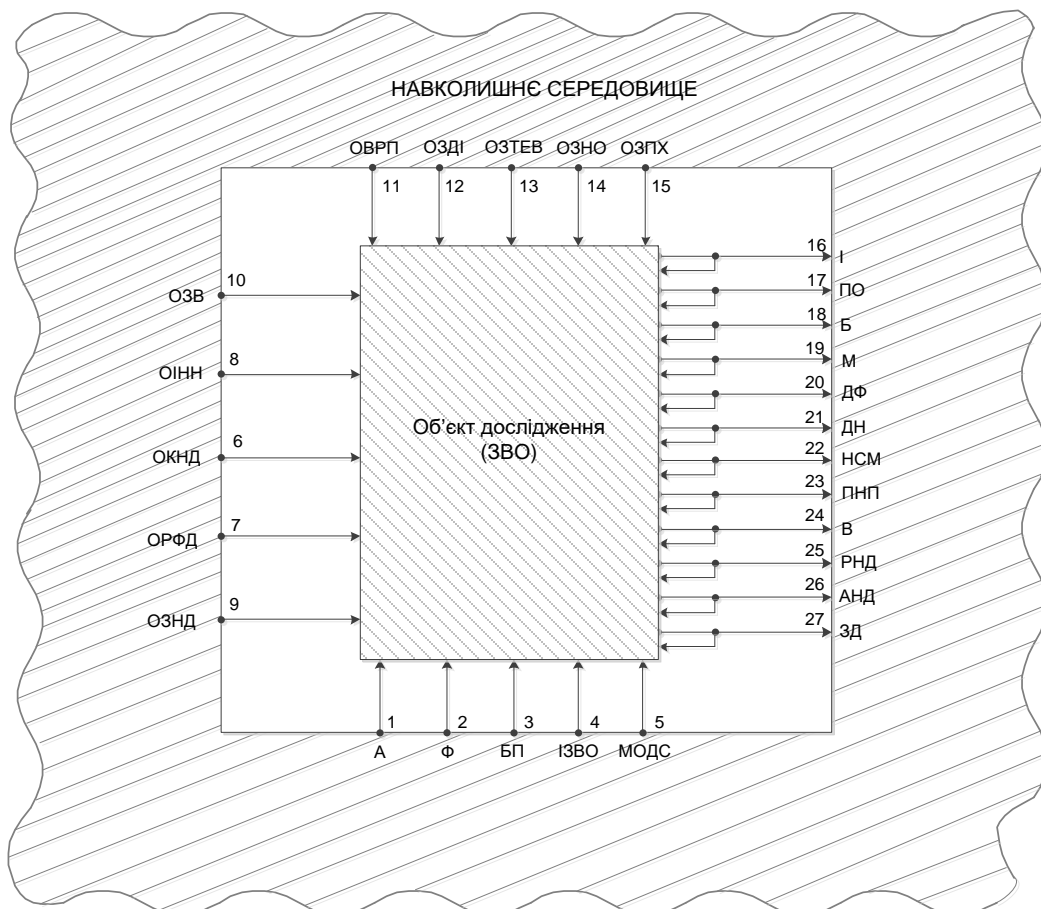


Б. І. Мокін, О. О. Войцеховська, О. Б. Мокін

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЗДОБУВАННЯ ЗНАНЬ В УНІВЕРСИТЕТСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Б. І. Мокін, О. О. Войцеховська, О. Б. Мокін

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ
ПРОЦЕСУ ЗДОБУВАННЯ ЗНАНЬ
В УНІВЕРСИТЕТСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

Монографія

Вінниця
ВНТУ
2024

УДК 303.732.4:378-047.22

М 74

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 5 від 31 жовтня 2024 р.)

Рецензенти:

Р. Н. Квєтний, доктор технічних наук, професор

А. Я. Кулик, доктор технічних наук, професор

Мокін, Б. І.

М74 Системний аналіз процесу здобування знань в університетському середовищі : монографія [Електронний ресурс] / Б. І. Мокін, О. О. Войцеховська, О. Б. Мокін. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – (PDF, 166 с.)

ISBN 978-617-8163-24-2

В монографії представлені результати системного дослідження процесу здобування знань в університетському середовищі. Здійснено системний аналіз процесу здобування знань в університетському середовищі – від постановки задачі до синтезу та ідентифікації математичних моделей процесу здобування знань в університетському середовищі. Монографія розрахована на науковців, студентів та аспірантів, які свої дослідження здійснюють в напрямку аналізу процесу здобування знань в закладах вищої освіти із застосуванням методології системного аналізу.

УДК 303.732.4:378-047.22

ISBN 978-617-8163-24-2

© Б. Мокін, О. Войцеховська, О. Мокін, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ПЕРШИЙ ЕТАП СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ПРОЦЕСУ ЗДОБУВАННЯ ЗНАНЬ В УНІВЕРСИТЕТСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....	27
1.1. Постановка задач дослідження ПЗЗУС	27
1.2. Формування критеріїв для оцінки результатів дослідження ...	29
РОЗДІЛ 2. ДРУГИЙ ЕТАП СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ПРОЦЕСУ ЗДОБУВАННЯ ЗНАНЬ В УНІВЕРСИТЕТСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....	31
2.1. Виділення ПЗЗУС як об'єкта дослідження із навколишнього середовища.....	31
2.2. Структуризація ПЗЗУС та форматування множини змінних, які характеризують взаємодію внутрішніх складових ПЗЗУС, та множини змінних, які характеризують взаємодію об'єкта дослідження з навколишнім середовищем.....	32
2.3. Синергетизація ПЗЗУС.....	41
2.4. Форматування обмежень.....	47
РОЗДІЛ 3. СИНТЕЗ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПЗЗУС НА ТРЕТЬОМУ ЕТАПІ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ПРОЦЕСУ ЗДОБУВАННЯ ЗНАНЬ В УНІВЕРСИТЕТСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....	51
3.1. Удосконалення моделі процесу забування знань шляхом трансформації «кривої забування» Еббінгауза в «смуги забування».....	51
3.2. Удосконалення моделі процесу здобування знань шляхом трансформації моделі Пріснякової до реальних умов надходження знань від їх джерела	66
3.3. Синтез математичної моделі ПЗЗУС, що враховує вплив повторення ключових понять матеріалу, викладеного лектором студентам на попередніх лекціях, на ступінь засвоєння ними нового матеріалу, який лектор доносить їм на лекції поточній.....	73
3.4. Трансформація моделей ПЗЗУС на фазову площину	79
3.5. Синтез нечіткої математичної моделі для чіткого оцінювання якості навчального процесу в онлайн-режимі	83

РОЗДІЛ 4. ІДЕНТИФІКАЦІЯ СИНТЕЗОВАНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПЗЗУС НА ЧЕТВЕРТОМУ ЕТАПІ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ПРОЦЕСУ ЗДОБУВАННЯ ЗНАНЬ В УНІВЕРСИТЕТСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОБЛАСТЕЙ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИ СИСТЕМНОМУ АНАЛІЗІ ПЗЗУС.....	90
4.1. Дослідження критеріїв на пріоритетність	90
4.2. Ідентифікація моделей у вигляді «смуг забування» та рекомендації по їх практичному застосуванню.....	99
4.3. Якісна інтерпретація результатів моделювання на фазовій площині	106
4.4. Адаптація нечіткої математичної моделі для чіткого оцінювання якості навчального процесу в онлайн-режимі.....	108
4.4.1. Постановка задачі адаптації.....	108
4.4.2. Адаптація методики чіткого оцінювання на нечітких моделях	112
4.5. Метод створення повноцінної бази даних, необхідних для ідентифікації законів розподілу випадкових величин для задач оцінки якості теоретичної та практичної підготовки студентів неповноформатних груп.....	116
4.5.1. Еквівалентування моделей законів розподілу випадкових величин.....	116
4.5.2. Методика створення повноцінної бази даних в задачах оцінки якості теоретичної та практичної підготовки студентів ..	124
4.6. Системний аналіз характеру особливих точок та траєкторій ПЗЗУС на фазовій площині.....	127
4.6.1. Дослідження на фазовій площині процесу засвоєння студентом програми навчальної дисципліни	127
4.6.2. Дослідження на фазовій площині процесу засвоєння програми навчальної дисципліни студентом середніх здібностей.....	133
4.6.3. Дослідження на фазовій площині процесу засвоєння програми навчальної дисципліни здібним студентом	143
РОЗДІЛ 5. УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	156
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	161

ВСТУП

Протягом достатньо значного відрізка часу групою науковців Вінницького національного технічного університету за програмою роботи науково-дослідної лабораторії «Проблем вищої школи» (НДЛ ПВШ), що була створена спільним наказом ректора ВНТУ, академіка НАПН України Бориса Мокіна та директора Інституту педагогічної освіти і освіти дорослих НАПН України, академіка НАПН України Івана Зязюна, здійснювались дослідження процесів засвоєння студентами закладів вищої освіти (ЗВО) знань, які вони отримували від викладачів на лекціях і практичних заняттях з певних навчальних дисциплін.

Частина результатів цих досліджень, що присвячена моделюванню процесів забування інформації, отриманої студентами на лекціях та практичних заняттях, була опублікована протягом 2010-2021 років в ряді наших наукових праць, у тому числі і в роботах [1] – [12].

В цих та інших публікаціях вчених з наукової школи академіка НАПН України, доктора технічних наук, професора Бориса Мокіна досліджено синергетичний ефект взаємодії студентів і викладачів університету, зокрема побудована структура університету як синергетичної багатозв'язної ієрархічної логіко-динамічної стохастичної системи у найбільш узагальненому вигляді (рис. В.1).

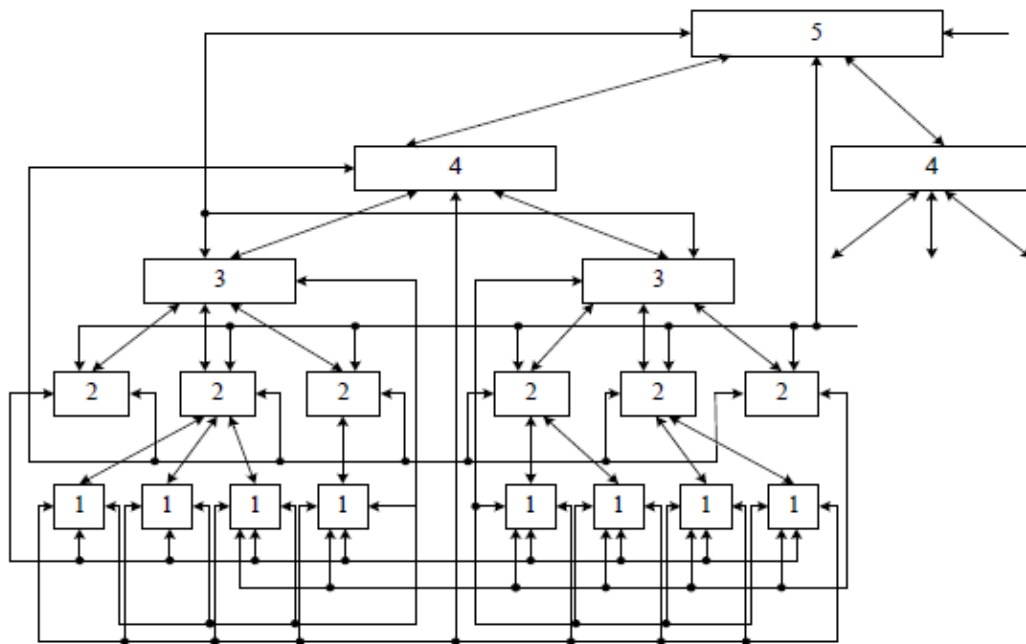


Рисунок В.1 – Структура університету як багатозв'язної ієрархічної системи

На рис. В.1 позначено: 1 – академічні групи; 2 – кафедри; 3 – органи управління і забезпечення факультетів; 4 – органи управління і забезпечення інститутів; 5 – органи управління і забезпечення університету в цілому.

Також в цих публікаціях створені узагальнені математичні моделі окремого студента та академічної групи студентів, окремого викладача та кафедрального колективу викладачів.

Розкрита структура синергетичної взаємодії викладачів та студентів університету на рівні кафедр і академічних груп, які знаходяться відповідно на 1-му та 2-му рівнях ієрархії синергетичної системи (рис. В.2), що будуть висвітлені нами в наступних розділах монографії в силу їх важливості і вагомості більш детально.

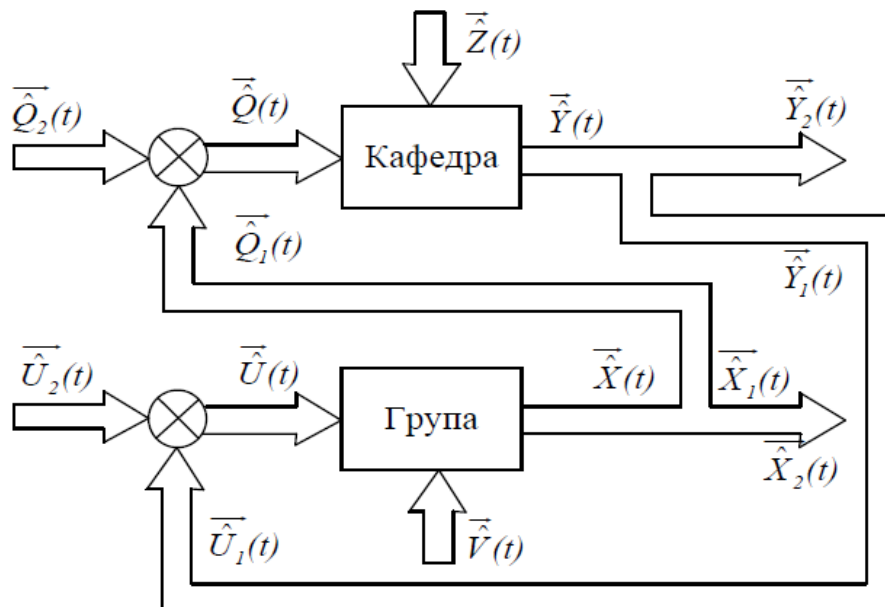


Рисунок В.2 – Структура взаємодії кафедри з академічною групою, як комплексних об’єктів 2-го та 1-го рівнів ієрархії синергетичної системи

В цих публікаціях побудовані узагальнені математичні моделі та внутрішні структури факультетів і інститутів як складових, відповідно, 3-го та 4-го рівнів ієрархії університету за умови, що університет розглядається як синергетична багатозв’язна ієрархічна логіко-динамічна стохастична система, в якій на 3-му рівні ієрархії системи, знаходяться органи управління і забезпечення факультетів, а на 4-му – органи управління і забезпечення інститутів.

Внутрішня структура структурного блоку Ф (органи управління і забезпечення факультетів) показана на рис. В.3.

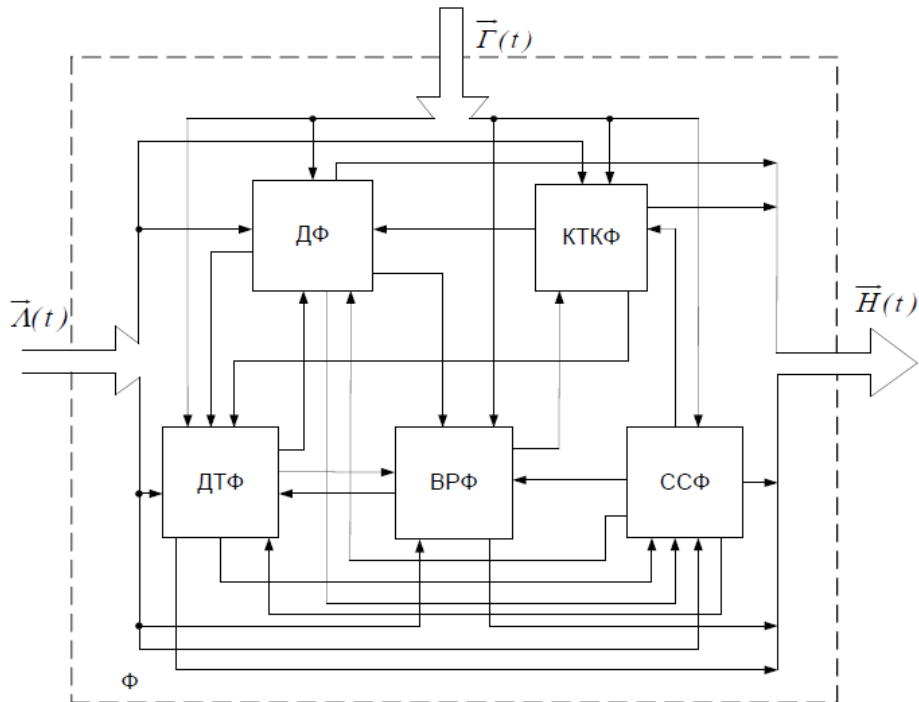


Рисунок В.3 – Внутрішня структура структурного блока Φ , який на 3-му рівні ієрархії університету уособлює в собі органи управління і забезпечення факультету

Як відомо, очолює факультет декан (ДФ), який обирається конференцією трудового колективу факультету (КТКФ) і керує як Вченою радою факультету (ВРФ), яка є виборчим дорадчим органом, так і деканатом (ДТФ), котрий є виконавчим органом, що складається з працівників, які призначаються наказами ректора. Усі ці органи взаємодіють як між собою, так і з органами студентського самоврядування факультету (ССФ).

Також в цих публікаціях синтезована узагальнена структура синергетичної взаємодії на рівні факультетів і інститутів університетської системи, у тому числі запропоновано математичні моделі процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни на фазовій площині, фазовими координатами якої є відносна кількість знань, отримуваних студентом від викладача під час аудиторних занять, та відносна кількість знань, яку він отримує в результаті самостійної роботи, а також синтезовані математичні моделі процесу засвоєння студентом програми навчальної дисципліни на фазовій площині для i -го часового напівінтервалу протягом якого студент цю навчальну дисципліну не вивчає, а також з використанням «кривої забування» Г. Еббінгауза досліджено вплив

синергетичної складової у математичній моделі на основі диференціального рівняння процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни.

Показано, що, якби студент в міжлекційний період нічого не забував, то графік процесу засвоєння ним цієї навчальної дисципліни мав би вигляд «сходінкової кривої» 1 на рис. В.4.

А якби студент не мав синергетичної складової і математична модель процесу забування отриманих на лекції від викладача знань у міжлекційний період мала вигляд:

$$\frac{dx_1^*}{dt} = -\alpha_{11}x_1^*, \quad (\text{В.1})$$

то графік процесу засвоєння ним цієї навчальної дисципліни мав би вигляд «пилкоподібної кривої» 2 на рис. В.4.

Але, оскільки процес забування інформації, отриманої студентом від викладача на лекції, у міжлекційний період відбувається за «кривою забування» Г. Еббінгауза, то графік процесу засвоєння студентом цієї навчальної дисципліни матиме вигляд «пилкоподібної кривої» 3 на рис. В. 4.

Із графіків, приведених на рис. В.4, видно, що без синергетичної складової, обумовленої впливом тих доз знань, які самостійно набуваються у міжлекційний період шляхом спонтанного згадування почутого на лекції, у студента у пам'яті у кінці триместру від прослуховування лекцій викладача залишиться не більше 5 % від тієї кількості знань, яку необхідно засвоїти згідно з програмою навчальної дисципліни. Але і з врахуванням спонтанної синергетичної складової знань у студента в кінці триместру у пам'яті залишиться теж не дуже багато, а точніше, не більше 27 % від планової програмної кількості. І лише завдяки цілеспрямованому і систематичному самостійному засвоєнню студентом частини знань з навчальної дисципліни в кожний міжлекційний період у кінці триместру у його пам'яті закріпиться більше 27 % від запланованої програмою до засвоєння кількості знань.

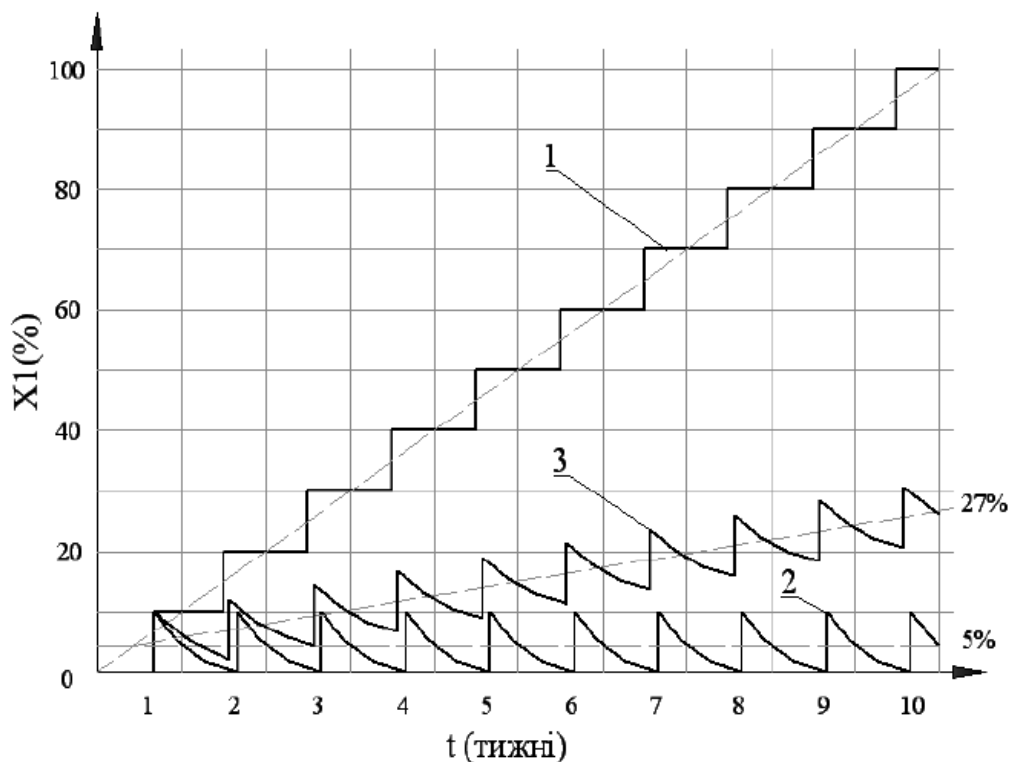


Рисунок В.4 – Графіки можливих траєкторій процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни протягом 10-тижневого триместру та їх трендів

Нами показано, що процес засвоєння студентом програми навчальної дисципліни у міжлекційний період 10-тижневого триместру з однією лекцією на кожному тижні не затухає до нуля у кінці першого періоду після першої лекції, а у пам'яті студента згідно з «кривою забування» Г. Еббінгауза залишається через тиждень після прослуховування лекції (тобто, через 168 годин) 18 % від тієї кількості знань, які він отримав на цій лекції. І тому цей процес може бути описаний функцією, що має вигляд:

$$x_1(t) = 10e^{(-\alpha_{11} + \alpha_{12}x_2)t}, \quad (B.2)$$

у якій

$$\begin{aligned} \alpha_{11} &= 0,08013, \\ \alpha_{12}x_2 &= 0,06980. \end{aligned} \quad (B.3)$$

На рис. В.5 представлені графіки процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни у перший міжлекційний період в разі самостійного вивчення матеріалу, викладеного на першій лекції, через три дні

після неї (суцільна крива 1) та за дві години до наступної лекції (штрихова крива 2).

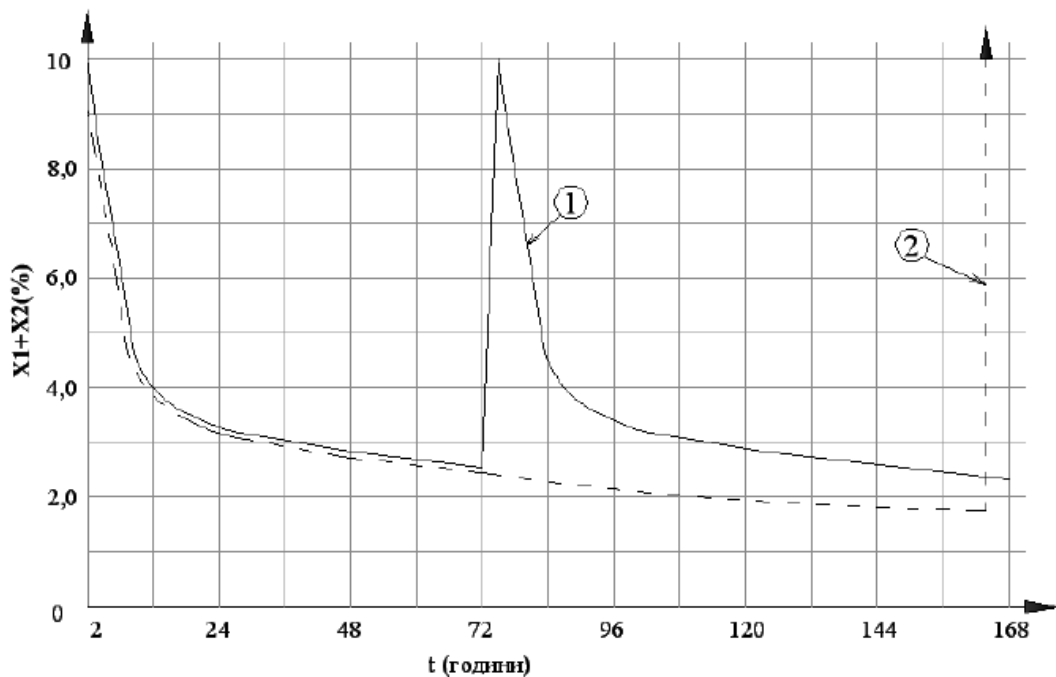


Рисунок В.5 – Графіки процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни у перший міжлекційний період в разі самостійного вивчення матеріалу, викладеного на першій лекції, через три дні після неї (суцільна крива 1) та за дві години до наступної лекції (штрихова крива 2)

Цілком очевидно, що графіки процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни після наступних лекцій у наступних міжлекційних періодах будуть мати аналогічний вигляд. А тому графіки процесу засвоєння цієї навчальної дисципліни протягом триместру виглядатимуть так, як показано на рис. В.6, на якому суцільною лінією 1 зображено графік процесу засвоєння навчальної дисципліни у разі, якщо самостійно студент вивчатиме матеріал кожної лекції через три дні після її прослуховування, а штриховою лінією 2 зображено графік процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни у разі, якщо самостійно студент вивчатиме матеріал кожної лекції за дві години до наступної лекції.

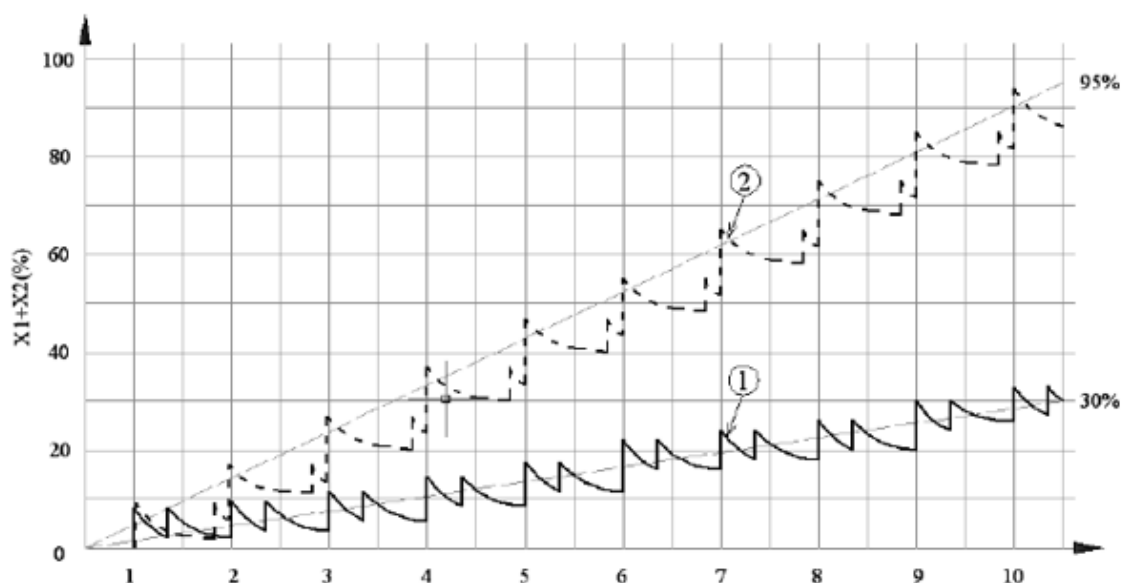


Рисунок В.6 – Графіки процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни для двох вищевказаних варіантів її вивчення ним самостійно у міжлекційні періоди

Тож цілком очевидно, що чим ближче до наступної лекції студент самостійно відновлює знання, отримані на попередній лекції, тим більшу кількість знань з даної навчальної дисципліни він матиме у кінці триместру.

Важливу роль у функціонуванні будь-якої організації відіграють інтелектуальний капітал і людські ресурси, які є безпосередньою рушійною силою розвитку системи. Проблема ефективного управління науково-педагогічним персоналом у закладах вищої освіти України відноситься до числа найбільш актуальних, оскільки від якості її розв'язання суттєво залежить соціально-економічний та науково-технічний розвиток держави. А одним із головних завдань при розв'язанні цієї проблеми є вдосконалення системи мотивації та підвищення задоволеності працею науково-педагогічного персоналу. Незважаючи на вже досягнуті результати, отримані при розв'язанні згаданої проблеми, ряд її аспектів потребують подальшого дослідження. Зокрема, недостатньо розробленими залишаються питання адекватного оцінювання та мотивації ефективної діяльності науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти. Саме тому актуальною є задача формування і застосування ефективних науково обґрунтованих математичних моделей оцінювання діяльності науково-педагогічного персоналу ЗВО, придатних для управління ефективністю цієї діяльності.

РОЗДІЛ 5. УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Узагальнюючи результати, отримані в процесі дослідження, можна констатувати наступне:

Запропоновано для дослідження процесів функціонування закладів вищої освіти використовувати системний підхід як ідеологію і системний аналіз як метод та визначено усі складові цих процесів на перших двох етапах застосування методу, в результаті чого заклад вищої освіти виділено як об'єкт дослідження із навколишнього середовища і сформовано усі точки, в яких цей об'єкт дослідження здійснює контакти з навколишнім середовищем, та конкретизовані як усі 15 впливів навколишнього середовища на об'єкт дослідження так і усі 12 впливів об'єкта дослідження на навколишнє середовище.

Запропоновано структурну схему університету у вигляді п'яти рівнів: академічні групи, кафедри, органи управління і забезпечення факультетів, органи управління і забезпечення інститутів та університету в цілому. Для кожного рівня запропоновано узагальнені математичні моделі, які враховують синергетичний ефект взаємодії між рівнями, а також динамічність, стохастичність, ієрархічність та багатозв'язність системи.

Показано, що дослідження процесів функціонування закладів вищої освіти і публікації результатів цих досліджень у наукових журналах в основному спрямовані на виявлення залежностей якості підготовки фахівців у цих закладах від однієї чи кількох координат цього процесу в умовах ігнорування впливу багатьох інших його координат, а у переважній більшості і без врахування їх змін у часі, тобто, з використанням математичних моделей цих залежностей в просторі автоматів Мура, у той час як адекватне відображення процесів функціонування закладів вищої освіти можливе лише в просторі автоматів Мілі.

Показано, що для того, щоб математичні моделі процесів функціонування закладів вищої освіти представляли ці процеси в просторі автоматів Мілі, їх необхідно синтезувати з використанням і диференціальних рівнянь, і інтегральних рівнянь, і різницевих рівнянь, і операторних перетворень Лапласа, Фур'є та дискретного перетворення решітчастих функцій, і регресійних моделей стохастичних часових рядів, і наближених методів розв'язання

нелінійних рівнянь різних класів, і ймовірнісної інтерпретації кривих забування інформації, і синергетичного підсилення процесів засвоєння знань, і теорії лінгвістичної змінної та нечітких баз знань, і теорії катастроф, і нейронних та нейронечітких мереж, і теорії секвенцій.

В якості критеріїв оцінки результатів запропоновано використати такі інтегральні критерії як імідж закладу вищої освіти та затрати, необхідні для забезпечення його функціонування, перший із яких – імідж - вимагає максимізації при обмеженнях на затрати, а другий – затрати – вимагає мінімізації при обмеженнях на імідж, тобто, при розв'язанні поставленої задачі з їх використанням стратегія може бути або максимінною, або мінімаксною, а точка оптимуму – сідловою.

Здійснено пошук варіанту плану оптимального розвитку університету в полі 5 пріоритетних для закладу вищої освіти критеріїв оптимізації, один із яких характеризує надходження до університету коштів, додаткових до бюджетного фінансування, два інших характеризують відповідно наукові досягнення професорсько-викладацького складу та якість впровадження ідеології дуальної освіти в навчальний процес, а ще два характеризують якість навчального процесу в режимах офлайн та онлайн.

Запропоновано варіант пріоритетності вибраних критеріїв та на нечіткій множині їх оптимальних значень визначено найкращий варіант плану розвитку університету, який сприятиме стабільному нарощенню з року в рік його іміджу.

В результаті критичного аналізу математичної моделі інтелектуального стану суспільства, запропонованої Людмилою Прісняковою, з'ясовано, що ця математична модель є хибною, оскільки вона створена з використанням хибної початкової передумови, а тому її використання приводить до невірної оцінки інтелекту суспільства, яка до того ж не прив'язана до відрізка часу, протягом якого визначається приріст інтелекту.

З використанням правильно виписаного рівняння балансу, в якому враховано і відрізок часу, протягом якого зберігається цей баланс, авторами даної роботи розроблену нову математичну модель інтелектуального стану суспільства з прив'язкою до введених Людмилою Прісняковою змінних і параметрів, аби була можливість співставляти між собою результати, отримані з використанням обох моделей.

Доведено, що функція приросту відносного інтелекту суспільства, аргументом якої є відносна кількість членів суспільства, що вносять вклад в цей приріст, не може мати екстремумів в області значень, допустимої для цього аргументу, наявність яких має місце при використанні математичної моделі, створеної Людмилою Прісняковою, але існування яких входить в протиріччя з логікою приросту інтелекту суспільства, в якому спостерігається приріст кількості його членів, що вносять свій вклад в цей приріст.

Для оцінювання якості процесу засвоєння знань студентами вищих технічних навчальних закладів з конкретної навчальної дисципліни, отриманих в онлайн-режимі, запропоновано використовувати в адаптованому вигляді відому ідеологію чіткого оцінювання якості інтеграції навчання з виробництвом на нечітких математичних моделях, методика втілення якої містить процедуру ймовірнісного оброблення дефазифікованих значень величин, що характеризують якість процесу і являють собою множини випадкових чисел.

Необхідність адаптації цієї ідеології для досягнення нашої мети обумовлена, по-перше, тим, що лінгвістичні змінні, які характеризують різні стадії навчального процесу, отримують новий зміст, оскільки процес отримання студентами робітничої професії не є адекватним процесу засвоєння студентами конкретної навчальної дисципліни в онлайн-режимі, по-друге, тим, що у зв'язку з необхідністю враховувати умови засвоєння конкретної навчальної дисципліни в онлайн-режимі кількість цих лінгвістичних змінних суттєво зростає, а по-третє, тим, що у зв'язку з необхідністю визначення ще до заключного етапу у вигляді екзамену тих додаткових впливів, за допомогою яких здійснюватиметься «нормалізація» тих лінгвістичних змінних, що мають відмінності від «нормальних», процес направленості аналізу «з кінця в початок», характерний для ідеології-прототипу, змінюється на протилежний процес «з початку в кінець».

А методика, що реалізує наш варіант втілення ідеології чіткого оцінювання на нечітких моделях, відрізняється окрім того, що враховує приведені вище відмінності в самій ідеології, по-перше, ще й тим, що знімає проблему створення достатньої потужності множини дефазифікованих значень лінгвістичних змінних, що характеризують процес вивчення конкретних навчальних дисциплін в малокомплектних групах, по-друге, множини екзаменаційних оцінок використовує не як стартову

для початку процесу оцінювання, як це має місце в ідеології-прототипі, а як критеріальну, за допомогою якої оцінюється якість самого процесу, а по-третє, пропонує варіанти синтезу математичних моделей для законів густини розподілу дефазифікованих лінгвістичних змінних у разі, якщо гіпотеза «нормальності» для них не виконується.

Удосконалено математичну модель «кривої забування», породженої Г. Еббінгаузом, за рахунок врахування в ній і синергетичної складової, що уповільнює процес забування за рахунок внутрішньої роботи мозку у той відрізок часу, в який нова інформація до цього мозку не надходить, і складової, що задає значення тієї долі початкової інформації, яка ніколи з пам'яті індивідуума не стирається.

При аналізі процесів забування початкової інформації, отриманої студентом від викладача на лекції, розширено базу обґрунтування необхідності переходу від «кривої забування», породженої Г. Еббінгаузом, до «смуг забування» породжених Б. І. Мокіним та О. Б. Мокіним.

Побудовано нові границі «смуг забування», які більш адекватно відображають ці «смуги» і вивільняють їх від ділянок, на яких забування інформації набуває знаку «мінус», не властивого для цього процесу.

З прив'язкою до «смуг забування» з метою зробити придатною для розв'язання задачі ідентифікації здійснено системну трансформацію математичної моделі процесу забування знань, отриманих на лекції, «відмінниками» (з високим рівнем пам'яті); отриманих «хорошистами» (з добрим рівнем пам'яті); отриманих студентами з посередньою успішністю (з таким же посереднім рівнем пам'яті); отриманих студентами з успішністю, нижчою посередньої, але здатними отримати задовільну оцінку в процесі не більше двох перескладань іспиту; та отриманих студентами з незадовільною успішністю, які повинні бути або відрахованими або залишеними на повторний курс.

Запропоновано спосіб ідентифікації системно трансформованої математичної моделі процесу забування знань, отриманих на лекції студентами категорій, перерахованих вище, в якому використано критерій найменших квадратів для визначення оптимальних оцінок параметрів моделі та обчислювальні структури, за допомогою яких реалізується ітераційний спосіб отримання цих оптимальних оцінок.

На основі системного підходу математично обґрунтована ідеологія видатного в минулому українського педагога Шаталова, що викладення на початку кожної поточної лекції ключових понять матеріалу,

донесеного лектором студентам на попередніх лекціях, суттєво підвищує ступінь засвоєння ними нового матеріалу, який лектор доносить їм на цій поточній лекції.

Синтезовано нову математичну модель, що описує процес засвоєння студентом знань, отриманих на лекції, на початку якої лектор відновлює в пам'яті студентів в концентрованому вигляді основні положення попередніх лекцій.

З використанням синтезованої математичної моделі процесу засвоєння студентом знань розроблено методику викладення матеріалу викладачем на лекціях, яка враховує основні положення попередніх лекцій при донесенні до студентів нового матеріалу на кожній із наступних лекцій.

З використанням числових характеристик показано, на скільки більшим буде обсяг матеріалу, який матиме у своїй пам'яті студент напередодні екзамену у разі, якщо, читаючи кожну поточну лекцію, лектор згадував і деталізував основні поняття лекційного курсу, викладені ним в попередніх лекціях.

Суттєву увагу приділено в монографії дослідженню ПЗЗУС на фазовій площині, яке відкриває нові горизонти в математичному моделюванні цього процесу.

Знайшли відображення в монографії і нові ідеї в напрямку синтезу еквівалентних моделей законів розподілу випадкових величин, що характеризують або супроводжують ПЗЗУС.

Завершуючи це узагальнення, яке фактично виконує роль розширеної анотації, можна прийти до висновку, що завдяки системному підходу до дослідження процесу здобування знань в університетському середовищі нам вдалося розглянути та взаємно ув'язати більшу кількість задач і параметрів цього процесу у порівнянні з розв'язанням цих задач в його виокремлених варіантах. Але ми свідомі того, що і нам ще не вдалося цей процес дослідити системно в усіх його проявах, а ми лише наблизились в ньому до системності, залишаючи і іншим авторам достатнє поле діяльності в цьому напрямку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Б. І. Мокін, А. В. Писклярова, та Ю. В. Мокіна, “Математичні моделі процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни на фазовій площині”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 5, с. 109-112, 2010.
- [2] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та А. В. Писклярова, “Дослідження характеру особливих точок на фазовій площині процесу засвоєння студентом програми навчальної дисципліни”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 6, с. 108-113, 2010.
- [3] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та А. В. Писклярова, “Дослідження на фазовій площині процесу засвоєння програми навчальної дисципліни студентом середніх здібностей”, *Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія*, № 3, с. 40-49, 2010.
- [4] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та А. В. Писклярова, “Дослідження на фазовій площині процесу засвоєння програми навчальної дисципліни здібним студентом”, *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*, №1, 2011.
- [5] Б. І. Мокін, *Фазова площина в якості простору моделювання процесу засвоєння навчальної дисципліни та її особливі точки*. В кн. «Педагогічна і психологічна науки в Україні. Том 5 (до 20-річчя НАПН України)». Київ: Педагогічна думка, 2012.
- [6] Б. І. Мокін, А. В. Писклярова, та О. Б. Мокін, “Дослідження впливу синергетичної складової у математичній моделі процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни”, *Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія*, №2, с. 9-14, 2013.
- [7] Б. І. Мокін, та А. В. Писклярова, “Синергетичний ефект у процесі засвоєння студентом навчальної дисципліни”, *Вища освіта України: теоретичний та науково-методичний часопис*, № 2, с. 144-149, 2013.
- [8] Б. І. Мокін, та О. Б. Мокін, “Підвищення ступеня адекватності моделі процесу забування знань”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №4, с. 116-121, 2013.
- [9] Б. І. Мокін, та О. О. Войцеховська, “Удосконалення ймовірнісної математичної моделі процесу забування інформації, отриманої студентом на лекції”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №4, с. 49–57, 2019. doi: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2019-145-4-49-57>

- [10] О. О. Войцеховська, Б. І. Мокін, та Д.О. Шалагай, “Моделювання процесу оцінювання інтелектуального стану суспільства”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №5, с. 49-55, 2019. doi: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2019-146-5-35-41>
- [11] Б. І. Мокін, та О. О. Войцеховська, “Системна трансформація математичної моделі процесу забування знань, отриманих студентом на лекції, та спосіб її ідентифікації”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №2, с. 50-57, 2020. doi: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2020-149-2-50-57>
- [12] О. О. Войцеховська, Б. І. Мокін, та О. Б. Мокін, “Адаптація методики чіткого оцінювання якості знань в галузі інформаційних технологій, отриманих в онлайн-режимі, на нечітких моделях процесів їх засвоєння”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №1, с. 57-69, 2021. doi: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-154-1-57-69>
- [13] О. О. Войцеховська, Б. І. Мокін, та Д. О. Шалагай, “Про один спосіб створення бази даних для системного аналізу якості засвоєння студентами навчальної дисципліни”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №5, с. 58-67, 2022. doi: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2022-164-5-58-67>
- [14] Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, О. О. Войцеховська, Д. О. Шалагай, та О. В. Бондарчук, “Еквівалентні моделі законів розподілу випадкових величин”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №2, с. 53-60, 2024. doi: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2024-173-2-53-60>
- [15] Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, О. О. Войцеховська, та Б. Д. Пасека, “Ідентифікація еквівалентної моделі процесу забування знань в кожній зі «смуг забування», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №3, с. 56-65, 2024. doi: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2024-174-3-56-65>
- [16] Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, та В. Б. Мокін, *Методологія та організація наукових досліджень: підручник*. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2023.
- [17] В. Ю. Биков, *Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія*. Київ, Україна: Атіка, 2008.
- [18] Ю. В. Мокіна, та Б. І. Мокін, *Математичні моделі в системах управління ефективністю діяльності професорсько-викладацького складу вищих навчальних закладів : монографія*. Вінниця, Україна: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008.
- [19] Н. С. Гончарук, Ю. В. Мокіна, та Б. І. Мокін, *Математичні моделі для прогнозування та управління процесами надходження грошових*

коштів від платних послуг вищих навчальних закладів : монографія. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2015.

[20] О. В. Слободянюк, В. Б. Мокін, та Б. І. Мокін, *Формування вмінь студентів з інженерної і комп'ютерної графіки в умовах дистанційного навчання : монографія*. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2016.

[21] Б. І. Мокін, О. Б., Мокін, та О. М. Косарук, *Ідеологія дуальності в вищій технічній освіті на основі інтеграції навчання з виробництвом : монографія*. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2019.

[22] R. E. Bellman, and L. A. Zadeh, "Decision-Making in Fuzzy Environment", *Management Science*, vol.17, no.4, pp.141-160, 1970.

[23] H. J. Zimmermann, *Fuzzy Set Theory and its Applications*. 3rd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.

[24] Python 3, 2022 [Electronic resource]. Available: <https://docs.python.org/3/>

[25] Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, та О. Б. Мокін, *Навчальний посібник для опанування студентами способів розв'язання задач з функціонального аналізу мовою Python. Частина 1*. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2022.

[26] Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, та О. Б. Мокін, *Навчальний посібник для опанування студентами способів розв'язання задач з функціонального аналізу мовою Python. Частина 2*. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2023.

[27] Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, та О. О. Войцеховська, "Про один із підходів до системного планування розвитку університету на основі нечіткого варіанту багатокритеріальної оптимізації", *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №5, с. 108-116, 2021. doi: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-158-5-108-116>

[28] Ю. І. Мітюшкін, Б. І. Мокин, та О. П. Ротштейн, *Soft Computing: ідентифікація закономірностей нечіткими базами знань: монографія*. Вінниця, Україна: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002.

[29] П. А. М'ясоїд. *Загальна психологія. Навч. посіб.* Київ, Україна: Вища школа, 1998.

[30] Б. І. Мокін, В. Б. Мокін та О. Б. Мокін, *Математичні методи ідентифікації динамічних систем: навчальний посібник*. МОН України, Вінниця, Україна: ВНТУ, 2010.

[31] В. Ф. Прісняков, *Виклики сучасності. Математичні моделі. Оптимальні вирішення*. Дніпропетровськ, Україна, 2007.

[32] T. Poston, and I. Stewart, *Catastrophe Theory and its Applications*. PITMAN. London – San Francisco – Melbourne, 1978.

[33] О. О. Войцеховська, Б. І. Мокін, та Д. О. Шалагай, “Моделювання процесу оцінювання інтелектуального стану суспільства”, на п'ятій Міжнародній науковій конференції «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах (ВКДТС-2019)», Вінниця, 2019, с. 78-79.

[Електронний ресурс]. Режим доступу: https://mpa.vntu.edu.ua/fdb/740/main/Abstracts_2019.pdf.

[34] A. Grami, *Probability, Random Variables, Statistics, and Random Processes: Fundamentals and Applications*. Hoboken: John Wiley & Sons Inc., 416, 2020.

[35] D. F. Anderson, T. Seppäläinen, and B. Valkó, *Introduction to Probability (Cambridge Mathematical Textbooks) 1st Edition*. Cambridge: Cambridge University Press, 442, 2017.

[36] B. Wagoner, *Learning and Memory*. In: R. Harré, F. Moghaddam (eds) *Psychology for the Third Millennium: Integrating Cultural and Neuroscience Perspectives*, SAGE Publications Ltd, pp. 116-138, 2012. [37]

B. I. Mokin, and O. O. Voitsekhovska, “System analysis of the impact of material repetition, set out earlier, on the assimilation of the new”, *SWorldJournal*, no. 10 (1), pp. 43-51, Nov. 2021, doi: <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2021-10-01-012>.

[38] Б. І. Мокін, та О. О. Войцеховська, “Математичне обґрунтування необхідності і змістовної деталізації матеріалу, викладеного студентам на попередніх лекціях, на початку лекції, присвяченій викладенню нового матеріалу”, на XII Міжнародній науково-практичній конференції «ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА-2020 (ІОН-2020)», Вінниця, 2020, с. 110-112. [Електронний ресурс]. Режим доступу:

<https://ies.vntu.edu.ua/reports/program/WORK-IES-2020.pdf>

[39] Б. І. Мокін, О. О. Войцеховська, та А. І. Лебухорський, “Ідентифікація математичної моделі процесу забування знань, отриманих студентом на лекції”, на XLIX науково-технічній конференції підрозділів ВНТУ (2020), Вінниця, 2020, с. 1781-1783. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/index/pages/view/zbirn2020>.

[40] О. Б. Мокін, О. М. Косарук, О. В. Слободянюк, В. М. Мізерний, та Б. І. Мокін, “Методика оцінювання і підвищення якості практичної підготовки студентів за технологією освоєння робітничої професії”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №1, с. 177-186, 2015.

- [41] *Філософський енциклопедичний словник* / Гол. ред. колегії В. І. Шинкарук. Київ, Україна: Абрис, 2002.
- [42] Boris I. Mokin, Oleksander B. Mokin, Olena M. Kosaruk, Mashat Kalimoldayev, and Waldemar Wojci, “Assessment of the knowledge quality level based on fuzzy models of its acquisition processes”, *Przegląd Elektrotechniczny*, no. 09, pp. 114-119, 2020, <https://doi.org/10.15199/48.2020.09.24>.
- [43] Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, та О. Б. Мокін, *Практикум для самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни “Методологія та організація наукових досліджень”*. Частина 1: від постановки задачі до синтезу та ідентифікації математичної моделі. Вінниця: ВНТУ, 2018.
- [44] В. І. Мокін, V. B. Mokin and, О. В. Мокін, *Functional analysis in information technologies: textbook*. Vinnytsia: VNTU, 2024.
- [45] Python. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.python.org/downloads/>
- [46] Р. Н. Кветний, Я. В. Іванчук, І. В. Богач та ін., *Методи та алгоритми комп'ютерних обчислень. Теорія і практика. Підручник*. Вінниця: ВНТУ, 2023.
- [47] Великий тлумачний словник сучасної української мови / уклад. і гол. ред. В. Т. Бусел. Київ ; Ірпінь : Перун, 2007.
- [48] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та А. В. Писклярова, “Структура синергетичної взаємодії викладачів і студентів університету на рівні кафедр і академічних груп”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №4, с. 102-109, 2009.
- [49] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та А. В. Писклярова, “Узагальнені математичні моделі та внутрішні структури факультетів і інститутів як блоків третього і четвертого рівнів ієрархії університетської синергетичної системи”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №5, с. 147-156, 2009.
- [50] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та А. В. Писклярова, “Узагальнені математичні моделі блоків п'ятого рівня ієрархії, які замикають університетську синергетичну систему”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 6, с. 101-113, 2009.

Електронне наукове видання

Мокін Борис Іванович
Войцеховська Ольга Олександрівна
Мокін Олександр Борисович

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ
ПРОЦЕСУ ЗДОБУВАННЯ ЗНАНЬ
В УНІВЕРСИТЕТСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

Монографія

Видається в авторській редакції

Оригінал-макет підготовлено *Б. Мокіним*

Оригінал-макет виготовлено у *РВВ ВНТУ*

Підписано до друку 26.11.2024 р.
Гарнітура Times New Roman.
Зам № P2024-179.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
Редакційно-видавничий відділ.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
press.vntu.edu.ua
[email: rvv.vntu@gmail.com](mailto:rvv.vntu@gmail.com)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.