

РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ШКІЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

DEVELOPMENT OF CRITICAL THINKING OF STUDENTS DURING THE CONDUCT OF A SCHOOL PHYSICAL EXPERIMENT

У статті розглядаються сучасні підходи до розвитку критичного мислення учнів через організацію та проведення шкільного фізичного експерименту як на уроках фізики, так і в позанавчальному процесі. Окреслено значення критичного мислення в освітньому процесі, зокрема, висвітлена його роль у формуванні у школярів навичок аналізу, аргументації, обґрунтування висновків і прийняття рішень. Описано основні етапи, що забезпечують активне залучення учнів до проведення експериментальної роботи з фізики, включно з постановкою проблеми, формулюванням гіпотез, проведенням експериментальних досліджень, аналізом отриманих результатів та рефлексією. Показано, що демонстраційні фізичні експерименти та віртуальні лабораторні роботи дозволяють учням активно взаємодіяти з цифровими моделями, змінювати параметри та спостерігати, як це впливає на результати в реальному часі, аналізувати можливі відхилення та причини, що їх викликають. Інтелектуальні змагання на кшталт «Виклики фізики» також виступають дієвим засобом для розвитку критичного мислення у десятикласників. У цікавій ігровій формі учні мають змогу застосувати свої знання на практиці, досліджуючи різноманітні фізичні явища та процеси, а також пропонуючи власні завдання для розв'язання однолітками. Запропоновані заходи дозволяють, з одного боку, підвищити у школярів інтерес до вивчення фізики, з іншої – сформувати в них навички критично оцінювати інформацію, відстоювати власне бачення проблеми та пропонувати шляхи її вирішення. Зроблено висновок, що наведені приклади демонстраційних фізичних експериментів, віртуальних лабораторних робіт, інтелектуальних змагань не лише поглиблюють розуміння учнями основ фізичних процесів, але й сприяють розвитку в них критичного мислення та аналітичних здібностей, які є необхідними для орієнтування в сучасному інформаційному середовищі як у повсякденній діяльності, так і у майбутньому професійному житті.

Ключові слова: критичне мислення, шкільний фізичний експеримент, освітній процес, віртуальні лабораторні роботи, фізика в середній школі.

The article explores modern approaches to developing students' critical thinking through the organization and implementation of school physics experiments, both during physics lessons and in extracurricular activities. The importance of critical thinking in the educational process is outlined, emphasizing its role in developing students' skills in analysis, argumentation, justification of conclusions, and decision-making. The key stages that actively engage students in conducting experimental work in physics are described, including problem formulation, hypothesis generation, experimental investigation, analysis of results, and reflection. It is shown that demonstrative physics experiments and virtual laboratory exercises allow students to interact actively with digital models, adjust parameters, observe real-time outcomes, and analyze potential deviations and their causes. Intellectual competitions, such as "Physics Challenges", are also effective tools for fostering critical thinking in tenth-grade students. These activities, presented in an engaging game-like format, enable students to apply their knowledge practically, explore various physical phenomena, and propose their own tasks for peers to solve. The suggested activities not only increase students' interest in learning physics but also equip them with skills to critically evaluate information, defend their own perspectives, and propose solutions to problems. Thus, the provided examples of demonstrative experiments, virtual laboratory exercises, and intellectual competitions deepen students' understanding of fundamental physical processes while enhancing their critical thinking and analytical abilities, which are essential for navigating the modern informational environment in both daily life and their future professional endeavors.

Key words: critical thinking, school physics experiment, educational process, virtual laboratory exercises, physics in secondary school.

УДК 373.5.016:52/53]:[37.091.313:004.9]
DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/77.10>

Меняйло В.І.,

докт. пед. наук,
професор кафедри загальної
та прикладної фізики
Запорізького національного
університету

Тюпа Ю.М.,

студентка II курсу магістратури
математичного факультету
Запорізького національного
університету

Перетяцько В.В.,

канд. пед. наук,
доцент кафедри хімії
Запорізького національного
університету

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Стрімкий перехід від індустріального до інформаційного суспільства супроводжується зміною підходів до сучасної середньої освіти, яка вимагає від учнів не лише отримання знань, але й здатності до їх критичного осмислення, гнучкого застосування та генерування нових ідей.

В умовах швидкого розвитку науки і технологій критичне мислення стало однією з базових навичок, яка забезпечує здатність учнів аналізувати інформацію, оцінювати її на достовірність та ухвалювати зважені рішення. Проте, у традиційній системі навчання основна увага часто зосереджена на засвоєнні теоретичного матеріалу, що не

завжди сприяє формуванню в учнів самостійності, креативності та глибокого осмислення предмету.

Сьогодні недостатньо просто передавати учням інформацію, необхідно розвивати властивість критично її сприймати. Такі можливості надає вчителю застосування сучасної освітньої технології розвитку критичного мислення [4], яка спрямована на самостійне свідоме мислення учнів і вимагає будувати освітній процес у контексті сприяння розвитку особистості кожного учня [5, с.18].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасній педагогіці критичне мислення вважається ключовою навичкою, необхідною для повноцінного розвитку особистості. За словами

С. Терна, критичне мислення – це здатність особи ставити нові запитання, формулювати різноманітні аргументи, ухвалювати самостійні та зважені рішення, що є основою для компетентного підходу до навчання й розв’язання життєвих задач [7, с. 9]. Концепція розвитку критичного мислення почала активно досліджуватися в ХХ столітті завдяки працям таких видатних мислителів, як Джон Дьюї, Вільям Джеймс, Діана Халперн, Метью Ліпман, Річард Пауль та Роберт Стернберг, які внесли значний внесок у розробку педагогічних підходів до розвитку цієї навички.

М. Ліпман пропонував трактувати критичне мислення як процес самостійного та відповідального прийняття рішень, який передбачає обґрунтування суджень, розгляд альтернатив та можливостей, що супроводжується самокорекцією [3, с. 17–23]. Науковець зазначав, що розвиток критичного мислення включає формування навичок роботи з інформацією та диспозицій, таких як переконання у необхідності самокорекції, увага до процедур дослідження та готовність враховувати різні точки зору. Таке розуміння важливе для педагогіки, оскільки визначає критичне мислення не тільки як набір технік, але й як сукупність мисленневих диспозицій, що стимулюють застосування цих технік.

Згідно з дослідженнями Є. Архіпової та О. Ковалевської критичне мислення як філософська та наукова проблема бере свій початок в епоху Просвітництва, коли воно стало засобом формування вільної та відповідальної особистості, здатної до автономного мислення [1, с. 37]. Вчені стверджують, що критичність мислення необхідна для розвитку громадянської свідомості й здатності протистояти маніпуляціям, що є актуальним у сучасному інформаційному суспільстві. В епоху цифрових технологій та доступу до величезного обсягу інформації розвиток критичного мислення дозволяє учням відрізняти достовірну інформацію від неправдивої, приймати виважені рішення та аналізувати події з різних точок зору.

Критичне мислення сприяє формуванню здатності людини усвідомлювати власну позицію з того чи іншого питання. Щоб мислити критично, учні мають навчитися ставити запитання, проводити дослідження, робити висновки, приймати рішення, аргументувати думки, планувати, реалізувати поставлені цілі, усвідомлювати власну позицію, використовувати теоретичні знання та науковий підхід для розв’язання життєвих, професійних, особистих проблем, а також користуватись наявними ресурсами і конструювати нові. Щоб формувати критичне мислення учнів, потрібно забезпечувати розвиток двох компонент: змістової – предметні знання та операційної – алгоритми дій в тій чи іншій ситуація [6, с. 134–137].

Таким чином, сучасні дослідження підкреслюють, що для ефективного розвитку критичного мислення необхідно залучати учнів до проблемно-пошукових методів навчання, таких як дискусії, аналіз та оцінка джерел інформації, рефлексія та обговорення різних поглядів на одну і ту ж проблему. Вони вказують на те, що ефективна методика розвитку критичного мислення має спрямовуватися на систематичне формування в учнів самокритичності, здатності до аналізу та оцінки альтернатив, що сприяє їхньому інтелектуальному зростанню та підготовці до життєвих викликів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Хоча вивчення та розвиток критичного мислення вже давно стали основними аспектами сучасної педагогіки, існує низка невирішених питань, які потребують подальшого дослідження та впровадження нових підходів. Однією з таких проблем є розвиток критичного мислення в умовах сучасного інформаційного суспільства. Інформаційні технології, які активно впроваджуються у навчальний процес, не завжди сприяють розвитку критичного мислення, оскільки часто спричиняють надмірну залежність від готових відповідей, алгоритмів та шаблонів. Учні мають навчитися не лише критично сприймати доступну інформацію, а й використовувати цифрові інструменти для аналізу, обґрунтування та аргументації власних думок. Однак, конкретних методичних рекомендацій для забезпечення такої підготовки в сучасних навчальних програмах бракує.

Мета статті: дослідити методичні аспекти формування критичного мислення школярів у процесі проведення експериментальної роботи на уроках фізики та у позанавчальній діяльності з використанням цифрових технологій, що дозволить їм краще орієнтуватися у складному інформаційному середовищі сучасного світу.

Виклад основного матеріалу. Критичне мислення визначається як здатність аналізувати інформацію, оцінювати різні точки зору, формулювати обґрунтовані висновки і приймати рішення на основі логічного аналізу. Це важлива навичка для учнів, оскільки вона допомагає їм орієнтуватися у великій кількості інформації, що їх оточує, і робити свідомі висновки.

Проведення експериментів є одним із ключових елементів навчання фізики, оскільки воно дозволяє учням не лише спостерігати фізичні явища, але й активно залучатися до процесу навчання. Експериментальна діяльність спонукає учнів до:

- формулювання гіпотез на основі попереднього знання;
- планування та проведення експериментів для перевірки своїх припущень;
- аналізу отриманих даних і результатів;

– висновків, які ґрунтуються на фактичних даних, а не на припущеннях.

Розглянемо особливості фізичного експерименту, спрямованого на розвиток критичного мислення учнів під час вивчення закону збереження енергії на прикладі проведення демонстраційного експерименту із маятником (рис. 1), у ході якого учні мали дослідити залежність між довжиною маятника та періодом його коливань. Перевага даного експерименту полягає в тому, що він не тільки дозволяє закріпити теоретичні знання, а й сприяє розвитку аналітичних та дослідницьких здібностей учнів.

Отже, основною метою проведення демонстраційного експерименту з маятником було як вивчення закону збереження енергії, так і сприяння розвитку критичного мислення учнів через їх активну участь у навчальному процесі. Для досягнення поставлених цілей перед учнями було поставлено низку завдань.

1. *Формулювання гіпотез.* Учні повинні були висловлювати припущення про залежність між довжиною маятника та його періодом коливань, базуючись на вже відомих їм фізичних принципах.

2. *Проведення експерименту.* Учні мали змогу планувати та реалізовувати свої власні експериментальні дослідження, що сприяло розвитку їхніх дослідницьких навичок.

3. *Аналіз даних.* Після завершення вимірювань учні аналізували отримані результати, порівнюючи їх із теоретичними значеннями, що дозволяло їм практикувати навички критичного оцінювання.

4. *Розвиток аргументації.* Обговорення можливих помилок і причин відхилень у даних стало основою для розвитку здатності аргументувати свої думки та висновки.

Під час проведення експерименту учні були поділені на групи по 4–5 осіб, що сприяло активному обговоренню та співпраці. Їх завданням було виміряти період коливань маятника при різних довжинах його нитки. Це дозволяло школярам

спостерігати залежність між довжиною маятника та його періодом. Кожна група самостійно робила відповідні дослідження, записуючи отримані результати в заздалегідь підготовлені таблиці для подальшого аналізу.

Після проведених вимірювань учні порівнювали дані, звертаючи увагу на вплив довжини нитки на період коливань маятника. У процесі обговорення вони дійшли висновку, що зростання довжини маятника спричиняє збільшення періоду, що узгоджується з існуючими теоретичними відомостями.

Також учнями було здійснено аналіз факторів, що можуть вплинути на точність експерименту, як-от похибки вимірювання довжини нитки, кут відхилення маятника, вплив повітряного тертя. Таке обговорення сприяло розвитку в школярів навичок критичного мислення, допомагаючи їм виявляти та оцінювати причини похибок і відхилень в отриманих результатах.

Таким чином, можемо констатувати, що цей експеримент не лише закріпив теоретичні знання, а й стимулював аналітичне мислення учнів, допоміг їм удосконалити навички критичного оцінювання, аргументації та рефлексії над власноруч отриманими результатами. Такий підхід сприяє розвитку вмінь учнів приймати обґрунтовані рішення й критично осмислювати інформацію, що є важливим у їхньому подальшому навчанні й житті.

Другим прикладом щодо розвитку критичного мислення учнів у процесі експериментальної роботи з фізики є виконання віртуальних лабораторних робіт. Віртуальні лабораторні роботи пропонують учням унікальну можливість проводити дослідження та аналізувати експериментальні дані в умовах, що імітують реальні лабораторії. Цей підхід є надзвичайно корисним у викладанні фізики, оскільки дозволяє учням вивчати різноманітні фізичні явища та закони, не обмежуючи їх доступ до фізичних матеріалів та обладнання.

Розглянемо методику розвитку критичного мислення учнів 10 класу на прикладі виконання ними



Рис. 1. Приклад демонстраційного експерименту дослідження закону збереження енергії за допомогою маятника

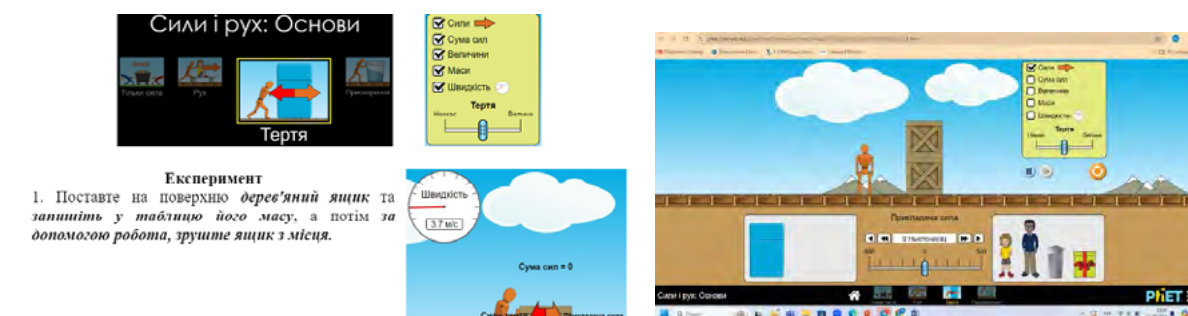


Рис. 2. Приклад віртуальної лабораторної роботи на платформі PhET

віртуальної лабораторної роботи на тему «Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання», під час якої їм необхідно було визначити коефіцієнт тертя дерева по дереву, використовуючи інтерактивну симуляцію, представлену на платформі PhET (рис. 2).

У цій лабораторній роботі учням пропонується низка атрибутів на вибір, зокрема: блоки різних мас, поверхні з різними матеріалами (дерево, метал, гума), динамометр для вимірювання сили тертя та власне платформа для проведення експерименту. Отже, школярам слід самостійно спланувати хід експерименту та обрати для цього потрібні матеріали. Для визначення коефіцієнта тертя дерева по дереву в нагоді стане дерев'яний блок масою 1 кг, поміщений на дерев'яну поверхню. Після налаштування системи учні мають повільно тягнути блок за допомогою динамометра, вимірюючи силу, необхідну для початку ковзання блоку по поверхні.

Після проведення віртуальної лабораторної роботи з вимірювання коефіцієнта тертя ковзання учням було дано завдання проаналізувати результати експерименту, зосереджуючи увагу на кількох ключових аспектах.

1. *Вплив матеріалів.* Учні мали обговорити, як різні матеріали (наприклад, дерево, метал, гума) впливають на коефіцієнт тертя. Зокрема, ними було зазначено, що шорсткість та склад поверхні можуть суттєво змінювати значення коефіцієнту тертя. Також вони виявили, що м'якші матеріали зазвичай мають більший коефіцієнт тертя.

2. *Роль сили тертя.* Учням необхідно було проаналізувати, як сила тертя впливає на рух тіла. Вони обговорили, що під час переміщення об'єкта на горизонтальній поверхні сила тертя діє проти напрямку руху і що ця сила змінюється залежно від ваги об'єкта та поверхні.

3. *Джерела помилок.* Школярам пропонувалось визначити можливі джерела помилок, які могли вплинути на результати експерименту. Ними було з'ясовано, що ними могли бути нерівності на поверхні, що призвели б до непередбачуваних коливань в отриманих результатах, або неточності у вимірюваннях, які б вплинули на точність даних.

4. *Обґрунтовані висновки.* В результаті обговорення учні дійшли висновку, що коефіцієнт

тертя є важливим параметром, який впливає на рух тіл, і що його значення варіюється залежно від матеріалів, що взаємодіють. Вони також усвідомили, що для отримання точних результатів важливо враховувати всі фактори, які можуть вплинути на експеримент.

Таким чином, проведена лабораторна робота не лише закріпила знання учнів про сили тертя, але й сприяла розвитку їх критичного мислення, аналітичних навичок та вміння працювати в команді, що є цінними навичками в навчальному процесі та за його межами.

Досліджуючи результати реальних експериментів, учні можуть порівняти їх з віртуальними симуляціями, що поглиблює їхнє розуміння законів природи. Віртуальні лабораторії дозволяють учням активно взаємодіяти з віртуальними системами, експериментувати з параметрами та спостерігати зміни результатів у режимі реального часу. Це надає можливість не лише проводити експерименти, але й формувати критичне мислення через аналіз і оцінку отриманих результатів.

Отже, віртуальні лабораторні роботи стають важливим доповненням до традиційних методів навчання, сприяючи розвитку навичок критичного мислення учнів під час вивчення фізичних явищ.

Ще однією формою навчальної роботи учнів, спрямованої на розвиток аналітичних навичок, креативності та вміння працювати в команді, можуть стати різноманітні ігри та конкурси. Так, нами з метою активізації процесів критичного мислення та заохочення учнів 10 класу до глибшого розуміння фізичних теорій і концепцій було запропоновано інтелектуальне змагання «Виклики фізики». Цей захід об'єднав учнів у командну гру, де вони мали можливість продемонструвати свої знання, а також аналітичні навички, вирішуючи різноманітні фізичні задачі та проблеми через аналіз ситуації, дослідження, обговорення. Пропонуючи це змагання, ми ставили перед собою такі цілі:

1. *Формування критичного мислення.* Стимулювати учнів до глибшого аналізу фізичних явищ і розв'язання задач, розвиваючи їхні аналітичні навички розуміння фізичних процесів.

2. *Зміцнення знань з фізики.* Закріпити знання школярів щодо розуміння ними основних законів фізики через їх практичне застосування.

3. *Розвиток навичок командної роботи.* Заохочувати комунікацію та співпрацю між учнями, формуючи вміння працювати в команді, досягаючи спільного результату.

4. *Стимулювання інтересу до науки.* Підвищити зацікавленість учнів у вивченні фізики шляхом виконання цікавим завдань у змагальному форматі.

Змагання «Виклики фізики» проходило в кілька етапів, що дозволило учням глибоко зануритися у цікавий світ фізичних процесів та явищ.

1. *Підготовка.* Учні були розділені на команди по 4–5 осіб. Кожна команда обрала назву та девіз, що стало першим кроком до формування командного духу. Наприклад, команда «Фізики-майстри» обрала девіз «Знання – це сила!». Після цього команди отримали інструкції щодо правил змагання і тем, які вони повинні були дослідити під час гри.

2. *Запитання та завдання.* У рамках змагання команди відповідали на різноманітні запитання та виконували практичні завдання, що стосувалися різних розділів фізики, зокрема механіки, електрики та оптики.

3. *Презентація задач.* Кожна команда мала розробити власну задачу, засновану на реальних фізичних явищах. Наприклад, команда «Наукові експерти» представила задачу про аналіз руху автомобіля, що рухається зі швидкістю 80 км/год на слизькій дорозі, в той час як команда «Енергія та рух» розробила задачу, пов'язану з проектуванням мосту, що витримує вагу понад 200 т. Інші учасники змагання повинні були вирішити ці задачі та обґрунтувати свої рішення.

4. *Дискусія та оцінювання.* Після виконання завдань відбулася жвава дискусія між учасниками, де учні аналізували отримані результати, порівнювали різні підходи до розв'язання задач і вчилися виявляти та виправляти можливі помилки.

5. *Нагородження переможців.* За підсумками змагання команди отримали бали, і переможці були нагороджені пам'ятними призами. Команда «Фізики-майстри» стала переможцем змагання, набравши найбільшу кількість балів. Це створило атмосферу конкуренції та мотивації, заохочуючи учнів до подальшого вивчення фізики.

Під час змагання учні проявили неабияку активність та зацікавленість у вирішенні поставлених завдань. Вони навчилися формулювати запитання, які стимулювали їх до глибшого розуміння теми, а також працювати в команді, де аналізували різні підходи та приходили до спільного розв'язання проблем. Обговорення отриманих рішень дозволило учням усвідомити важливість різних точок зору під час розв'язання фізичних задач та вміння обґрунтовувати власне бачення.

Як наслідок, проведене інтелектуальне змагання «Виклики фізики» стало ефективним інструментом для формування критичного мислення учнів 10 класу. Вони мали можливість у цікавій ігровій формі застосувати свої знання на практиці, навчилися аналізувати різні фізичні явища та процеси, а також приходити до спільного знаменника, працюючи в команді. Цей захід не лише підвищив зацікавленість школярів у фізиці, але й сприяв розвитку аналітичних навичок, які є важливими для успіху в навчанні та подальшій професійній діяльності. Отже, такі інтелектуальні змагання формують основу для сприйняття учнями фізики як науки, що має безпосереднє значення у їхньому повсякденному житті, тим самим сприяючи формуванню освічених та критично мислячих особистостей.

Висновки. Розвиток критичного мислення у школярів наразі є ключовою метою сучасної освіти, що відповідає викликам інформаційного суспільства та потребам підготовки особистостей, здатних самостійно приймати рішення, адаптуватися до нових умов і вирішувати складні проблеми. Експериментальна діяльність, яка є невід'ємною частиною методики навчання фізики, відіграє важливу роль у досягненні цієї мети.

Проведення та аналіз експериментальних досліджень не лише підвищує якість навчання фізики, але й сприяє гармонійному розвитку особистості учня, формуючи в нього критичне мислення, креативність, комунікативні здібності та навички самостійного навчання. Для досягнення цих цілей вчителям необхідно створювати умови, за яких експерименти стають інтерактивними, цікавими та значущими для учнів. Це передбачає широке використання ними сучасних цифрових технологій, застосування різноманітних форм організації навчання та регулярне оцінювання прогресу учнів.

Таким чином, розвиток критичного мислення під час проведення фізичних експериментів – це не лише мета, а й результат ефективної педагогічної діяльності, що сприяє підготовці учнів до успішної самореалізації у майбутньому. Напрямами подальших досліджень є розробка педагогічних умов щодо розвитку критичного мислення учнів середньої школи в процесі застосування можливостей штучного інтелекту в навчальному процесі з фізики.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

- Архіпова Є. О., Ковалевська О. В. Критичне мислення як необхідна складова розумової діяльності людини в межах сучасного інформаційного суспільства. *Гуманітарний часопис*. 2012. № 2. С. 34–38.
- Лаврова А. В., Заболотний В. Ф. Підхід до організації і проведення шкільного навчального фізичного експерименту. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. Т. 50. Вип. 6. С. 57–70.
- Ліпман М. Чим може бути критичне мислення. *Вісник програм шкільних обмінів*. 2006. № 27. С. 17–23.

4. Пометун О. І., Сущенко І. М. Навчаємо мислити критично. Д. : ЛІРА, 2016. 144 с.

5. Сиротенко Г. О. Сучасний урок: інтерактивні технології навчання. Харків : Вид. група «Основа», 2003. 80 с.

6. Терещук С. І. Методи розвитку критичного мислення учнів на уроках фізики у закладах загальної

середньої освіти. *Збірник наукових праць Кам'янець подільського національного університету ім. Івана Огієнка Серія педагогічна*. 2022. № 28. С. 134–137.

7. Терно С. Методика розвитку критичного мислення школярів у процесі навчання історії : посібник для вчителя. Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2012. 70 с.