

УДК 539.3

**ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ
ПРИ ВИВЧЕННІ БУДІВЕЛЬНОЇ МЕХАНІКИ****В.А. Баженов¹,**
доктор. техн. наук, професор**О.В. Шишов¹,**
канд. техн. наук, доцент¹*Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський просп., 31, м. Київ. 03680*

Представлено методику застосування програмних засобів у навчальному процесі на кафедрі будівельної механіки Київського національного університету будівництва і архітектури.

Ключові слова: програми, електронний підручник, електронний посібник, програмний комплекс, тестування знань

Процес навчання з опору матеріалів та будівельної механіки 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.

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, переважним чином, не більше чотирьох 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.

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

Стандартне програмне забезпечення має загальне призначення для всіх користувачів і складається з програмних продуктів, що забезпечують функціонування комп'ютерів (ОС Windows), а також застосовується для підготовки документації (Microsoft Office, Adobe Reader, архіватори, електронні перекладачі, засоби комп'ютерної графіки, такі як растровий графічний редактор Paint, векторний графічний редактор CorelDraw і т.ін.).

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

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

Протягом 2000 – 2014 р.р. на кафедрі будівельної механіки КНУБА видано декілька підручників та навчальних посібників [1] – [3], які успішно використовуються у навчальному процесі. Водночас у 2007-2008 р.р. у рамках Державної програми "Інформаційні і комунікаційні технології в освіті і науці" підготовлено україномовний електронний підручник з будівельної механіки [4]. Архівний файл підручника розташовано на сторінці кафедри будівельної механіки (http://www.knuba.edu.ua/ukr/?page_id=458) і призначено для вільного використання студентами вищих навчальних закладів України. Для використання підручника його необхідно розархівувати в кореневий каталог будь-якого логічного диска комп'ютера користувача.

Електронний підручник представлено у форматі PDF (Portable Document Format) і являє собою систему окремих файлів, кожен з яких вміщує окрему главу. Зв'язок між ними здійснюється за допомогою гіперпосилань. Переміщення по тексту кожної глави здійснюється шляхом гортання сторінок або через гіперпосилання.

На рис. 1 представлено фрагмент сторінки однієї з глав.

Підручник складається з 28 глав, які згруповано у восьми розділах, і змістовно повністю відповідає програмі бакалаврів будівництва.

Особливість підручника полягає в тому, що викладення матеріалу кожної глави представлено в двох видах: докладний, що супроводжується докладним виведенням основних залежностей та багатьма числовими прикладами, та скорочений, де наводяться основні положення без виведення та відсутні числові приклади. Читач у процесі безпосередньої роботи з підручником вибирає той чи інший спосіб викладання.

Крім підручника, створено електронний україномовний навчальний посібник з будівельної механіки [5], який також розташовано на сторінці кафедри будівельної механіки. 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.2 показано фрагменти титульної сторінки та змісту підручника.

ЗМІСТ ПІДРУЧНИКА

- 9. Тришарнірні арки
 - 9.1. Основні поняття
 - 9.2. Розрахунок арки при довільному навантаженні
 - 9.3. Розрахунок арки при дії вертикального навантаження
 - 9.4. Розрахунок арки з горизонтальною затяжкою
 - 9.5. Приклади визначення внутрішніх зусиль в арках
- Запитання для самоперевірки
- ДОПОМОГА

ДО ЗМІСТУ ПІДРУЧНИКА

[ДОПОМОГА](#)

Виберіть форму подання навчального матеріалу

Докладне подання
 [Скорочене подання](#)

9. Тришарнірні арки

Зміст глави

[9.1. Основні поняття](#)

[9.2. Розрахунок арки при довільному навантаженні](#)

[9.3. Розрахунок арки при дії вертикального навантаження](#)

[9.4. Розрахунок арки з горизонтальною затяжкою](#)

[9.5. Приклади визначення внутрішніх зусиль в арках](#)

[Запитання для самоперевірки](#)

9.1. Основні поняття

Тришарнірною аркою називають плоску геометрично незмінювану систему, що складається з двох кривих стержнів, які з'єднуються між собою та основою трьома шарнірами (рис.9.1).

Рис.1

<p style="text-align: center;">В.А.Баженов, Г.М.Іванченко, О.В.Шпиров, С.О.Пискунов</p> <p style="text-align: center;">БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА</p> <p style="text-align: center;">Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування</p> <p style="text-align: center;">Навчальний посібник</p>	<p style="text-align: center;">ЗМІСТ</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1. Система сил на площині.....</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td>1.1. Короткі теоретичні відомості</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td>1.2. Довільна система сил</td> <td style="text-align: right;">11</td> </tr> <tr> <td>1.3. Задачі для самоконтролю</td> <td style="text-align: right;">16</td> </tr> <tr> <td>2. Кінематичний аналіз плоских систем і визначення реакцій у в'язях</td> <td style="text-align: right;">17</td> </tr> <tr> <td>2.1. Короткі відомості про кінематичний аналіз</td> <td style="text-align: right;">17</td> </tr> <tr> <td>2.2. Приклади кінематичного аналізу розрахункових моделей</td> <td style="text-align: right;">27</td> </tr> <tr> <td>2.3. Схеми задач для самостійного розв'язування</td> <td style="text-align: right;">41</td> </tr> <tr> <td>3. Розрахунок плоских статично визначуваних ферм</td> <td style="text-align: right;">43</td> </tr> <tr> <td>3.1. Короткі теоретичні відомості</td> <td style="text-align: right;">43</td> </tr> <tr> <td>3.2. Приклади визначення внутрішніх зусиль у стержнях простих ферм</td> <td style="text-align: right;">47</td> </tr> <tr> <td>3.3. Схеми задач для самостійного розв'язування</td> <td style="text-align: right;">53</td> </tr> <tr> <td>4. Статично визначувані просторові ферми.....</td> <td style="text-align: right;">54</td> </tr> <tr> <td>4.1. Короткі теоретичні відомості</td> <td style="text-align: right;">54</td> </tr> <tr> <td>4.2. Приклад розв'язування просторової ферми</td> <td style="text-align: right;">60</td> </tr> <tr> <td>4.3. Задачі для самостійного розв'язування</td> <td style="text-align: right;">64</td> </tr> </table>	1. Система сил на площині.....	5	1.1. Короткі теоретичні відомості	5	1.2. Довільна система сил	11	1.3. Задачі для самоконтролю	16	2. Кінематичний аналіз плоских систем і визначення реакцій у в'язях	17	2.1. Короткі відомості про кінематичний аналіз	17	2.2. Приклади кінематичного аналізу розрахункових моделей	27	2.3. Схеми задач для самостійного розв'язування	41	3. Розрахунок плоских статично визначуваних ферм	43	3.1. Короткі теоретичні відомості	43	3.2. Приклади визначення внутрішніх зусиль у стержнях простих ферм	47	3.3. Схеми задач для самостійного розв'язування	53	4. Статично визначувані просторові ферми.....	54	4.1. Короткі теоретичні відомості	54	4.2. Приклад розв'язування просторової ферми	60	4.3. Задачі для самостійного розв'язування	64
1. Система сил на площині.....	5																																
1.1. Короткі теоретичні відомості	5																																
1.2. Довільна система сил	11																																
1.3. Задачі для самоконтролю	16																																
2. Кінематичний аналіз плоских систем і визначення реакцій у в'язях	17																																
2.1. Короткі відомості про кінематичний аналіз	17																																
2.2. Приклади кінематичного аналізу розрахункових моделей	27																																
2.3. Схеми задач для самостійного розв'язування	41																																
3. Розрахунок плоских статично визначуваних ферм	43																																
3.1. Короткі теоретичні відомості	43																																
3.2. Приклади визначення внутрішніх зусиль у стержнях простих ферм	47																																
3.3. Схеми задач для самостійного розв'язування	53																																
4. Статично визначувані просторові ферми.....	54																																
4.1. Короткі теоретичні відомості	54																																
4.2. Приклад розв'язування просторової ферми	60																																
4.3. Задачі для самостійного розв'язування	64																																

Рис.2

Спеціалізоване програмне забезпечення призначене для виконання розрахункових робіт, виконання курсових та дипломних проєктів. Прикладні програми комплексу об'єднано в програмному навчальному комплексі АСИСТЕНТ. Тут зібрано комп'ютерні програми, які реалізують розрахунки різного виду стержневих систем на статику, динаміку та стійкість. 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 домашніх комп'ютерах. Архівний файл комплексу АСИСТЕНТ розташовано на сторінці кафедри будівельної механіки.

Усі складові програми комплексу можна розділити на наступні види.

- **Числові методи.** Тут зібрано програми з розв'язання нелінійних алгебраїчних та систем лінійних алгебраїчних рівнянь, програми, що реалізують ті чи інші методи роботи з числовими матрицями (складання, множення, транспонування, обернення тощо).
- **Розрахункові роботи.** Зазначені програми призначено лише 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". Всі програми базуються на єдиній методиці, за якою студент виконує певні фрагменти розрахунку заданих схем. Програма перевіряє правильність результатів розрахунку і у разі правильності видає результати розрахунків аналогічних фрагментів. Такий підхід, з одного боку, звільняє студента від великого обсягу рутинних числових процедур, а з іншого – гарантує правильність результатів. 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. Результати розрахунку виводяться в робоче вікно програми у графічному вигляді (епюри, графіки, форми коливань тощо) та у вигляді числових результатів. Останні можуть бути виведені на принтер.
- **Проєктування.** Тут зібрано три прикладні програми, які можна використовувати при виконанні курсових та дипломних проєктів. Це 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.
- **Допоміжні програми.** Використовуються в міру необхідності при виконанні як розрахункових так і проєктних робіт. Це

спеціалізований калькулятор, програма,, яка визначає відстань від точки до прямої, коефіцієнти спеціальних функцій для розрахунку стержневих систем на стійкість методом переміщень тощо.

- **Короткий довідник** з будівельної механіки дозволяє оперативно переглядати основні поняття та співвідношення будівельної механіки.
- **Тестування знань.** Дозволяє користувачу перевіряти свої знання з основних тем будівельної механіки.

Керування роботою комплексу здійснюється за допомогою спадних меню, розташованих у верхньому рядку його робочого вікна (рис. 3).



Рис. 3

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. 4,а) дозволяє розв'язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь, задачі матричної алгебри (сумирування, віднімання, множення, транспонування матриць, обчислення визначників та власних значень тощо) обчислювати корені алгебраїчних нелінійних рівнянь.

Вибір пункту **Розрахункові роботи** виводить в робоче вікно список прикладних програм для виконання розрахункових робіт по курсу

будівельної механіки (рис. 4,б). Як було зазначено, усі програми розділу засновані на сполученні "ручних" і комп'ютерних розрахунків.

Розрахунки	Тестування знань	Довідки	Сервіс	Про програму
Числові методи	▶	Розв'язання лінійних алгебраїчних рівнянь		
Розрахункові роботи	▶	Матрична алгебра		
Проектування	▶	Розв'язання нелінійних алгебраїчних рівнянь		
Вихід				

a

Розрахунки	Тестування знань	Довідки	Сервіс	Про програму
Числові методи	▶			
Розрахункові роботи	▶	Розрахунок тришарнірної арки		
Проектування	▶	Розрахунок плоскої ферми		
Вихід		Розрахунок нерозрізної балки		
		Розрахунок рами методом скінченних елементів		
		Динамічний розрахунок рам		
		Розрахунок рам на стійкість		

б

Розрахунки	Тестування знань	Довідки	Сервіс	Про програму
Числові методи	▶			
Розрахункові роботи	▶			
Проектування	▶	Статичний розрахунок плоских стержневих систем		
Вихід		Динамічний розрахунок плоских стержневих систем		
		Стійкість плоских стержневих систем		

в

Рис. 4

Як приклад (рис. 5) показано процедуру введення вхідних даних і результатів "ручних" розрахунків при перевірці зусиль в певному перерізі тришарнірної арки, а на рис. 6 – результати комп'ютерного розрахунку, якщо всі перевірки виконано успішно.

Вибір пункту **Проектування** (рис. 4,в) дозволяє завантажувати прикладні програми для розрахунку будь-яких плоских стержневих систем на статику, динаміку та стійкість. Програми призначено для розрахунку порівняно нескладних схем, які зустрічаються при виконанні курсових і дипломних проектів і видають графічні та числові результати без проміжних перевірок.

Крім зазначених програм, комплекс АСИСТЕНТ вміщує допоміжні програми: спеціалізований калькулятор, електронний короткий довідник з будівельної механіки, програму тестування тощо.

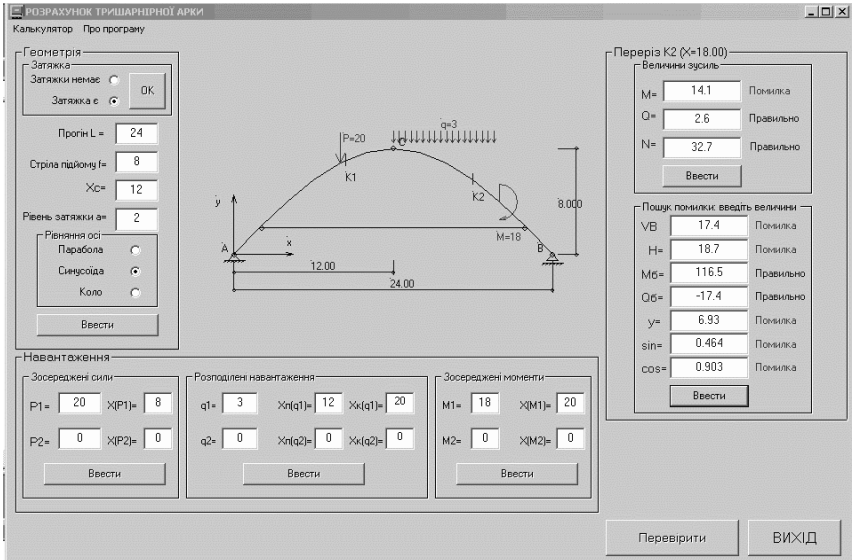


Рис. 5

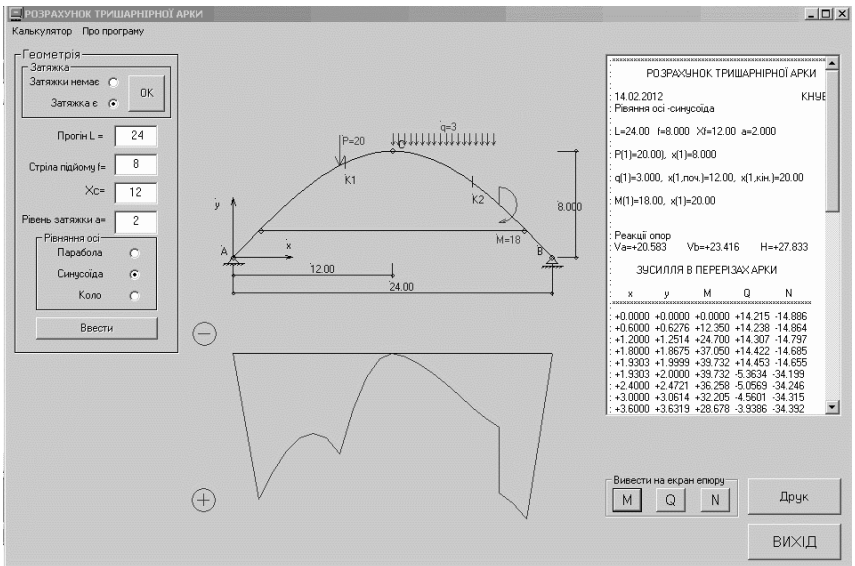


Рис.6

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 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 (рис. 7).

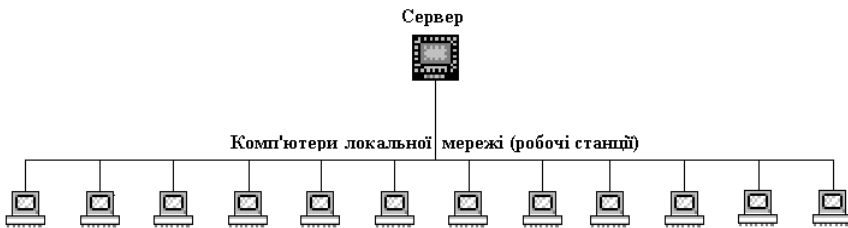


Рис.7

Сервер дозволяє користувачам локальної мережі мати доступ до файлів, розміщених на носіях інформації сервера. В 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.

Головне вікно програми може мати два вигляди. Вигляд вікна автоматично вибирається програмою залежно від виду відповіді на тестове питання. Так, якщо відповідь на тестове запитання повинна бути вибране зі списку запропонованих, тобто носить вибірковий характер (це, як правило, теоретичні запитання), вікно набуває вигляд, показаний на рис. 8,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.8,б.

Тема: Дюпонга Дюдака

Шифр групи: ПЦБ-51 Прізвище І.Б.: Симонов Пароль: *****

Вибирайте запитання: 1 2 3 4 5

Ввод

Не знаю Відкласти

Запитання

У наведених на рисунку шарнірно-нерухомих опорах виникають ...

Варіанти відповідей:

... лише горизонтальна силова реакція

... горизонтальна і вертикальна силові реакції

... горизонтальна і вертикальна силові реакції та момент

... лише вертикальна силова реакція

Перше запитання

Залишилось: 39 хв.

а

Тема: Дюпонга Дюдака

Шифр групи: ПЦБ-51 Прізвище І.Б.: Симонов Пароль: *****

Вибирайте запитання: 3 4 5

Ввод

Не знаю Відкласти

Запитання

Чому дорівнює ступінь геометричної змінюваності розрахункової схеми?

Відповідь: 13

Відповідь неправильна

Залишилось: 38 хв.

б

Рис. 8

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

Кількість запитань у тестовому білеті може коливатися від 5 до 10. Введені відповіді аналізуються програмою шляхом порівняння з еталонними відповідями. Наприкінці тестування програма повідомляє інтегральну оцінку знань з вибраної теми.

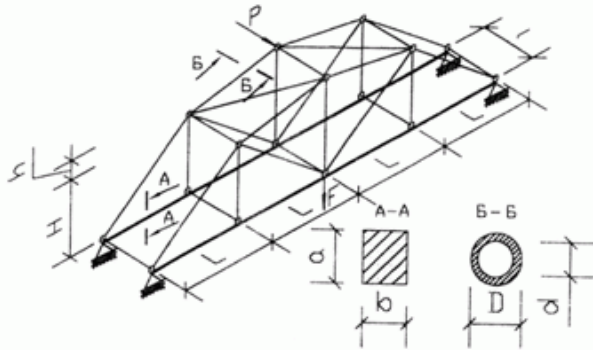
Отже комплекс виконує наступні дії:

- Дозволяє 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 меню.
- Автоматично створює, зберігає і оновлює файли результатів, файли статистики для кожної академгрупи, а також файл загальної статистики для всіх академгруп.
- Відстежує своєчасність проведення тестування і автоматично знижує оцінку, якщо тестування відбувається пізніше визначеного терміну.
- Дозволяє викладачам переглядати результати тестування.

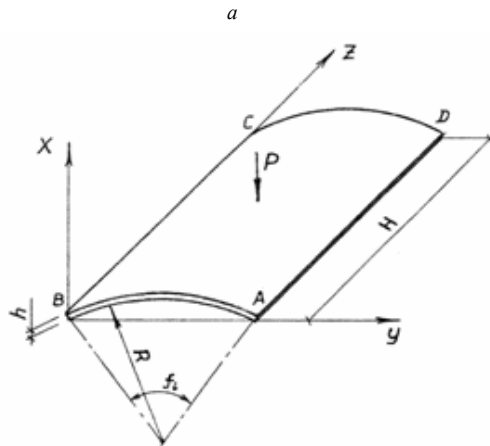
Програмні комплекси АСИСТЕНТ і КОНТРОЛЬ двомовні. За другу мову прийнята російська. Студент вибирає мову безпосередньо в процесі роботи з комплексами.

У процесі засвоєння згаданих комплексів магістранти виконують дві індивідуальні роботи: розрахунок складної просторової стержневої конструкції та розрахунок плити або оболонки (рис. 9). Кожен студент, відповідно до індивідуального завдання, складає інформацію з використанням демо-версій комплексів, задаючись геометрією, поперечними перерізами елементів, матеріалом и навантаженнями, виконує розрахунок, виводить і аналізує одержані результати. На рис. 9.а

показано індивідуальне завдання на визначення напружено-деформованого стану (НДС) мостових ферм, а на рис. 9,б – завдання на визначення НДС циліндричної панелі.



Визначити напружено-деформований стан (НДС) конструкції від дії осереджених вузлових сил P та F .



Визначити напружено-деформований стан (НДС) циліндричної панелі покриття від дії власної ваги та центрально прикладеної вертикальної осередженої сили P .

б

Рис.8

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.

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.
3. *Баженов В.А., Криксунов Е.З., Перельмутер А.В., Шишов О.В.* Інформатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування. Підручник — К.: Каравела, 2011. — 488
4. *Баженов В.А., Шишов О.В.* Будівельна механіка. Електронний підручник. <http://www.knuba.edu.ua/ua/facultes/10/38>, 2008.
5. *Баженов В.А., Іванченко Г.М., Шишов О.В., Пискунов С.О.* Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування. Навчальний посібник. <http://www.knuba.edu.ua/ua/facultes/10/38>. 2014.

REFERENCES

1. *Bazhenov V.A., Perelmuter A.V., Shishov O.V.* Budivelna mechanika. Comp'uterni tehnologii i modeluvannya. Pidrucnyk . (Structural mechanics. Computer's technologies and designing) — К.: VIPOL, 2013. — 896 s.
2. *Bazhenov V.A., Ivanchenko G.M., , Shishov O.V., Piskunov S.O.* Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування. Навчальний посібник. (Structural mechanics. Calculation exercises, Tasks. Computer's testing) — К.: Caravela, 2010 — 504 s.
3. *Bazhenov V.A., Kriksunov E.Z., Perelmuter A.V., Shishov O.V.* Інформатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування. Підручник (Informatics. Information technologies in building) — К.: Caravela, 2011. — 488 s.
4. *Bazhenov V.A., Shishov O.V.* Будівельна механіка. Електронний підручник. (Structural mechanics. Electronic textbook) - <http://www.knuba.edu.ua/ua/facultes/10/38>, 2008.
5. *Bazhenov V.A., Kriksunov E.Z., Perelmuter A.V., Shishov O.V.* Інформатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування. Підручник (Informatics. Information technologies in building). <http://www.knuba.edu.ua/ua/facultes/10/38>. 2014.

Bazhenov V.A., Shishov O.V.

APPLICATION OF PROGRAMMATIC FACILITIES AT STUDY OF STRUCTURAL MECHANICS

The method of application of programmatic facilities is presented in an educational process on the department of structural mechanics of the Kievan national university of building and architecture.

Keywords: programs, electronic textbook, electronic manual, programmatic complex, testing of knowledges.

Баженов В.А., Шишов О.В.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

Представлена методика применения программных средств в учебном процессе на кафедре строительной механики Киевского национального университета строительства и архитектуры.

Ключевые слова: программы, электронный учебник, электронное пособие, программный комплекс, тестирование знаний.