

А.Я. Барашиков*, С.В. Ротко, О.А. Ужегова, І.В. Задорожнікова

*Київський національний університет будівництва та архітектури
Луцький національний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ ЕОМ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО РОЗРАХУНКУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

© Барашиков А.Я., Ротко С.В., Ужегова О.А., Задорожнікова І.В., 2010

За матеріалами новоствореного навчального посібника “Розрахунок кам’яних і армокам’яних конструкцій” акцентовано увагу на використанні прикладних комплексів і програм, зокрема, ПК МОНОМАХ (програма КИРПИЧ), ПК SCAD Office (програма КАМИН), пакета прикладних програм NormCAD, для проектування елементів будівельних конструкцій.

Ключові слова: посібник, прикладний комплекс, ПК МОНОМАХ, КИРПИЧ, ПК SCAD Office, КАМИН NormCAD.

The article presents a newly created manual “Calculation of stone and reinforced masonry structures”. Attention is accented on the use of application complexes and programs, including AC MONOMAKH (program KIRPICH), AC SCAD Office (program KAMIN), software packages NormCAD, for design of elements of build constructions.

Keywords: manual, application complexes, AC MONOMAKH, KIRPICH, AC SCAD Office, KAMIN NormCAD

У підготовці фахівця з будівництва чільне місце займає вивчення будівельних конструкцій – залізобетонних, кам’яних й армокам’яних, металевих, конструкцій із дерева та пластмас.

Для логічного розуміння роботи конструкції, оптимального конструювання її перерізів важливо мати навички аналітичного розрахунку традиційними методами. Такі навички студенти здобувають, виконуючи розрахунково-графічні роботи і курсові проекти під час вивчення нормативного циклу професійно орієнтованих, фахових і спеціальних дисциплін. Полегшують роботу студента посібники та численні методичні розробки до самостійної роботи, виконання контрольних робіт, курсових проектів тощо.

Якщо студент схильний до проектування і відчуває потребу у поглиблених знаннях конструкцій, він може вибрати один із циклів дисциплін так званого “вільного вибору студента” і додатково вивчати будівельні конструкції, будівлі та споруди. Тут поле діяльності тандему “викладач–студент” значно ширшає, адже з’являється час і можливість освоїти цілу низку прикладних комплексів і програм для розрахунку та проектування будівельних конструкцій, як традиційних, так і складних просторових структур, криволінійних поверхонь, інженерних споруд тощо.

Сучасні промислові програмні продукти, орієнтовані на розв’язання задач проектування конструкцій, умовно можна поділити на три групи:

1. Обчислювальні системи, призначені для міцнісного аналізу конструкцій.
2. Програми для виконання перевірок несучої здатності елементів конструкцій на відповідність чинним нормам проектування.
3. Проектувальні програми, що виконують формування і випуск робочих креслень, специфікацій та інших матеріалів, передбачених проектом.

Список програм першої групи, призначених для розв’язання міцнісних задач будівельної механіки, вражає своїм розмаїттям і широтою функціональних можливостей. Спільним для всіх цих програм є використання для розрахунку методу скінчених елементів і наявність розвинених графічних засобів створення розрахункової моделі та аналізу результатів. Існують потужні універ-

сальні обчислювальні системи, такі, наприклад, як ANSYS, ADINA, COSMOS, NASTRAN, не прив'язані до якоїсь певної сфери застосувань. Їхню відмінну особливість становить орієнтація на багатодисциплінарність проблеми (пружність, пластичність, теплофізика, магнітодинаміка, гідрогазодинаміка тощо) і на розв'язання задач із сотнями тисяч і мільйонами невідомих.

Існує велика кількість систем, орієнтованих на міцнісний аналіз конструкцій будівель та споруд. Серед них такі популярні в Україні системи, як ЛІРА та SCAD, зарубіжні програми SAP 2000, GTSTRUDL, STAD, ROBOT тощо. Їхня особливість полягає у тому, що графічні засоби створення розрахункової схеми (препроцесор) та аналізу результатів (постпроцесор) зорієнтовані на специфіку проектування об'єктів будівництва. Крім того, до них додаються каталоги профілів та матеріалів, використовуваних у будівництві. Вони містять специфічні модулі аналізу (наприклад, для побудови ліній впливу, обчислень із урахуванням сейсмічних впливів та пульсацій вітрового навантаження тощо).

Особливої популярності у проектувальників набули об'єктно орієнтовані програми для перевірки елементів конструкцій на відповідність вимогам норм проектування (ми зарахували їх до другої групи). Інколи їх називають "калькуляторами". Ці програми можуть бути спеціалізованими та перевіряти елементи певного виду (наприклад, тільки елементи сталевих конструкцій). До них можна зарахувати КРИСТАЛЛІ, АРБАТ, КАМИН, які входять до складу інтегрованої системи SCAD Office, ОМ СНиП Железобетон, ПРУСК, Фундамент тощо. Перевагою таких програм є детальне розроблення розрахункових положень нормативних документів та простота звернення (зручність користувацького інтерфейсу), що робить їх незамінним інструментом інженерів-проектувальників. Існують і універсальні програми, в яких виконуються перевірки елементів конструкцій різного виду, наприклад, Structural Engineering Library, СПИН. І ті, й інші програми можуть мати засоби для виготовлення креслень, специфікацій, хоча це, найчастіше, ескізи високого рівня готовності, а не готова проектна документація.

Нарешті, до третьої групи входять так звані проектувальні програми та системи, які на основі результатів міцнісного аналізу конструкцій та нормативних розрахунків елементів формують проектну документацію. Серед них можна виділити систему ALLPLOT (система проектування у складі комплексної системи архітектурно-будівельного проектування ALLPLAN), програми МОНОЛИТ та КОМЕТА (у складі SCAD Office), ФОК, модулі БАЛКА, КОЛОННА, ПЛИТА, СТЕНА (у складі програмного комплексу проектування конструкцій каркасних будівель МОНОМАХ).

Серед найпридатніших для проектування будівельних конструкцій варто відзначити ПК: STRAP (Ізраїль), NASTRAN, STRUDL, ANSIS, COSMOS, ADINA (США), DIANA (Голландія), ROBOT (Франція), STARK (Росія), SCAD, ЛІРА, МОНОМАХ (Україна).

Спеціаліст, який займається безпосередньо проектуванням будівельних об'єктів, звичайно, віддасть перевагу тому ПК, що має конструктивні системи, в яких реалізовані стандарти та норми того регіону, для якого виконується проектування.

Американські програми, які мають конструювальні підсистеми (виконують підбір та перевірку перерізів ЗБК і металевих конструкцій, видають робочі креслення), переважно реалізують норми США і Канади. Європейські програми, включаючи STARK, SCAD і ЛІРА, реалізують Єврокод. У ПК STARK, SCAD, ЛІРА, МОНОМАХ реалізовані також норми країн СНД, тому для нашого регіону саме ці ПК є найпривабливішими.

У Луцькому національному технічному університеті провідні викладачі навчають студентів працювати у програмних комплексах SCAD, ЛІРА, МОНОМАХ, Robot Offis, Allplan Junior, AutoCAD, ArchiCAD тощо. Більшість програм є ліцензійними навчальними, хоча частина з них – демонстраційні версії. Бібліотеку комп'ютерних програм поповнюють і самі студенти з мережі Internet та ліцензійних дисків, наданих розробниками під час презентацій та конференцій.

Сучасне програмне забезпечення реалізує найновіші методи проектування, основані на поєднанні накопиченого досвіду, що міститься у традиційній конструктивній формі, із можливістю глибокого аналізу цих конструктивних рішень. Навчити майбутнього фахівця таких методів роботи є дуже важливою частиною професійної підготовки. Допоможе студенту в опануванні прикладних програм і їх практичному використанні новостворений посібник "Розрахунок кам'яних і армокам'яних конструкцій".

Навчальний посібник “Розрахунок кам’яних і армокам’яних конструкцій” написаний на основі викладання дисципліни “Залізобетонні, кам’яні та армокам’яні конструкції” для студентів спеціальності “Промислове та цивільне будівництво” напряму “Будівництво” у Луцькому національному технічному університеті з урахуванням програми запровадження концепції Болонської декларації у систему вищої освіти України.

Посібник складено згідно з програмами загального та спеціального курсів дисципліни. У загальному курсі “Залізобетонних, кам’яних та армокам’яних конструкцій” передбачено один змістовий модуль “Кам’яні та армокам’яні конструкції”, де під час лекційних, практичних занять і самостійної роботи студенти вивчають фізико-механічні характеристики кам’яної кладки, основні теоретичні положення розрахунку елементів кам’яних і армокам’яних конструкцій за різних видів навантажень, основи проектування цих конструкцій відповідно до чинних норм.

Спецкурс будівельних конструкцій входить до дисциплін циклу вільного вибору студента “Будівельні конструкції, будівлі та споруди”. Саме у цьому циклі студенти мають можливість поглиблено вивчити розрахунок і проектування елементів будівельних конструкцій із застосуванням прикладних комп’ютерних програм. У посібнику наведено основні теоретичні положення та методики розрахунку елементів кам’яних і армокам’яних конструкцій із застосуванням прикладних комплексів і програм, зокрема ПК МОНОМАХ (програма КИРПИЧ), ПК SCAD Office (програма КАМИН), пакета прикладних програм NormCAD, які сьогодні усе частіше застосовуються при проектуванні елементів і конструкцій.

ПК МОНОМАХ є типовим представником інтелектуальних проектувальних систем. Комплекс призначений для розрахунку та проектування конструкцій монолітних багатопверхових каркасних будівель. Реалізовано також розрахунок цегляних будинків висотою до 14 поверхів із включеннями із монолітного залізобетону.

ПК МОНОМАХ складається із дев’яти інформаційно пов’язаних програм, кожна з яких може працювати в автономному режимі: КОМПОНОВКА, КОЛОННА, БАЛКА, ФУНДАМЕНТ, ПЛИТА ПЕРЕКРЫТИЯ, ФУНДАМЕНТНАЯ ПЛИТА (на ґрунтовій і палевій основах), ПОДПОРНАЯ СТЕНКА, РАЗРЕЗ (СТЕНА), КИРПИЧ (рис. 1).

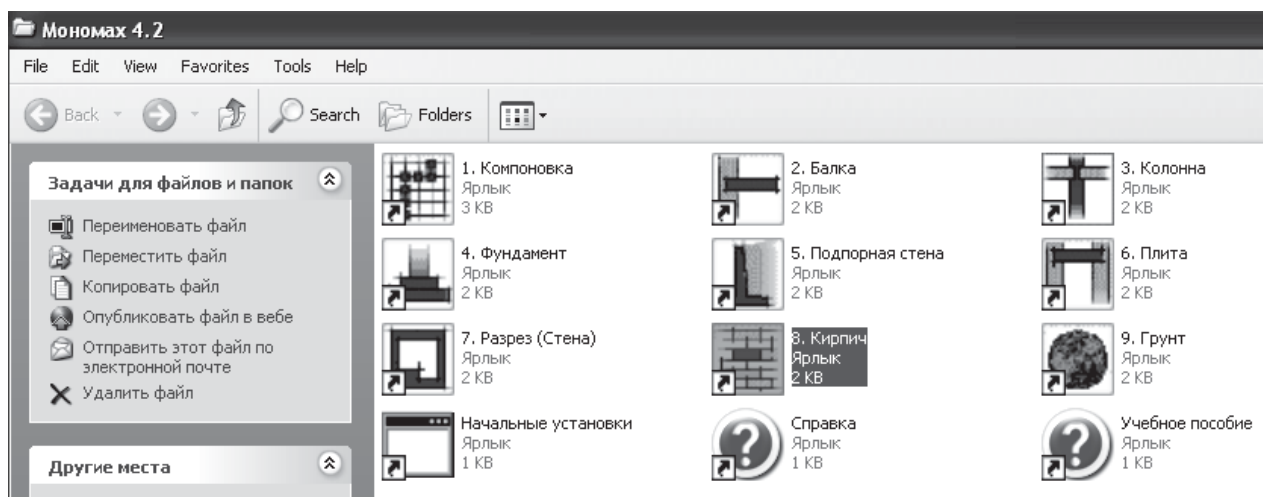


Рис. 1. Вікно ПК МОНОМАХ

Нижче детально розглянуто можливості програм КОМПОНОВКА та КИРПИЧ.

КОМПОНОВКА – коренева програма для проектування багатопверхових каркасних будівель із монолітного залізобетону та будівель із цегляними стінами. Вона дає змогу швидко та зручно в інтерактивному графічному режимі формувати схему будівлі, задавати навантаження у природному вигляді, виконувати розрахунок конструктивних елементів будівлі за міцністю, підбирати перерізи елементів, визначати витрати бетону, арматури, цегли та інших матеріалів, оцінювати вартість споруди, експортувати дані до інших локальних програм.

Основні функції програми:

- формування моделі будівлі на довільній сітці плану з колон, балок, стін, перегородок, плит перекриття, фундаментних плит і паль;
- виконання розрахунку цегляних будівель із несучими стінами та комбінованих каркасних будівель підвищеної поверховості з цегляним заповненням;
- скорочення часу на створення моделі та виконання варіантного проектування за допомогою використання різноманітних сервісних можливостей – переміщення і повороту системи координат, копіювання, перенесення, видалення одного або групи елементів, модифікації числових значень, копіювання поверхів;
- задання вертикальних і горизонтальних навантажень на плити перекриття у вигляді розподілених по всій площині або на ділянці, а також у вигляді зосереджених сил;
- задання напрямку впливу та інформації про район будівництва для урахування вітрових і сейсмічних навантажень;
- імпорт моделі ґрунту, створеної програмою ГРУНТ;
- автоматичне формування розрахункової схеми будівлі; виконання статичного та динамічного розрахунків, у результаті яких визначають переміщення, зусилля і напруження; виконання підбору або перевірки перерізів елементів; формування відомості видаткової вартості матеріалів; таблиці частот і періодів коливань. Анімація власних коливань дає змогу оцінити коректність створеної моделі;
- виконання експорту даних у програми конструювання БАЛКА, КОЛОННА, ФУНДАМЕНТ, ПЛИТА, РАЗРЕЗ (СТЕНА), КИРПИЧ. Виконання експорту навантажень на фундаменти у ФОК-ПК, а також експорту розрахункової схеми у ПК ЛИРА.

КИРПИЧ – програма для проектування стін цегляних будівель.

Функції програми:

- врахування при обчисленні зусиль у програмі КОМПОНОВКА спільної просторової роботи елементів будівлі; формування схеми у режимі імпорту; виконання перевірки міцності цегляної кладки стін і простінків для заданих горизонтальних рівнів;
- визначення необхідної кількості сіток і підбір стержнів вертикального армування;
- подання результатів конструювання у вигляді робочих креслень, створення dxf-файлів креслень для роботи в інших графічних комплексах (AutoCAD, ArchiCAD, AllPlan);
- новий алгоритм розрахунку простінків з урахуванням загального випадку НДС (косий позacentровий стиск-розтяг), виконання розрахунку кладки на зминання; можливість автоматичного та ручного формування простінків, створення пояснювальної записки у rtf-форматі.

Формування розрахункової схеми будівлі виконують у програмі КОМПОНОВКА. На першому етапі задають основні характеристики будівлі (відмітки планування, характеристики ґрунту, матеріали конструктивних елементів). Після цього будують план типового поверху, задають стіни, перегородки, отвори, навантаження на плити перекриття. Форма будівлі у плані може бути довільною. Для формування просторово-планувальної схеми по висоті будівлі використовують функцію копіювання поверхів із подальшим коригуванням схеми на будь-якому поверсі. До конструктивної схеми будівлі з несучими цегляними стінами дозволяється включати бетонні та залізобетонні стіни, колони, балки, тобто створювати комбінований каркас із цегляним заповненням.

Для правильного збирання навантажень від власної ваги користувач має призначити для стін відповідний матеріал зі списку матеріалів. Усі міцнісні характеристики програма приймає автоматично, на підставі заданих марок кам'яних матеріалів і розчину.

Для збирання горизонтальних і вертикальних навантажень на стіни від постійних, тривалих, короткочасних навантажень, від вітрових (із урахуванням пульсації) і сейсмічних впливів корис-

тувач задає положення горизонтальних рівнів із вказівкою поверху та відмітки відносно рівня перекриття. Дозволяється задавати декілька горизонтальних рівнів на одному поверсі.

У процесі розрахунку методом скінченних елементів (МСЕ) виконують автоматичну триангуляцію стін із урахуванням положення базових перерізів, які розташовані у заданих користувачем горизонтальних рівнях. Після розрахунку будівлі МСЕ у базових перерізах у точках триангуляції обчислюють нормальні та зсувні напруження σ_z, τ_{xz} від постійних і змінних навантажень, формують розрахункові сполучення зусиль (РСЗ). Розрахункові сполучення зусиль програма формує автоматично, з урахуванням тривалості дії навантаження, коефіцієнтів надійності за навантаженням і розрахункових сполучень. Для детальнішого вивчення НДС стін користувач має можливість керувати процесом автоматичного розбиття на скінченні елементи, зменшуючи крок триангуляції.

Отримані у програмі КОМПОНОВКА розрахункові напруження у стінах (простінках), геометричні розміри та характеристики матеріалу стін експортують у програму КИРПИЧ для перевірки міцності та підбору необхідної розрахункової арматури згідно з вимогами [8].

Експорт результатів розрахунку МСЕ виконують за допомогою меню **Результаты – Экспорт в конструирующие программы ПК МОНОМАХ** (рис. 2).

Для імпорту файлу, створеного у програмі КОМПОНОВКА, потрібно виконати пункт меню **Файл-Импорт**, для збереження інформації про модель – **Файл-Сохранить**.

Після цих процедур модель готова до розрахунку. Проаналізувати та відкоригувати матеріали можна за допомогою меню **Схема-Характеристики материалов**. При проектуванні армокам'яних конструкцій міцнісні характеристики арматури та вид армування (сіткове та/або вертикальне) приймають за заданими класами арматури. При підборі арматурних сіток у стінах (простінках) враховують задані користувачем параметри: висоту ряду цегляної кладки, розмір комірки сіткового армування і розрахунковий діаметр армування.

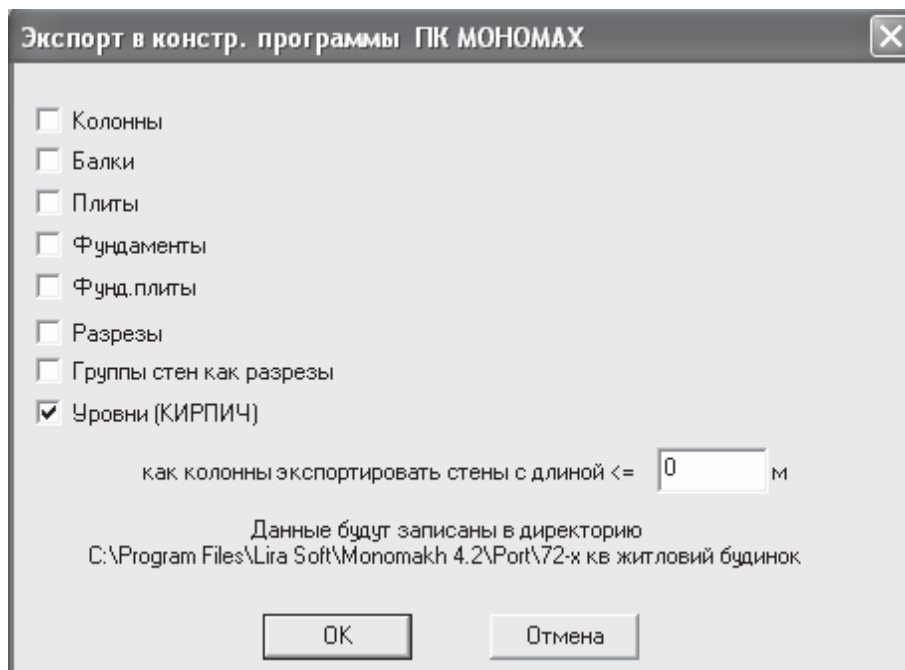


Рис. 2. Діалогове вікно “Експорт до конструювальних програм ПК МОНОМАХ”

Якщо за результатами підбору сіткового армування видається повідомлення “Армирование не обеспечивает прочность сечения”, необхідно збільшити *розрахунковий діаметр* або зменшити *розмір комірки сіткового армування*, або призначити режим підбору арматури як *сіткове + вертикальне*. Тоді в тих точках, де недостатньо сіткового армування, програма автоматично перейде до режиму підбору вертикальної арматури.

За результатами розрахунків потрібно виконати діагностику можливих помилок. У разі перевищення у стіні заданого максимального відсотка армування програма видає повідомлення: “Сетчатое армирование превышает заданное максимальное”. Якщо підібрані сітки не задовольняють умову допустимого армування, то програма повідомить про це користувача так: “Сетчатое армирование превышает оптимальное”. Якщо неможливо виконати розстановку арматури, то повідомлення буде такого змісту: “Армирование не обеспечивает прочность сечения”. При успішному підборі арматури видається повідомлення: “Подбор арматуры в каменной кладке выполнен”.

Програма КАМИН входить до складу інтегрованої системи SCAD Office і призначена для виконання конструктивних розрахунків і перевірок елементів кам'яних і армокам'яних конструкцій на відповідність вимогам СНиП II-22-81 [8].

У головному вікні програми (рис. 3) вибирають потрібний режим роботи. Режими умовно поділяють на чотири групи, у трьох з яких – **Каменные конструкции, Армокаменные конструкции, Реконструируемые конструкции** виконується експертиза, а четверта є довідковою – **Справочная информация**.

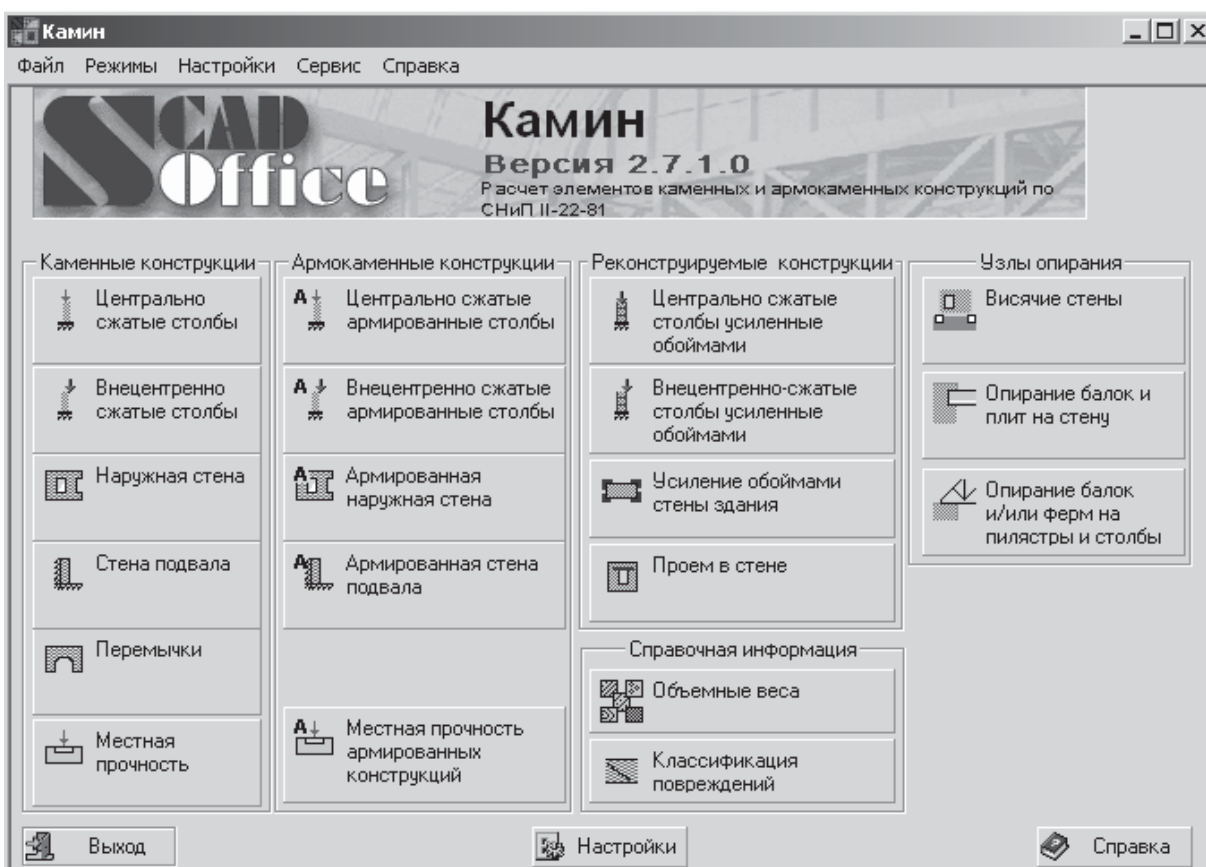



Рис. 3. Головне вікно програми КАМИН

До складу обстежуваних елементів входять центрально та позацентрово навантажені стовпи різного поперечного перерізу в плані, клинчасті та аркові перемички, зовнішні та внутрішні стіни будівель із прорізами та без них, стіни підвалів.

Крім перевірки загальної міцності та стійкості елементів, виконують експертизу місцевої міцності у місцях опирання балок, прогонів та інших елементів на стіни та колони. Експертизу виконують як для неушкоджених конструктивних елементів, так і для елементів, що мають тріщини у кам'яній кладці та вогневі пошкодження внаслідок впливу температури (наприклад, внаслідок пожежі). Розв'язують задачу перевірки несучої здатності центрально та позацентрово навантажених елементів, підсиленних сталевими обоймами, а також стін, послаблених додатково утвореними прорізами.

Крім вказаних функцій, програма КАМИН виконує одночасно ще й функції довідника, за допомогою якого можна уточнити деякі фактичні дані відносно застосовуваних матеріалів, рекомендацій [8], а також оцінити величину та характер дефектів для пошкоджених конструкцій. Для цього у складі функцій передбачені спеціальні довідкові режими, а в деяких випадках діалогове вікно має кнопку , натиснувши яку, користувач отримує додаткову інформацію довідкового характеру.

В основу розроблення програми КАМИН, як і інших програм-сателітів пакета SCAD Office, покладений принцип орієнтації на досить суворе і повне виконання усіх вимог, наведених у нормах проектування кам'яних конструкцій.

Головні ідеї, покладені в основу розроблення програми, такі:

- ✓ користувач має бути впевненим, що програма виконає експертизу згідно з чинними нормами проектування;
- ✓ основна довідкова та нормативна інформація повинна бути у базі даних програми;
- ✓ користувачеві надається можливість детального аналізу результатів експертизи, і за ним залишається право вибору стосовно зміни та поліпшення конструктивного рішення.

Оцінку конструктивного рішення програма виконує за допомогою коефіцієнта використання обмежень (K_i). Критерій перевірки можна подати у вигляді:

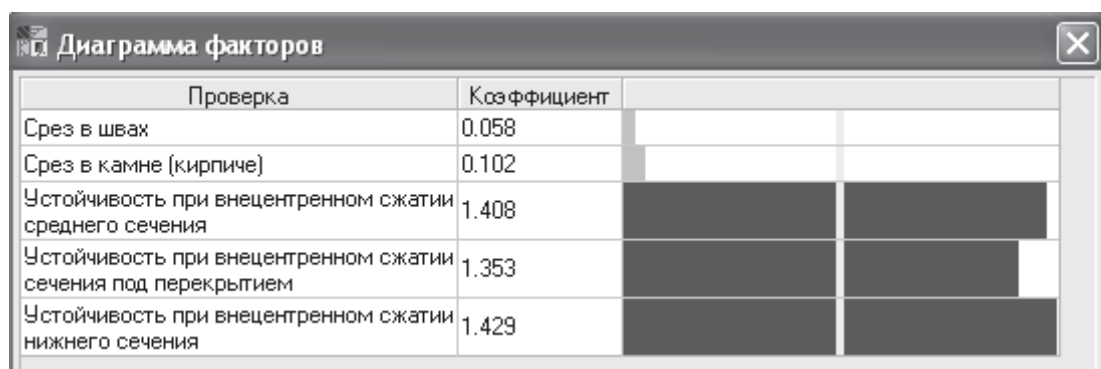
$$\max K_i < 1, \quad (1)$$

який містить усі необхідні перевірки. Значення K_i при цьому визначає для елемента (перерізу) наявний запас міцності, стійкості або іншого нормованого параметра якості. Якщо вимога норм виконується із запасом, то коефіцієнт K_i дорівнює відносній величині вичерпання нормативної вимоги (наприклад, $K_i = 0,7$ відповідає 30 % запасу).

Невиконання умови (1) значення $K_i > 1$ свідчить про порушення тієї або іншої вимоги нормативних документів, тобто характеризує ступінь перенавантаження.

У процесі виконання експертизи програма КАМИН виводить значення K_{max} – максимального (тобто найнебезпечнішого) із виявлених значень K_i , і вказує тип перевірки (наприклад, міцність, стійкість), за якої цей максимум реалізувався. Усі одержані в результаті перевірок значення коефіцієнтів K_i доступні для аналізу в діалоговому вікні **Діаграма факторів** (рис. 4). Дані, наведені в діаграмі факторів, дають змогу проектувальнику прийняти правильне рішення про тип необхідної модифікації конструкції.

Норми проектування будівельних конструкцій побудовані як система перевірок відомого конструктивного рішення, тобто вони розв'язують задачу оцінки конструкцій, а не проблему її синтезу. Програма КАМИН призначена саме для оцінки (експертизи) кам'яних і армокам'яних конструкцій.



Проверка	Коеффициент
Срез в швах	0.058
Срез в камне (кирпиче)	0.102
Устойчивость при внецентренном сжатии среднего сечения	1.408
Устойчивость при внецентренном сжатии сечения под перекрытием	1.353
Устойчивость при внецентренном сжатии нижнего сечения	1.429

Рис. 4. Діаграма факторів режиму “Зовнішня стіна”

Основним призначенням пакета прикладних програм NormCAD є виконання розрахунків за нормативними документами та підготовка звітів за результатами цих розрахунків.

До основних переваг пакета варто зарахувати повну відповідність вітчизняним нормативним документам, яку можна контролювати за допомогою аналізу як тексту звіту, так і електронних таблиць, що містять ці алгоритми (у переважній більшості інших програм такий контроль неможливий); отримання детальних звітів і можливість перевірки розрахунків. На відміну від традиційних програм, у яких зазвичай приховуються деталі виконання розрахунку та видаються лише його остаточні результати, NormCAD дає змогу отримувати максимально детальні звіти, що містять дані про всі етапи розрахунку, коментарі та формули з обчисленнями. Це дає змогу проконтролювати виконання розрахунку та з більшою впевненістю приймати рішення. Нарешті, NormCAD дає змогу не лише перевіряти виконання вимог нормативних документів, але й знаходити найоптимальніший із усіх можливих варіантів.

Розрахунок виконують за допомогою книг електронних таблиць, що містять інформацію про алгоритми розрахунку за окремими пунктами нормативних документів, а також за допомогою завдань, які об'єднують розрахунок за кількома пунктами нормативного документа. Усі нормативні документи подані у вигляді ієрархічної структури, що допомагає швидко знайти потрібний документ або його пункт (рис. 5).

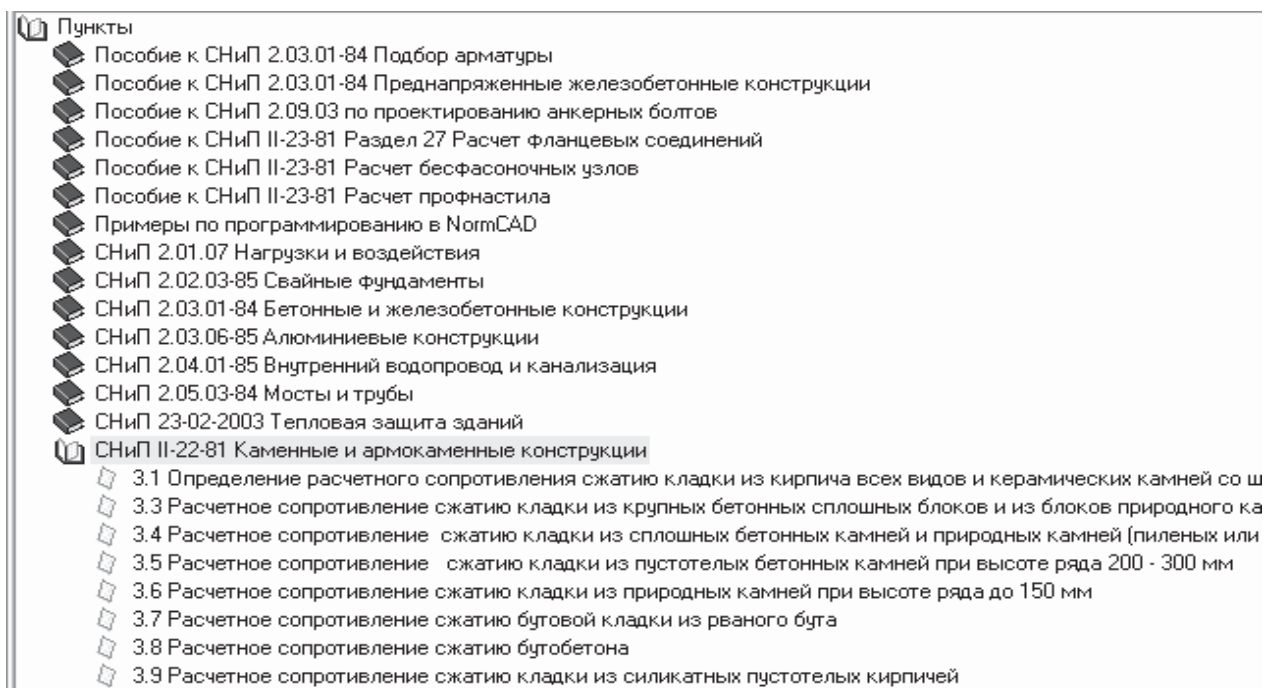


Рис. 5. Ієрархічна структура нормативних документів у програмі NormCAD

Після виконання розрахунку автоматично створюється звіт, який детально описує усі виконані обчислення, наводить формули із підстановкою значень змінних, результати обчислень, вказує розмірності, результати виконання або невиконання необхідних перевірок. Звіт можна коригувати, вставляти рисунки, таблиці.

У посібнику наведено приклади розрахунків кам'яних і армокам'яних конструкцій, виконаних на ЕОМ за допомогою програм і програмних комплексів.

Автори посібника зазначають, що програми КАМИН (Україна) і NormCAD (Росія) призначені для виконання конструктивних розрахунків і перевірок елементів кам'яних і армокам'яних конструкцій на відповідність вимогам чинного нормативного документа [8], але відрізняються способами подання результатів розрахунку.

У першому випадку наведені відносні величини експертизи конструкцій, у другому – абсолютні. Так, при розрахунку у програмі КАМИН користувач отримує набір коефіцієнтів K_i , які визначають наявний запас міцності, стійкості або іншого нормованого параметра якості для елемента (перерізу).

При розрахунку в NormCAD програма формує детальний звіт, що містить дані про всі етапи розрахунку, коментарі та формули з обчисленнями. Результати експертизи конструкцій (на міцність, стійкість тощо) виводяться програмою у відсотках від граничних значень.

Користувачу надається можливість вибору програми залежно від завдання.

Переваги розрахунку конструкцій на ЕОМ очевидні, проте до цього у навчальному процесі можна звертатись лише на другому етапі, коли студенти отримали основні навички проектування елементів будівель та споруд.

Посібник “Розрахунок кам’яних і армокам’яних конструкцій” придатний як для аудиторного, так і для самостійного вивчення матеріалу студентами, містить необхідні довідкові матеріали для виконання розрахунків елементів кам’яних і армокам’яних конструкцій, зокрема у курсовому та дипломному проектуванні. Посібник призначений для студентів будівельних спеціальностей вищих навчальних закладів, а також може бути корисним для інженерно-технічних працівників проектних і будівельних організацій.

1. Баженов В.А., Криксунов Е.З., Перельмутер А.В., Шишов О.В. Информатика. Информационные технологии в строительстве. Системы автоматизированного проектирования. Пособие для вузов. – К.: Каравела, 2004. – 260 с. 2. Верюжский Ю.В., Колчунов В.И., Барабаиш М.С., Гензерский Ю.В. Компьютерные технологии проектирования железобетонных конструкций. – К.: Кн. изд-во НАУ, 2006. – 805 с. 3. Городецкий А.С., Шмуклер В.С., Бондарев А.В. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций: Учебное пособие. Харьков: НТУ “ХПИ”, 2003. – 889 с. 4. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 72 с. 5. Пакет прикладных программ NormCAD. Версия 5.4. СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции. ООО Центр развития систем автоматизированного проектирования “Сапротон”, 2008. 6. Программный комплекс проектирования железобетонных конструкций многоэтажных каркасных зданий МОНОМАХ. Раздел 8. Кирпич. Программа проектирования кирпичных стен зданий. Руководство пользователя. НИИАСС. К., 2006. 7. Програма “Камин”. Версія 2.7.1.0. SCAD Soft. – К., 2006. 8. СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции. – М.: Стройиздат, 1983. – 40 с. 9. Юсипенко С.В., Батрак Л.Г., Городецкий Д.А., Рассказов А.А. МОНОМАХ 4.0. Примеры расчета и проектирования: Учебное пособие. – К.: Факт, 2005. – 263 с. 10. Юсипенко С.В., Батрак Л.Г., Городецкий Д.А., Рассказов А.А. МОНОМАХ 4.2. Примеры расчета и проектирования. Приложение к учебному пособию. – К.: Факт, 2006. – 36 с.