

УДК 539.3

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКЛАДАННІ БУДІВЕЛЬНОЇ МЕХАНІКИ

В.А. Баженов¹,
д-р техн. наук;

О.В. Шишов¹,
канд. техн. наук

¹*Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ
Повітрофлотський просп., 31, м. Київ. 03680*

Стаття присвячена огляду оригінальних програмних засобів, які розроблено на кафедрі будівельної механіки Київського національного університету будівництва і архітектури (КНУБА), і протягом багатьох років використовуються у навчальному процесі.

Ключові слова: будівельна механіка, комплекс, тестування, знання, студенти.

Будівельна механіка є однією з базових дисциплін, яка викладається студентам будівельних навчальних закладів при підготовці інженерів-будівельників. Традиційно студентам протягом трьох семестрів читається лекційний курс (102 год.), який підтримується проведенням практичних занять (92 год.) та виконанням прикладів розрахунків напруженого та деформованого стану різноманітних розрахункових схем на статичні та динамічні дії. Для поглиблення знань студентам пропонуються підручники, початкові посібники та методичні вказівки. Як правило, зазначені видання представлено у паперовій формі. На жаль, унаслідок досить швидкого розвитку методів розрахунку та оновлення навчальних планів, ці видання здебільшого відстають від потреб навчального процесу. Отже постає потреба їхнього оперативного коригування, що, порівняно, нескладно зробити при використанні інформаційних технологій.

Вивчення будівельної механіки пов'язане не лише із засвоєнням значного обсягу навчального матеріалу, а, насамперед, з великим обсягом обчислювальної роботи при виконанні навчальних завдань та розрахункових робіт. Тому при викладенні типових розрахунків та виконанні індивідуальних студентських робіт здебільшого розглядаються порівняно прості розрахункові схеми, для аналізу яких достатньо складати і розв'язувати системи рівнянь, що містять, як правило, не більше трьох-п'яти невідомих величин. Застосування програмних засобів дозволяє зменшувати обсяги обчислювальних процедур та аналізувати більш складні схеми. Крім того, використання комп'ютерних технологій

дозволяє індивідуалізувати пред'явлення навчального матеріалу та контролювати процес його засвоєння кожним студентом.

Процес навчання з дисципліни "Будівельна механіка" складається з пред'явлення навчальної інформації, виконання розрахункових робіт, де визначається напружено-деформований стан типових розрахункових схем, та в контролі якості і об'єму засвоєного навчального матеріалу. На кафедрі будівельної механіки Київського національного університету будівництва і архітектури (КНУБА) комп'ютерні технології застосовуються на всіх зазначених етапах.

Програмні продукти, на яких базується процес навчання, можна поділити на стандартне програмне забезпечення, спеціалізовані навчальні програми, електронні підручники і навчальні посібники, а також широко розповсюджені в проєктній практиці програмні комплекси ЛІРА, SCAD та ін.

Стандартне програмне забезпечення має загальне призначення для всіх користувачів і складається з програмних продуктів, що забезпечують функціонування комп'ютерів (ОС Windows), а також застосовуються для підготовки документації (Microsoft Office, Adobe Reader, архіватори, електронні перекладачі, засоби комп'ютерної графіки).

Спеціалізоване програмне забезпечення навчального процесу по кафедрі будівельної механіки складається з оригінальних прикладних програм, створених викладачами кафедри.

Сюди слід віднести електронний підручник та електронний посібник з будівельної механіки, низку прикладних програм, що призначаються для виконання розрахункових робіт по курсу будівельної механіки, програмний комплекс КОНТРОЛЬ, який здійснює тестування знань студентів, а також програмний комплекс ОЛІМП для проведення предметної олімпіади.

Електронний підручник та електронний посібник. За основу електронного взято підручник [1], до якого внесено деякі зміни.

У підручнику викладено методи розрахунку стержневих та континуальних систем. Він складається з 4 частин, які вміщують 16 розділів:

1. Статика стержневих систем (Розд. 1 – 5).
2. Основи динаміки та стійкості (Розд. 6 – 7).
3. Загальні положення і технологія реалізації методу скінченних елементів (Розд. 8 – 9).
4. Нелінійні задачі та ймовірнісні і експериментальні методи будівельної механіки (Розд. 10 – 16).

Також у підручнику вміщено портретну галерею видатних вчених з будівельної механіки, передбачено можливість виходу до мережі Інтернет та залучення програмного комплексу АСИСТЕНТ.

У перших двох частинах підручник містить класичний курс будівельної механіки, призначений для підготовки бакалаврів будівництва. У третій та четвертій частинах розглянуто спеціальні курси будівельної механіки для магістерської та аспірантської підготовки, а саме: варіаційні принципи і методи будівельної механіки, фізично, геометрично і конструктивно нелінійні задачі, основи надійності споруд, задачі статистичної динаміки, експериментальні методи будівельної механіки тощо.

Навігація по тексту підручника здійснюється за допомогою гіперпосилань та закладок.

На титульній сторінці електронного підручника (рис.1) розташоване перше гіперпосилання – його заголовок. Натиснення на заголовок виводить на екран короткий зміст підручника. Кожен рядок у змісті підручника являє собою назву однієї з глав і у свою чергу є гіперпосиланням. Натиснення на нього призводить до переходу до відповідної глави.

Кожна глава починається з переліку параграфів. Назви параграфів – це також гіперпосилання. Крім того, у текстах глав розташовані гіперпосилання на формули, рисунки, параграфи даної глави або інших глав підручника. Гіперпосилання у текстах глав виділено синім кольором і підкресленням.

Назви глав у тексті підручника також є гіперпосиланнями. Натиснення на них повертає на екран короткий зміст підручника.

Короткий зміст підручника дублюється закладками, які розташовані у лівому вертикальному меню закладок (Bookmakers).

Пересування по підручнику можливо також звичайними способами – за допомогою лінійки прокрутки і за допомогою клавіш керування курсору та клавішею Enter. Якщо комп'ютер підключено до мережі Інтернет, то можна отримувати історичні відомості, натискаючи на портрети у Портретній галереї вчених.

На рис. 2 представлено фрагмент сторінки однієї з глав.

Безпосередньо з тексту підручника можна залучати до роботи програмний навчальний комплекс АСИСТЕНТ, у якому зібрано прикладні програми для виконання розрахункових робіт з будівельної механіки, а також для розрахунку плоских стержневих систем на статику, динаміку та стійкість. Для цього необхідно, щоби на комп'ютері у кореновому каталозі логічного диска D: було заздалегідь встановлено папку ASSISTANT із зазначеним комплексом. Безпосередньо з тексту підручника можна залучати до роботи демо-версію програмного комплексу SCAD за умови, що цей комплекс попередньо встановлено на комп'ютері.

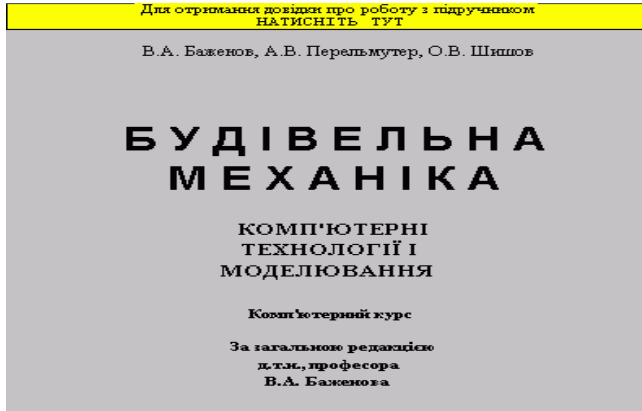
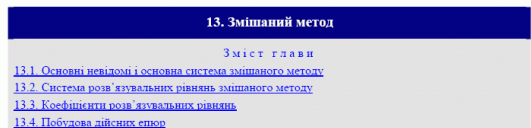
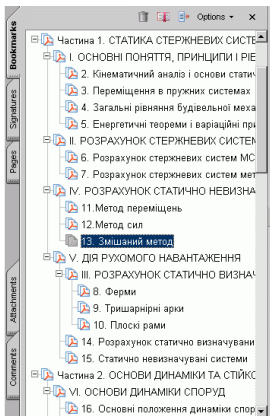


Рис. 1



13.1. Основні невідомі і основна система змішаного методу

Методи сил і переміщень – це основні методи будівельної механіки, які використовуються для розрахунку статично невизначуваних систем. Перед початком розрахунку будь-якої статично невизначуваної системи слід оцінити трудовіть цих методів і обрати раціональний метод розрахунку. Як правило, обирається метод, що приводить до меншої кількості основних невідомих, тобто такий, що має меншу кількість розв'язувальних рівнянь. Проте є можливість з метою зменшення кількості основних невідомих використовувати обидва методи одночасно, вибираючи для розрахунку однієї частини споруди метод сил, а другої – метод переміщень. Такий підхід носить назву **змішаного методу**. Його застосування розглянемо на прикладі рамової системи (рис.13.1.а).

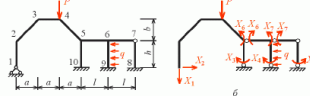


Рис. 2

Електронний підручник являє собою файл формату PDF (Portable Document Format) обсягом 41,9 Мб.

Крім підручника, створено електронний навчальний посібник з будівельної механіки на базі посібника [2], Так само як і електронний підручник, посібник виконано у форматі PDF. Посібник складається з 18 глав, де наводяться приклади розрахунків типових розрахункових схем (ферми, балки, арки, рами) на статичні та динамічні дії різними методами. На рис. 3 показано титульну сторінку, а на рис. 4 – фрагмент однієї сторінки. Підручник займає 9,4 Мб дискового простору.

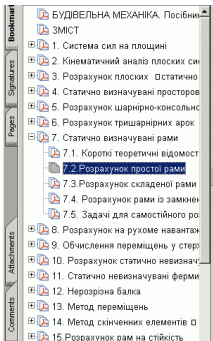
В.А. Баженов, Г.М. Іванченко,
О.В. Шинцов, С.О. Пискунов

БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА

Розрахункові вправи. Задачі.
Комп'ютерне тестування

Навчальний посібник

Рис. 3



7.2. Розрахунок простої рами

Розрахункова схема рами представлена на рис. 7.2.а. Необхідно виконати статичний розрахунок рами, тобто побудувати епюри згинальних моментів M , поперечних сил Q і поздовжніх сил N .

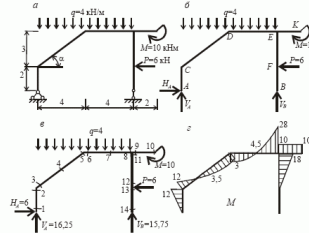


Рис. 4

Програмний комплекс АСИСТЕНТ (рис. 5,а). Спеціалізоване програмне забезпечення, що призначається для виконання розрахункових робіт, виконання курсових та дипломних проектів об'єднано в програмному навчальному комплексі АСИСТЕНТ (19 прикладних програм). Тут зібрано комп'ютерні програми, які реалізують розрахунки різного виду стержневих систем на статику, динаміку та стійкість, а також прикладні допоміжні програми, що реалізують деякі методи лінійної алгебри, які найчастіше використовуються при розв'язанні задач будівельної механіки. Комплекс призначено для роботи в ОС Windows і може бути встановлений в кореневих каталогах будь-яких логічних дисків як в комп'ютерних класах, так і на комп'ютерах окремих користувачів.

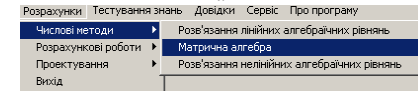
Усі прикладні програми комплексу можна розділити на наступні види.

- **Числові методи.** Тут зібрано програми з розв'язання систем лінійних та нелінійних алгебраїчних рівнянь а також програми, що реалізують ті чи інші методи роботи з числовими матрицями (складання, множення, транспонування, обернення тощо).
- **Розрахункові роботи.** Зазначені програми призначено для виконання розрахункових робіт, які виконують студенти спеціальностей ПЦБ та МБ: "Розрахунок тришарнірної арки", "Розрахунок плоскої ферми", "Розрахунок нерозрізної балки", "Розрахунок плоскої стержневої системи методом скінченних елементів", "Динамічний розрахунок рами", "Розрахунок рамної системи на стійкість". Усі програми базуються на єдиній методиці, за якою студент виконує певні фрагменти розрахунку заданих схем. Програма перевіряє правильність результатів розрахунку зазначених фрагментів і, у разі правильності, видає результати розрахунків аналогічних фрагментів. У разі наявності в "ручному" розрахунку помилки програма виконує послідовний аналіз проміжних числових результатів і в режимі діалогу допомагає студенту знайти та виправити припущену помилку. Такий підхід, з одного боку, звільняє студента від великого обсягу рутинних числових процедур, а з іншого – гарантує правильність результатів. Результати розрахунку виводяться у робоче вікно програми у графічному вигляді (епюри, графіки, форми коливаль тощо) та у вигляді числових результатів. Останні можуть бути виведені на принтер. Зауважимо, що кожна з прикладних програм для виконання розрахункових робіт має свою власну базу розрахункових схем, які індивідуалізуються завдяки можливості варіювання геометричних розмірів і величин навантажень.
- **Проектування.** Тут розташовано три прикладні програми, які можна використовувати при виконанні курсових та дипломних проектів. Це, насамперед, програма статичного розрахунку плоских стержневих систем на будь-які силові дії, програма розрахунку на динамічні дії зосереджених сил та моментів та програма розрахунку на стійкість рамних систем від дії вузлових сил. Тут на відміну від програм попереднього типу необхідно створювати вхідну інформацію. Під час роботи програми не задають контрольних запитань, а виводять на монітор графічні та числові результати, які можна роздрукувати.
- **Допоміжні програми.** Використовуються в міру необхідності при виконанні як розрахункових так і проектних робіт. Це спеціалізований калькулятор, коефіцієнти спеціальних функцій для розрахунку стержневих систем методом переміщень тощо.
- **Короткий довідник** з будівельної механіки дозволяє оперативно переглядати основні поняття та співвідношення будівельної механіки.

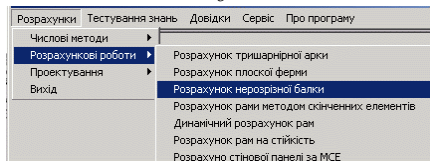
- **Тестування знань.** Дозволяє користувачу самостійно перевіряти свої знання з основних тем будівельної механіки.



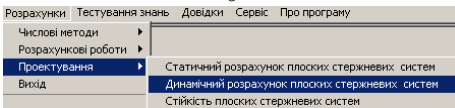
а



б



в



г

Рис. 5

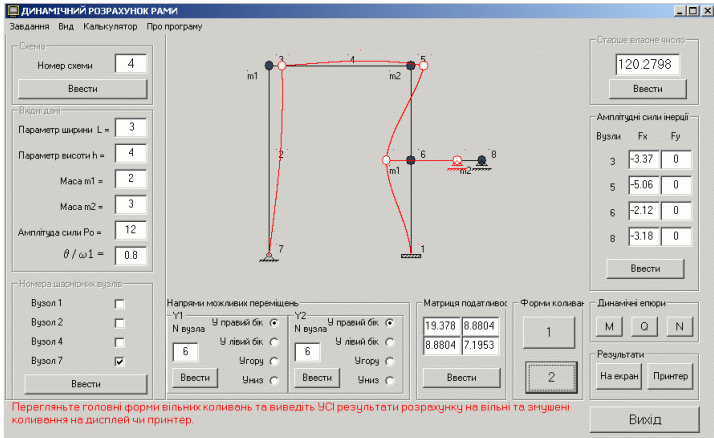
Керування роботою комплексу здійснюється за допомогою спадного меню, розташованого у верхньому рядку його робочого вікна (рис. 5).

Вибір курсором миші того чи іншого пункту меню призводить до розкриття підменю програмних засобів, призначених для тих чи інших дій. Так вибір пункту **Розрахунки** розкриває підменю нижчого рівня, де прикладні програми згруповано за функціональними ознаками. При цьому у робоче вікно комплексу виводиться список прикладних програм, що реалізують розв'язання задач відповідного розділу.

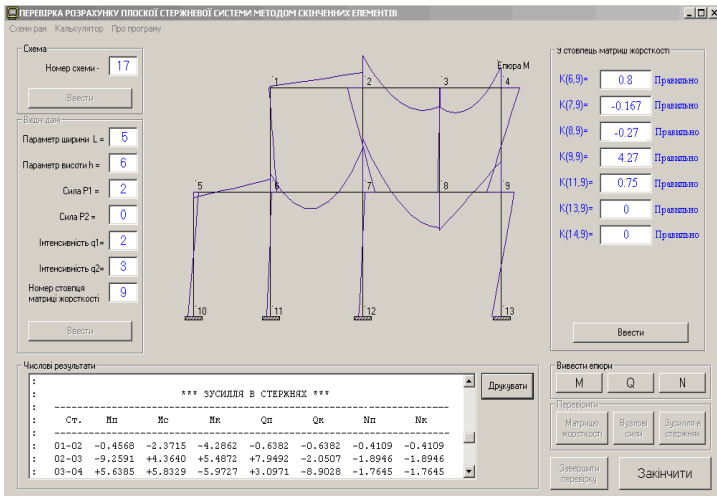
Зокрема, вибір пункту **Числові методи** (рис.5,б) дозволяє розв'язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь, задачі матричної алгебри (додавання, віднімання, множення,

транспонування матриць, обчислення визначників та власних значень тощо), обчислювати дійсні корені алгебраїчних нелінійних рівнянь.

Вибір пункту **Розрахункові роботи** виводить в робоче вікно список прикладних програм для виконання розрахункових робіт по курсу будівельної механіки (рис. 5,в). Як було зазначено, усі програми розділу засновані на сполученні "ручних" і комп'ютерних розрахунків.



а



б

Рис. 6

Як приклад показано робочі вікна програм динамічного розрахунку рами (рис. 6,а) та розрахунку рам методом скінчених елементів (рис. 6,б) після введення початкових даних і результатів "ручних" розрахунків, коли всі перевірки пройдені успішно. Зауважимо, що кожна з прикладних програм для виконання розрахункових робіт має свою власну базу розрахункових схем, які індивідуалізуються завдяки варіюванню геометричних розмірів і величин навантажень.

Вибір пункту **Проектування** (рис. 5,2) дозволяє завантажувати прикладні програми для розрахунку будь-яких плоских стержневих систем на статику, динаміку та стійкість. Програми призначено для розрахунку порівняно не надто складних схем, які зустрічаються при виконанні курсових і дипломних проектів, і видають графічні та числові результати без проміжних перевірок.

Як було зазначено, комплекс АСИСТЕНТ вміщує також допоміжні програми: спеціалізований калькулятор, електронний короткий довідник з будівельної механіки, програму тестування тощо.

Програмний комплекс АСИСТЕНТ і електронний підручник можуть бути встановлені на комп'ютер окремо і функціонувати автономно. Якщо ж на комп'ютері встановлено обидва програмні продукти, то з електронного підручника можна безпосередньо звертатись до комплексу АСИСТЕНТ. Отже, підручник та навчальний комплекс фактично утворюють єдину систему.

Тестування. Для поточного і модульного контролю знань студентів використовується розроблений на кафедрі програмний комплекс КОНТРОЛЬ. Комплекс призначений для роботи в мереженому режимі. Всі програми і файли комплексу розташовані на кафедральному сервері, а всі комп'ютери локальної мережі відіграють роль робочих станцій.

Сервер дозволяє користувачам локальної мережі мати доступ до файлів, розміщених на носіях інформації сервера. У процесі роботи частина логічного дискового простору робочої станції є відображенням частини дискового простору сервера. Основна обробка і пошук інформації для користувача будь-якої робочої станції здійснюється на сервері. Функції клієнтської частини на робочій станції зводяться до введення даних і відображення результатів. Таким чином, робоча станція (комп'ютер користувача) лише забезпечує доступ до обчислювальних

ресурсів сервера, тобто працює в режимі віддаленого терміналу.

На рис. 7 представлена титульна сторінка комплексу. Керування роботою здійснюється через спадні меню. Так, на рис. 8 показано вибір теми тестування через меню **Тема**.



Рис. 7

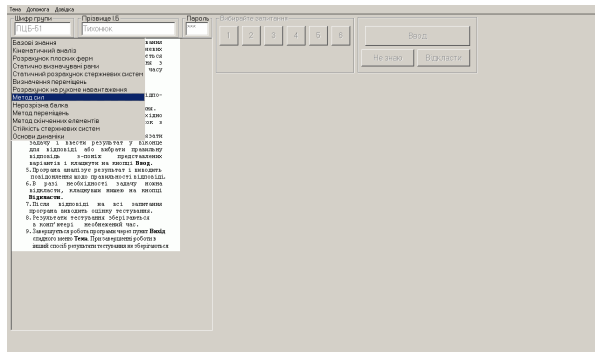


Рис. 8

Головне вікно програми може мати два вигляду. Вигляд автоматично вибирається програмою залежно від виду відповіді на тестове запитання. Так, якщо відповідь на тестове запитання повинна бути вибране зі списку пропорованих, тобто носить вибірковий характер (це, як правило, теоретичні запитання), вікно набуває вигляд, показаний на рис. 9,а.

Якщо ж відповідь має фіксований характер (як правило, це числовий результат розрахунку, який необхідно виконати в процесі тестування), то головне вікно автоматично перебудовується до вигляду, представленого на рис. 9,б.

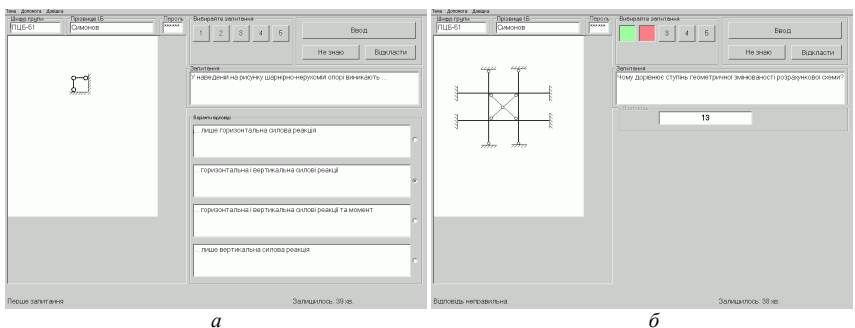


Рис. 9

Матеріал дисципліни "Будівельна механіка" розбитий на 13 модулів (тем). Тестування здійснюється перевіркою відповідей на тестові білети для вибраної теми. Білети з обраної теми вибираються програмою випадковим чином, причому програма відстежує номери білетів, що пред'являлися даному користувачеві при попередніх тестуваннях і не допускає їх повторного пред'явлення.

Кількість запитань у тестовому білеті може коливатися від 5 до 12. Введені відповіді аналізуються програмою шляхом порівняння з еталонними відповідями. Наприкінці тестування програма повідомляє інтегральну оцінку знань з вибраної теми.

Отже комплекс виконує наступні дії.

- Дозволяє студенту вибрати певну тему для тестування.
- Вибирає випадковим чином тестовий білет для вибраної теми.
- Дає студенту можливість вибирати у будь-якому порядку питання білета і виводить на екран тестові запитання, рисунки і, у разі потреби, варіанти можливих відповідей.
- За певними правилами підраховує кількість набраних балів і залежно від їхньої кількості виставляє оцінку знанням і умінням студента з обраної теми.
- Дозволяє в процесі тестування запускати допоміжні програми (калькулятор, програму розв'язання систем алгебраїчних рівнянь, короткий довідник з будівельної механіки і т.п.). Ці програми запускаються безпосередньо з головного вікна програми за допомогою спадних меню.
- Автоматично створює, зберігає і оновлює файли результатів студентів (рис. 10), файли статистики для кожної академгрупи (рис. 11), а також файл загальної статистики для всіх академгруп.
- Відстежує своєчасність проведення тестування і автоматично знижує оцінку, якщо тестування відбувається пізніше визначеного терміну.

У результаті використання комп'ютерних технологій, по-перше, ускладнюються розрахункові схеми без значного збільшення трудомісткості, по-друге, підвищується достовірність результатів і, нарешті, по-третє, студенти опановують основні прийоми роботи з сучасними промисловими програмними комплексами, без яких на теперішній час не обходиться розробка проектів інженерних споруд.

ПРОТОКОЛ ТЕСТУВАННЯ ЗНАТЬ		
Дисципліна БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА		
29.10.2016 14:35:27		
Тема: Кінематичний аналіз		
Тестовий білет: КА_44_А		
Група ПЦБ-31		
Студент Симонов		
N зап.	Бали	Відповідь
1	5	2
2	1	-13
3	5	3
4	0	
5	2	0
Сумарна кількість балів 16 (64%)		
Оцінка ЗАДОВІЛЬНО		
Використаний час: 16 хв:22 сек.		
ОК		

Рис. 10

Результати тестування														
#Студенти	Теми:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Баблев Д.		5	5			5	5							
Брежанко І.О.		5				5								
Богданов С.І.		5	5											
Грищенко О.О.		5	5			5	5							
Драпей Д.Ю.		3				3	4							
Іванченко А.А.		5				5	5							
Іванов Є.В.		2	3			2	2							
Коник Ч.М.		5				5	5							
Левченко Е.А.		5				5	5							
Лукина К.П.		5				5	5							
Мечеряк Д.О.		5				5	3							
Смильда А.О.		5				5	5							
Павлова Р.П.		5				5	5							
Пасічник Я.В.		4				5	4							
Павторюк С.		5	5			5	4							
Пляшак В.В.		5				5	5							
Пляченко В.В.		3				3	4							
Ротчирик В.В.		5				5	5							
Рокогон М.С.		4	5			5	5							

Рис. 11

Предметна олімпіада. Предметні олімпіади з навчальних дисциплін є одним із дієвих засобів виявлення найбільш обдарованих студентів, які ставляться до даної дисципліни із зацікавленістю і виявляють потяг до більш глибокого засвоєння матеріалу.

На кафедрі будівельної механіки створена і апробована комп'ютерна програма OLYMP, яка автоматизує процедуру олімпіади з будівельної механіки. Програма призначена для проведення предметної олімпіади з будівельної механіки лише в комп'ютерних класах кафедри, які об'єднані комп'ютерною мережею. Власне програма розміщується на кафедральному сервері, і жоден із студентів, що беруть участь у олімпіаді, доступу до неї немає і, отже, не може втручатися в її роботу.

Програма пропонує учасникам ряд задач підвищеної складності з ряду тем курсу будівельної механіки. Задачі, тобто схеми, запитання та відповіді, готуються викладачами кафедри заздалегідь і заносяться у вигляді файлів певного формату до сервера.

На рис. 12 показано головне вікно програми, а на рис.13 – головне вікно в процесі роботи.

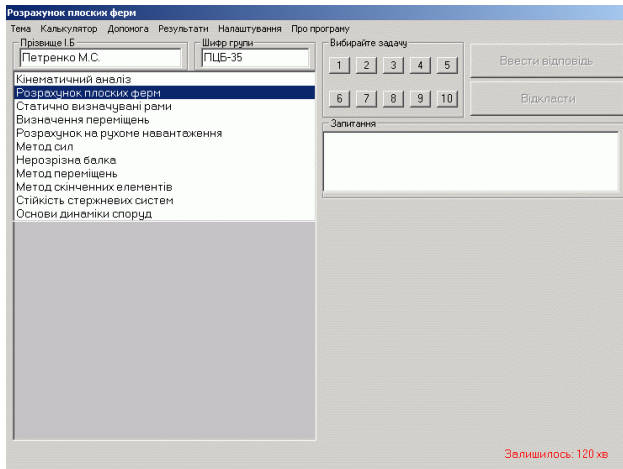


Рис. 12

Робота програми ОЛІМП багато в чому подібна до програми КОНТРОЛЬ, проте має певні особливості.

- Кількість учасників обмежується числом комп'ютерів, що підключено до локальної мережі.

- Програма надає можливість кожному учаснику вибирати задачі будь-які задачі з будь-яких тем, переглядаючи їхні умови і вибирати задачі для розв'язання.

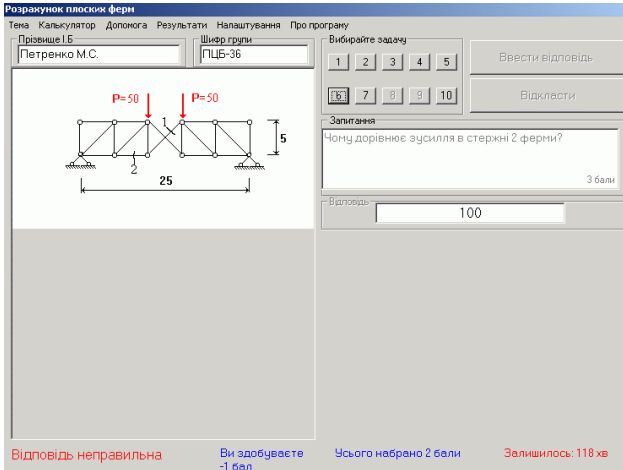


Рис. 13

- У кожній темі міститься до 10 оригінальних задач.
- У процесі сеансу олімпіади кожен учасник може переходити від однієї задачі до іншої задачі і від однієї теми до іншої. Кількість переходів не обмежується.
- Після введення відповіді для обраної задачі програма повідомляє щодо правильності і блокує цю задачу для даного учасника задля виключення повторного звернення до неї.
- За правильне розв'язання кожної задачі учаснику нараховується певна кількість балів (від 3 до 9 – залежно від складності задачі). "Вартість" задачі повідомляється в умові. Програма підраховує кількість балів, набрану кожним учасником, і оперативно інформує їх про це.
- Якщо відповідь неправильна, то програма зменшує кількість набраних учасником балів на одиницю.
- Програма відстежує час тривалості сеансу олімпіади та інформує учасників щодо часу, який залишається до її закінчення..
- Програма надає можливість учасникам використовувати допоміжні програми – програмний калькулятор, програму розв'язання систем алгебраїчних рівнянь, програму обчислення спеціальних функцій при розрахунку стержневих систем на стійкість, короткий електронний довідник з будівельної механіки.

- Після завершення сеансу програма сортує результати і видає на монітор та на принтер список учасників у порядку набраних балів і, отже, зайнятих ними місць. Це означає, що результати олімпіади стають відомими одразу після її завершення.
- Крім загальних результатів олімпіади, програма зберігає результати про кількість балів, набраних при розв'язанні всіх задач для кожного учасника.
- Налаштування роботи програми (тривалість сеансу, перелік тем і т.п.) виконується викладачем, відповідальним за проведення олімпіади, перед її початком за допомогою самої програми.
- Для підготовки олімпіади розроблена спеціальна програма, яка створює файли олімпіадних задач і необхідні схеми у відповідних форматах.

Приклад загального списку результатів олімпіади показано на рис. 14.

Студент	Група	Усього балів	% прав	Набрано
1. ДІДУХ	пцб-39а	108	72.22	78
2. Хоптій Катерина Васи	пцб-33	106	70.75	73
3. Грищенко Д.О.	пцб - 36	101	70.29	71
4. Дамнаті І. Р.	пцб-35	91	76.92	70
5. Побережний Сергій	пцб-34	145	46.20	67
6. Мартиновський В.О.	пцб - 38	101	63.36	64
7. Супрунович Андрій Ол	пцб 36	94	65.95	62
8. Ткач Іван Валерійови	пцб-38	121	49.58	60
9. Нестеренко О.М	пцб-34	117	38.46	45
10. Борисюк В.І.	пцб-39а	93	45.16	42
11. Мельник А.О.	пцб-33	77	51.94	40
12. Волосевич А.В	пцб-35	40	75	30
13. Турчин В.О.	37	54	31.48	17
14. Гришай Ілія Вікторів	пцб-37	31	41.93	13
15. Охріменко Б.С.	пцб-39а	96	11.45	11
16. Свтух Андрій Іванови	пцб-34	68	11.76	8
17. Туманов	пцб-39	29	17.24	5
18] Бундзяк в.в.	36	51	0	0

Рис. 14

На завершення слід відзначити, що робота кафедри будівельної механіки КНУБА із впровадження інформаційних технологій у навчальний процес триває.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Баженов В.А., Перельмутер А.В., Шишов О.В.* Будівельна механіка. Комп'ютерні технології і моделювання. Підручник - К.: ВІПОЛ, 2013. – 896 с.
2. *Баженов В.А., Іванченко Г.М., Шишов О.В., Пискунов С.О.* Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування. Навчальний посібник. – К.: Каравела, 2010 р. – 504 с.

REFERENCES

1. *Bazhenov V.A., Perelmuter A.V., Shishov O.V.* Budivel`na mehanika. Komp'yuterni tehnologiyi i modelyuvannya (Structural mechanics. Computer technology and simulation). Pidruchny`k - K.: VIPOL, 2013. - 896 p.
2. *Bazhenov V.A., Ivanchenko G.M., Shishov O.V., Piskunov S.O.* Budivel`na mexanika. Rozрахunkovi vpravu`. Zadachi. Komp'yuterne testuvannya (Structural mechanics. Estimated Exercise. Tasks Computer testing). - Navchal`ny`j posibny`k. - K.: Caravela, 2010. - 504 p.

Bazhenov V.A., Shishov O.V.

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN CONDUCTING STRUCTURAL MECHANICS

The article is devoted to the review of the original software tools developed at the Department of Construction Mechanics of the Kiev National University of Construction and Architecture (KNUBA) and for many years used in the educational process.

Key words: structural mechanics, complex, testing, knowledge, students.

Баженов В.А., Шишов О.В.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

Статья посвящена обзору оригинальных программных средств, разработанных на кафедре строительной механики Киевского национального университета строительства и архитектуры (КНУСА), и в течение многих лет используются в учебном процессе.

Ключевые слова: строительная механика, комплекс, тестирование, знания, студенты.

УДК 539.3

Баженов В.А., Шишов О.В. Застосування інформаційних технологій при викладанні будівельної механіки // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2017. – Вип. 98. – С. 16-30.

Стаття присвячена огляду оригінальних програмних засобів, які розроблено на кафедрі будівельної механіки Київського національного університету будівництва і архітектури.

Табл. 0. Іл. 14. Бібліогр. 2.

Bazhenov V.A., Shishov O.V. **Application of information technologies in the teaching of building mechanics** // Strength of Materials and Theory of Structures. – 2017. – Issue. 98. – P. 16-30.

The article is devoted to the review of the original software tools developed at the Department of Construction Mechanics of the Kiev National University of Construction and Architecture.

Table 0. Fig. 14. Ref. 2

Баженов В.А., Шишов О.В. **Применение информационных технологий в преподавании строительной механики** // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2017. – Вип. 98. – С. 16-30.

Стаття присвячена огляду оригінальних програмних засобів, які розроблено на кафедрі будівельної механіки Київського національного університету будівництва і архітектури.

Табл. 0. Іл. 14. Бібліогр. 2.

Автор (науковий ступінь, вчене звання, посада): *д-р техн. наук, професор, академік НАПНУ, директор НДІ будівельної механіки БАЖЕНОВ Віктор Андрійович*

Адреса робоча: *03680 Україна, м. Київ, Повітрофлотський пр. 31, КНУБА, БАЖЕНОВУ Віктору Андрійовичу*

Робочий тел.: *+38(044) 245-48-29*

Мобільний тел.: *+38(050)351-66-21*

E-mail: *vikabazh@ukr.net*

Автор (науковий ступінь, вчене звання, посада): *кандидат технічних наук, професор кафедри будівельної механіки КНУБА ШИШОВ Олег Володимирович*

Адреса робоча: *03680, м. Київ, Повітрофлотський пр. 31, КНУБА, ШИШОВУ О.В.*

Робочий тел.: *+38(044) 2415549*

Мобільний тел.: *+38(066) 7855419*

E-mail: *shishovov@ukr.net*